

**O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O`RTA MAXSUS
TA`LIM VAZIRLIGI**

**BUXORO MUHANDISLIK-TEXNOLOGIYA
INSTITUTI**

*Qo`lyozma huquqida
UDK 685.655.043*

Sharipov Mirali Hasan o`g`li

**“CO₂ gazi bilan ekstraktsiyalash jarayonini tahlil qilish va AKT
yordamida boshqarishni ishlab chiqish”**

**5A 321701- Texnologik jarayonlarni boshqarishning
axborot-kommunikatsiya tizimlari**

**Magistr akademik darajasini olish uchun yozilgan
DISSERTATSIYA**

Ilmiy rahbar:

Gafurov K.X. t.f.n., dotsent

Buxoro 2016

Annotatsiya

Ushbu magistrlik dissertatsiya ishi CA/ULO texnologiya yordamida meva va sabzavotlarni saqlash jarayonini axborot-kommunikatsiya tizimlari bilan boshqarish masalasiga bag'ishlangan. Dissertatsiya I-bobida CO₂ gazi bilan ekstraktsiyalash jarayonini tahlili bajarilgan. Ikkinchi bobda CO₂-ekstraktsiyalash jarayonining boshqarish sxemasini ishlab chiqish masalalari ko'rib o'tilgan. Uchinchi bobda Texnologik jarayonni AKT asosida boshqarish texnologiyasi yaratilgan. Jarayonning boshqarish dasturi va HMI-interfeysi ishlab chiqilgan.

Аннотация

Настоящая магистерская диссертационная работа посвящена разработке информационно-коммуникационной системы управления процесса CO₂-экстракции. В первой главе исследован процесс CO₂-экстракции, изучены свойства CO₂ как экстрагент. Во второй главе разработана функциональная схема управления процесса CO₂-экстракции. В третьей главе разработана ИКС управления процесса CO₂-экстракции. Разработаны программа управления и HMI-интерфейс.

Annotation

This master's thesis is devoted to the development of information and communication management system of CO₂-extraction process. In the first chapter we studied the process of CO₂-extraction properties of CO₂ as the extracting agent studied. The second chapter is designed functional control scheme CO₂ extraction process. The third chapter is designed IR control CO₂ extraction process. Developed management software and HMI-interface.

Mundarija

Kirish	5
I-bob. CO₂ gazi bilan ekstraktsiyalash jarayonini tahlil qilish.....	11
1.1. O`zida yog` saqlovchi o`simlik xom-ashyosini ekstraktsiyalash jarayoni tahlili.....	11
1.2. Qattiq va suyuq fazalarning o`zaro ta`sirlanish usullari.....	22
1.3. Karbonat angidridning fizik-kimyoviy xossalari.....	25
1.4. Suyultirilgan karbonat angidridni erituvchi sifatida ekstraktsiyalash jarayonida qo`llash.....	30
1.5. Suyultirilgan CO ₂ yordamida o`simlik xom-ashyosidan ekstraktlar olish tajriba-eksperimental qurilmasi yozuvi.....	32
1.6. Ishlab chiqilgan suyltirilgan CO ₂ -bilan ishlaydigan ekstraktor tuzilishi va ishlash printsipi.....	34
1.7. CO ₂ -ekstraktsiyalash jarayoniga ta`sir etuvchi omillar.....	37
II-bob. CO₂-ekstraktsiyalash jarayonining boshqarish sxemasini ishlab chiqish.....	41
2.1. Jarayonni avtomatlashtirishning funktsional sxemasini ishlab chiqish.....	41
2.2. Avtomatlashtirishning asbob va vositalarni tanlash va asoslash.....	45
2.3. CO ₂ -ekstraktsiyalash jarayonini matematik modelini yaratish va boshqarish parametrlarining dinamik xarakteristikalarini tadqiq qilish.....	49
2.4. Rostlash konturini sozlash va uni tadqiqot qilish.....	56
III-bob. Texnologik jarayonni AKT asosida boshqarish texnologiyasi.....	62
3.1. Texnologik jarayonlarni boshqarishning axborot-kommunikatsiya tizimi yozuvi.....	62
3.2. Avtomatlashtirishning boshqarish dasturini ishlab chiqish.....	71

3.3. Texnologik jarayonni boshqarishning operator-mashina interfeysini ishlab chiqish.....	75
Umumiy xulosalar.....	78
Ishlatilgan adabiyotlar ro`yxati.....	81
Ilovalar.....	87

Kirish

O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2015 yilda mamlakatni ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirish yakunlari va 2016 yilga mo'ljallangan iqtisodiy dasturning eng muhim ustuvor yo'nalishlariga bag'ishlangan majlisida davlat rahbarimiz o'z nutqlarida jahon moliyaviy-iqtisodiy inqirozi davom etayotganligiga qaramay, 2015 yilda iqtisodiy dasturning eng muhim yo'nalishlari va ustuvor vazifalari hamda chuqur tarkibiy o'zgartirishlar, xususiyl mulk va kichik biznes manfaatlarini ishonchli himoya qilishni ta'minlash bo'yicha har tomonlama puxta Dasturning izchil va tizimli amalga oshirilishi natijasida iqtisodiyot o'sishining barqaror va yuqori sur'atlariga hamda makroiqtisodiy muvozanatga erishilganligini qayd etdi [1].

Prezidentimizning "Jahon moliyaviy-iqtisodiy inqirozi, O'zbekiston sharoitida uni bartaraf etishning yo'llari va choralari" kitoblarida moliyaviy inqirozga qarshi choralar dasturining konkret bo'limlari belgilangan bo'lib, bunda kompleks chora-tadbirlardan, korxonalarni modernizatsiya qilish, texnik va texnologik qayta jihozlashni yanada jadallashtirish, zamonaviy, moslashuvchan texnologiyalarni keng joriy etish vazifalarini hal etishga qaratilgan edi [2].

Bu o'rinda ishlab chiqarishni modernizatsiya qilish, texnik va texnologik qayta jihozlash, xalqaro sifat standartlariga o'tish bo'yicha qabul qilingan tarmoq dasturlarini amalga oshirishni tezlashtirish vazifasi ko'rildi. O'z navbatida, bu mamlakatimizning ham tashqi, ham ichki bozorda barqaror mavqeyiga ega bo'lishini ta'minlash imkonini bermiqda.

O'zbekistonda qadimdan o'simlik moyi kunjrit, zig'ir urug'i, paxta chigiti, poliz ekinlari urug'idan moy juvozlarda olingan. Hozirgi kunda respublikamizda ko'pgina o'simlik urug'larini qayta ishlaydigan korxonalar faoliyat yuritmoqda. Bu korxonalarda yog'-moy ishlab chiqarish oziq-ovqat sanoatining eng salmoqli sohalaridan biri hisoblanadi.

Zamonaviy qayta ishlovchi sanoat rivojlanishining texnika taraqqiyoti tejamkor energiya sarfli, arzon, effektiv ishlaydigan agregat va qurilmalar yordamida oliy sifatli mahsulotlar ishlab chiqarishni talab qiladi.

O`simlik xom-ashyosidan yog`lar va efir moylarni ajaratib olish organik erituvchilar yordamida ekstraksiyalash yoki bug` bilan haydashga asoslangan [3]. Bu jarayonlar efir moylari tarkibidagi uchuvchan xushbo`y moddalarni yo`qotilishiga, tabiiy komponentlar balansining buzilishiga va farmatsevtika talablariga javob beradigan moylarning sifatining pasayishiga sabab bo`ladi.

Dori-darmonga mo`ljallangan meva danaklari mag`zidan, uzum urug`lari va boshqalardan yog` olish texnologiyasida mahsulot "sovuq" presslash usulida olinadi [4].

Lekin bu usulda mahsulotning chiqishi juda ham past. Shuning uchun forpresslash va ekstraksiyalash usullari resurs va energiya ko`p sarflanadigan texnologiyalar hisoblanadi.

Farmatsevtika, parfyumeriya va oziq-ovqat sanoatlari uchun yangi sifatli mahsulotlarni ishlab chiqarish imkoniyatini yaratadigan energiya va resurstejamkor texnologiya usullarining rivojlanishi jamiyatning yuqori sifatli dori-darmon va oziq-ovqat mahsulotlariga katta ehtiyoji, hamda ekologik toza ishlab chiqarishlar yaratish bilan chambarchas bog`liqdir.

Hozirgi kundagi jahondagi ekologik va ijtimoiy holat oziq-ovqat va farmatsevtika mahsulotlari ishlab chiqarishda yangi usullarni qo`llashni talab qilmoqda. Zaharli ta`sir etuvchi ba`zi bir erituvchilar oziq-ovqat sanoatida cheklatilgan va farmatsevtikada ta`qiqlangan. Zamonaviy ekstraksiyalash sanoati faqat ko`proq eritish xususiyatiga ega erituvchilar bilan birga sifat standartlari va yong`in xavfsizligiga javob bermaydiganlarini ishlatishga majbur.

Bu muammoning echimlaridan biri bo`lib erituvchi sifatida suyultirilgan karbonat angidridni qo`llash hisoblanadi [5,6,7,8,9,10].

Suyultirilgan karbonat angidrid bilan ekstraksiyalash yaqin va uzoq horijda ancha yillardan beri ma`lum, o`tgan asrning 60-yillarida krasnodarlik va

moskvalik olimlar tomonidan CO₂-ekstraktlar ishlab chiqarish tsexlari ishga tushirilgan edi [5].

Dunyoda CO₂-ekstraksiya ko'p qo'llaniladi. Bunga sabab, jarayon yuqori rentabellikka ega, texnologik talablarga javob beradi: *CO₂ning kritik temperaturasi xona temperaturasiga yaqin (31,3⁰C), kritik temperaturasi past (7,39 MPa); ekologik xavfsiz va zaharsiz; portlashga va yong'inga xavfsiz; CO₂ning ishlab chiqarish narxi arzon va bosim tushirilgandan keyin ekstragentdan mahsulot to'liq tozalanadi* [3,6].

CO₂-ekstraktlar ishlab chiqarish uchun xom-ashyo sifatida har xil o'simliklar, ziravor-xushbo'y mahsulotlar, qayta ishlash sanoatining ikkilamchi mahsulotlar (uzum va sabzavot urug'lari, meva danaklari va h.k.), chorva mahsulotlari xizmat qiladi.

CO₂-ekstraksiyalash usuli kofedan kofein [11,12,13], xmeldan ekstraktlar [11], o'simlik xom-ashyosidan har xil moylar: mono-, di- va triglitseridlar va yog'li kislotalarning efirlari [14], palma moyi [15], baliq yog'i [16] ajratib olish uchun muvaffaqiyatli qo'llanilmoqda. Undan tashqari sholidan [17,18], zemlyanikadan [19], soyadan [20,21], boshqa o'simlik xom-ashyosidan [22,23] yuqori sifatli ekstraktlar, tomat ishlab chiqarish chiqindilaridan karotinoidlar, tokoferollar va sitosterollar [24] va boshqalar ishlab chiqarish yo'lga qo'yilgan.

O'zbekistonimiz o'simlik xom-ashyosiga juda boy. Ularning tuzilish strukturasi va boshqa xususiyatlari o'ziga xosligidan kelib chiqib, mahalliy o'simlik xom-ashyosidan ekstraktlar ishlab chiqarish texnologiyasini yaratish va bu texnologiyani ro'yobga chiqaruvchi jihozlarni ishlab chiqish hamda jihozlar ishini avtomatlashtirilgan tizimlar yordamida boshqarish dolzarb muammodir [25].

Darhaqiqat, texnologik jarayonlarni o'lchash, nazorat qilish, ulardagi o'zgarishlarni real vaqt birligida muqobillashtirish, uskunalarning ish rejimlarini oldindan ma'lum bo'lgan parametrlar diapazonida qo'llab-quvvatlash, agregatlarni masofadan turib boshqarishni tashkil etish va h.k. masalalari avtomatlashtirilgan boshqarishning dolzarb vazifalaridan bo'lib qolmoqda.

Avtomatlashtirilgan tizimning bu va boshqa funktsiyalarni realizatsiyalash jadal rivojlanayotgan mikroprotssessor texnologiyalariga asoslangan axborot tizimlarini joriy etish orqali erishish mumkin.

Axborot tizimi deganda, biz -axborotlarni tashkil etish, saqlash, to'ldirish, qayta ishlash, qo'llab-quvvatlash va foydalanuvchiga uning so'rovi asosida taqdim etishni amalga oshiruvchi avtomatlashtirilgan tizimni tushunamiz.

Hisoblash texnikasining paydo bo'lishidan so'ng axborot tizimlari avtomatlashtirilgang axborot tizimlariga aylandi. Hozirgi kunda avtomatlashtirilgan axborot tizimlarining fizik va funktsional komponentalarini dasturiy-texnik komplekslar tashkil etadi.

Shu o'rinda suyultirilgan karbonat angidrid gazini qo'llagan holda mahalliy o'simlik xom-ashyosidan ekstraktlar ishlab chiqarish tizimidagi ekstraktsiyalash jarayonini tahlili asosida uni boshqarishni axborot-kommunikatsiya tizimi (AKT) yordamida ishlab chiqish **dolzarb mavzu** hisoblanadi.

Ishning maqsadi. Suyultirilgan CO₂-gazini qo'llagan holda mahalliy o'simlik xom-ashyosidan ekstraktlar chiqarish tizimidagi ekstraktsiyalash jarayonini tahlili asosida uni boshqarishni AKT yordamida ishlab chiqish.

Ishning amaliy ahamiyati. Suyultirilgan karbonat angidridni ekstraktsiyalashda qo'llash va jarayonni boshqarishni AKT yordamida tashkil qilish o'simlik xom-ashyosidan (meva danaklari mag'zidan) farmatsevtika va parfyumeriya talablariga javob beradigan ekstraktlar (moylar) ishlab chiqarish samaradorligini va ulardagi tabiiy moddalarning saqlab qolish miqdorini juda yuqori bo'lishiga imkon beradi.

Ishning ilmiy yanqiligi:

CO₂ gazi bilan ekstraktsiyalash jarayonini tahlil qilish natijasida jarayonni boshqarishning funksional sxemasi ishlab chiqildi; jarayonning matematik modeli yaratildi va boshqarish parametrlarining dinamik xarakteristikalarini tadqiq qilindi; jarayonni boshqarishning axborot-kommunikatsiya tizimi yaratildi; avtomatlashtirishning boshqarish dasturi ishlab chiqildi.

Ko'rsatilgan maqsadga erishish ichin quyidagi vazifalar bajarildi:

1. CO₂ - ekstraksiyalash jarayonining tahlili bajarildi.
2. Karbonat anhidridning fizik-kimyoviy xossalari va uni erituvchi sifatida qo'llash usullari o'rganildi.
3. Ta'sir etuvchi omillarni CO₂-ekstraksiyalash texnologik jarayoniga ta'siri o'rganildi va matematik modeli yaratildi.
4. Suyultirilgan CO₂ yordamida o'simlik xom-ashyosidan ekstraktlar olish tajriba-eksperimental qurilmasi ekstraktor ishining avtomatlashtirilgan funktsional sxemasi ishlab chiqildi.
5. Rostlash konturi tadqiq qilish ishlari bajarildi.
6. Texnologik jarayonlarni boshqarishning axborot-kommunikatsiya tizimi ishlab chiqildi.
7. Avtomatlashtirishning boshqarish dasturi ishlab chiqildi.
8. Texnologik jarayonni boshqarishning operator-mashina interfeysi ishlab chiqildi.

Dissertatsiyaning hajmi: Kirish qismi, uchta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati hamda ilovalardan iborat va 83 (sakson uch) betni tashkil qiladi.

Ushbu magistrlik dissertatsiyasi Buxoro muhandislik-texnologiya institutida bajarilayotgan A-9-1 "Suyultirilgan gazlarni qo'llagan holda o'simlik xom-ashyosidan ingredientlar ishlab chiqarishning ekologik toza, resurstejamkor texnologiyasini yaratish" va A-5-7 "Yuqori bosimda suyultirilgan gazlar bilan o'simlik xom ashyosidan ekstraktlar ishlab chiqishda jarayonlarni axborot kommunikatsion tizimlar yordamida boshqarish dasturini ishlab chiqish va o'zlashtirish" amaliy loyihalari doirasida bajarildi.

Ushbu dissertatsiyani bajarish jarayonida bajarilgan ishlar bo'yicha quyidagi xalqaro va respublika miqyosidagi ilmiy – amaliy anjumanlarda ma'ruza tezislari chop etildi:

1. Шарипов М.Х., Гафуров К.Х. Экстрагирование сжиженным диоксидом углерода // сборник научных трудов 2-й международной

- научно-практической конференции “Юность и знания-гарантия успеха-2015” , Том 2, -Курск 2015, С.145-147.
2. Шарипов М.Х., Гафуров К.Х. Основные влияющие факторы на технологический процесс CO_2 -экстракции как объекта управления // сборник научных статей международной научно-технической конференции “Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении”.- Курск 2016, С.98-101.
 3. Шарипов М.Х., Гафуров К.Х. Разработка схемы управления технологического процесс CO_2 –экстракции // сборник научных трудов 6-ой международной научно-практической конференции “Современные инновации в науке и технике”.- Курск 2016, С.186-188.

I-BOB. CO₂ GAZI BILAN EKSTRAKTSIYALASH JARAYONINI TAHLIL QILISH

1.1. O`zida yog` saqlovchi o`simlik xom-ashyosini ekstraktsiyalash jarayoni tahlili

Fovaksimon qattiq jism tarkibidan bir yoki bir necha komponentlarni ajratib olish jarayoni *ekstraktsiyalash* deb ataladi.

Qattiq jismdan bir yoki bir necha komponentni selektivlik qobiliyatiga ega bo`lgan erituvchi yordamida ajratib olish jarayoni *eritish* (*экстрагирование*) deb nomlanadi [26,27,28]. Ushbu jarayon ekstraktsiyalash jarayonining xususiy holidir.

Kimyo, oziq-ovqat va boshqa sanoatlarda juda ko`p kapillyar-g`ovakli jismlar eritish jarayoni yordamida qayta ishlanadi. ekstraktsiyalash ishqor, kislota, tuzlar, qand, o`simlik moylar, sharbatlar, vitaminlar, turli dorilar, rangli va nodir metallar va hokazolarni olishda ishlatiladi. ekstraktsiyalash jarayonida kerakli komponent kattik fazadan diffuziya yo`li orqali suyuqlik fazaga o`tadi. Buning uchun shu komponentni eritadigan tegishli erituvchi tanlab olinishi kerak. Shuni alohida ta`kidlash kerakki, ekstraktsiyalash va eritish jarayonlari «qattiq jism - suyuqlik» sistemasida olib boriladi. Ekstraktsiyalash 2 bosqichda o`tadi [28]:

1) komponentning qattiq jismlar ichki qismidan tashqi yuzasiga diffuziya yo`li bilan o`tishi;

2) komponentning diffuziya jarayoni tufayli qattiq jism yuzasidan chegaraviy qatlam orqali suyuqlik fazaga o`tishi. Bu jarayon noturg'un bo`lib, vaqt bo`yicha o`zgaradi.

Eritish jarayonining tezligi faqat ikkinchi bosqichnig qarshiligiga bog`lik, chunki birinchi bosqichda qarshilik umuman bo`lmaydi. Shuning uchun, eritish jarayoni ekstraktsiyalashga qaraganda ancha tez boradi.

Jarayonning mexanizmi shundaki, erituvchi qattiq jism g'ovaklariga kirib boradi va ajratilishi kerak bo'lgan moddani eritadi.

Eritilgan moddaning kimyoviy potentsiali va uning qattiq jismdagi kimyoviy potentsialiga tenglashganda erish jarayoni muvozanat holiga keladi. To'yinish holatiga oid eritmaning konsentratsiyasi *eruvchanlik* deb ataladi.

Qattiq jismning tashqi yuzasidagi muvozanat qisqa vaqt ichida o'rnatiladi. Shuning uchun, massa almashinish jarayonlarni tahlil qilishda, "qattiq jism-erituvchi" sistemasining fazalararo yuzasidagi konsentratsiyasi to'yingan eritma konsentratsiyasi $y_{\text{to'y}}$ ga teng deb qabul qilinadi [28].

Eritish jarayonida massa almashinishga qattiq jismning ichki tuzilishi: kapillyar shakli va o'lchami, zarrachalar kimyoviy tarkibiga katta ta'sir ko'rsatadi. Qattiq jismning ichki tuzilishi massa o'tkazish tezligiga ham katta ta'sir etadi.

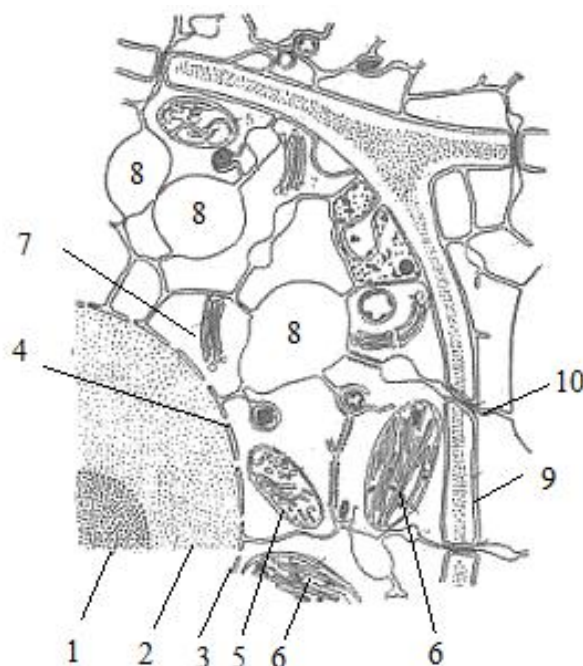
O'simlik hujayrasining o'ziga xosligi shundan iboratki, hujayrada qattiq moddalarni o'tkazmaydigan qobiq bor (1.1-rasm). Rivojlanish davrining boshidanoq hujayraning qattiq po'stlog'i uning yadrosidagi hujayrani himoya qiladi va atrof muhitdan barcha foydali vitaminlarni erigan holda etkazib berish uchun imkoniyat yaratadi [29].

Po'stloq qobiq ostida tsitoplazma joylashgan bo'lib, unda hujayra yadrosi va boshqa ko'p organoidlar joylashgan bo'lib, ular har xil tuzilish va funktsiyalarga ega (1.1 -rasm).

O'simlik hujayrasida vakuolada erigan moddalar diffuziylanishiga to'sqinlik qiladigan qismlari mavjud [26,28]: har xil o'lchamli sochsimon o'ramlardan (mikro- va makrofibrillardan) tarkib topgan hujayra qoplami, protoplazma, hamda hujayra qobig'i, protoplazma va vakuola chegaralarida joylashgan yarimo'tkazuvchan membranalar.

Issiqlik, elektrik yoki kimyoviy ta'sir bilan protoplazma buzilmasa, qatlam ichida modda o'tishi tezligi juda past bo'ladi. Shuning uchun hujayra protoplazmasi buzilmagan o'simlik qatlami ekstraksiyalashdan oldin maxsus qayta ishlanishi kerak (maydalash, isitish, fermentatsiya va h.k.).

Bunday ishlovdan keyin diffuziyaga asosiy qarshilikni o`simlik hujayrasining devori ko`rsatadi. Hujayra devorining asosini tashkil qilgan mikrofibrillar va makrofibrillar murakkab ravishda bir-biri bilan o`zaro bog`lanib 0,5 dan 20-25 nm gacha o`lchamli g`ovaklar hosil qiladi. Ana shu g`ovaklar hujayra ichidan mahsulotlarni transportlashning asosiy yo`li bo`libxizmat qiladi.

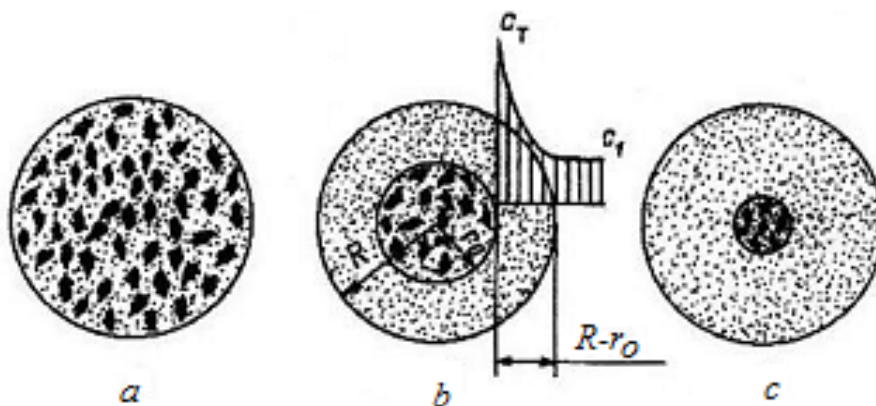


1.1-rasm. O`simlik hujayrasi tuzilishi sxemasi [29]:

- 1 - yadrocha, 2- yadro, 3- yadro qobig'i, 4 - g`ovaklar, 5 - mitoxondriyalar,
6 - plastidlar, 7 - diktiosomalar, 8 - vakuolalar, 9 –hujayra devori,
10 - plazmodesmalar.

Qattiq g`ovaksimon zarrachalar o`zida maqsadli, kerak komponentni qattiq, holatida saklaydi. Maqsadli komponentning zarracha hajmida taqsimlanishi turli variantlarda bo`lishi mumkin. Ko`pchilik hollarda, g`ovaksimon jism hajmida ajratib olinadigan komponent bir tekisda taqsimlangan bo`ladi. ekstraktsiya jarayonida maqsadli komponentning hajmi sistematik ravishda kamayib boradi (1.3-rasm) [28].

Maqsadli komponent ajratib olingan hajm ($R-r_o$) da, shu komponent ekstragentda erigan holda bo'ladi. Vaqt o'tishi bilan ushbu hajm ulushi ortib boradi.



1.2-rasm. Qattiq g'ovaksimon jismning ekstraktsiya jarayonida tuzilishining o'zgarishi

Eritish jarayoni murakkab jarayon bo'lib, quyidagi bosqichlardan iborat [26,27,28]:

1. O'simlik hujayrasining barcha qismlariga erituvchining tarqalishi;
2. Maqsadli komponentning erishi;
3. Ekstraksiyalanuvchi o'simlik hujayrasining fazalarini ajratib turuvchi qoplamidan ichki qismiga erituvchi komponentning kirishi;
4. Ekstraksiyalanayotgan moddaning chegara yuzasi bo'ylab suyuqlik fazasiga tarqalishi va ekstragent massasi bo'yicha tarqalishi.

Jarayonning qayd etilgan 4 bosqichidan oxirgi ikkitasi massa almashinishning umumiy tezligini chegaralaydi. Chunki, birinchi va ikkinchi bosqichlarning massa almashinish tezligi, oxirgi ikkitasiniqiga qaraganda ancha yuqoridir.

Shunday qilib, massa almashinish jarayonining umumiy diffuziya qarshiligi, qattik jism va erituvchilarning ichki diffuzion qarshiliklari yig'indisidan iborat.

Ekstragent va o`simlik hujayrasidagi ekstraktsiyalanayotgan eritma o`rtasidagi kontsentratsiyalar tenglashishiga asoslangan diffuziya hodisasining 2 xil turi mavjud:

1. Molekulyar diffuziya;
2. Konvektiv diffuziya.

Molekulyar diffuziya bu—molekula, atom, ion va kolloid zarrachalarning xaotik harakati natijasida moddolarning tarqalishidir. Diffuziya jarayonining intensivligi molekulalarning kinetik energiyasiga bog`liq. Kinetik energiya qanchalar baland bo`lsa, diffuziya jarayoni shunchalar intensiv o`tadi. Misol: gazlar bir-biri bilan tez diffuziyaga kiradi, chunki ularning molekulalari tez harakatlanadi. Suyuqliklarda molekulalar harakati chegaralanganligi sababli, ularning diffuziyaga kirishi ko`rinarli darajada sekinroq.

Diffuziya jarayonini tezlashtiruvchi kuch o`zaro ta`sirlashayotgan fazalardagi erigan moddalarlarning kontsentratsiyalari farqidir. Kontsentratsiyalar farqi qancha katta bo`lsa shuncha ko`p moddalar miqdori bir xil vaqt ichida bir xil sharoitda o`tadi. Diffuziya hodisasining tezligi temperatura oshishi bilan oshadi, chunki bu holatda molekulalar harakat tezligi ham oshadi, diffuziya hodisasi tezligi xom-ashyoning molekulyar massasiga ham bog`liq. Diffuziya hodisasiga yuza kattaligi va qalinligi katta ta`sir ko`rsatadi. Shunisi aniqki, kesim yuzasi qancha katta bo`lsa, diffuziya hodisasi ham shuncha tez kechadi [26,27,28]. Kontsentratsiyalar tenglashuvi jarayon borayotgan paytda uning qalinligiga ham bog`liq, qalinligi qancha katta bo`lsa jarayon shuncha sekin kechadi. Va nihoyat, xom-ashyoning bir holatdan ikkinchi holatga o`tishi, ko`chishi uchun ma`lum bir vaqt kerak. Diffuziya jarayonida xom-ashyo qancha ko`p vaqt erituvchi bilan birga tursa shuncha ko`p ekstragent hosil bo`ladi, ya`ni, mahsulot bir fazadan ikkinchi fazaga o`tadi.

F faza bo`yicha  $L$  fazada uning chegarasigacha mahsulotning ko`chishdagi uning hajmi Fik qonuni bo`yicha aniqlanadi [28]:

$$M = -D \cdot F \cdot \Delta C \cdot \tau, \quad (1.1)$$

bunda ΔC - konsentratsiyalar farqi (harakatlantiruvchi kuch); τ - modda o'tish vaqti; D – proportsionallik (diffuziya) koeffitsienti, 1 m^2 ajratuvchi yuza orqali 1 soat davomida 1 m oraliqdagi konsentratsiyalar farqi 1 ga teng bo'lganda tarqalgan modda miqdorini xarakterlaydi.

Diffuziya jarayonida boshqa faktorlarning ta'sirini hisobga olib Fik qonuni quyidagi matematik formula orqali ko'rsatish mumkin [28,31]:

$$M = DF \frac{\Delta C}{\delta} \tau \quad (1.2)$$

bunda, M -diffuziyalangan xom-ashyo miqdori; ΔC -konsentratsiyalar farqi; F -fazalarni ajratib turuvchi kesim yuzasi; τ -diffuziya vaqti; δ -diffuziya jarayoni o'tadigan qalinligi; D -molekulyar diffuziya koeffitsienti.

Berilgan tenglamaga muvofiq, diffuziyalangan xom-ashyo miqdori konsentratsiyalar farqiga, fazalar kesim yuzasiga, vaqtga, diffuziya koeffitsientiga to'g'ri va kesim yuzasining qalinligiga teskari proportsional.

Diffuziya koeffitsienti Eynshteyn tenglamasida keltirilgan [31]:

$$D = \frac{RT}{N_0} \cdot \frac{1}{6\pi\eta r} \quad (1.3)$$

bunda, R -gaz doimiysi $R = 8,32\text{ J}/(\text{grad}\cdot\text{mol})$; T -absolyut temperatura; N_0 – Avogadro soni $N_0 = 6,06 \cdot 10^{23}$; η –qovushqoqlik, $\text{N}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$; r -diffuziyalanuvchi mahsulot zarrasining radiusi, m.

Tenglamadan ko'rinib turibdiki, diffuziya koeffitsienti temperaturaga to'g'ri proportsional va xom-ashyo qovushqoqligi va o'lchamlariga teskari

proportsional. Demak, xom-ashyo zarrachalarining o`lchamlari qancha kichik bo`lsa, diffuziya jarayoni shuncha tez sodir bo`ladi.

Oqim yadrosi (markazi)dan fazalar chegarasigacha moddalar muhit qismlari molyar (katta miqdor molekulalardan tashkil topgan) holda, ya`ni konvektiv diffuziyalanish holida harakatlanadi. Chegara qatlamida modda molekulyar diffuziya hisobidan harakatlanadi. Fazalar chegarasidan (yoki chegarasigacha) moddalarning harakatlanishi *modda berish* deb ataladi [28].

Konvektiv diffuziyaning tezligi uning fazalar to`qnashish yuzasi, kontsentratsiyalar farqi, vaqti va konvektiv diffuziya koefitsientiga to`g`ri proportsional, demak ular oshsa konvektiv diffuziya koefitsienti ham oshadi. Konvektiv diffuziya koefitsienti quyidagi formula yordamida aniqlanadi [28]:

$$M = \beta F (C_F - C_{\mathcal{A}}) \tau, \quad (1.4)$$

bunda $C_F - C_{\mathcal{A}}$ - fazalar chegarasidagi va oqim ichi (yadro)dagi kontsentratsiya; β - proportsionallik (modda berish) koefitsienti, u *vaqt birligida jarayonni harakatga keltiruvchi kuchi birga teng bo`lganda, yuza birligidan fazalarni ajratuvchi yuzadan fazaning yadrosiga yoki teskari yo`nalishda o`tgan modda miqdorini xarakterlaydi.*

Modda berish koefitsienti diffuziya koefitsientidan farqli ravishda kinetik xususiyatga ega bo`lib,  $D$  diffuziya koefitsientiga oqim tezligi  $v$  ga, zichlik  $\rho$  ga, qovushqoqlik  $\mu$  ga;  $l_1$  modda geometrik kattaligiga, uskuna  $l_2$  kattaligiga bog`liq. Umumiy holda uni bu bog`lanish quyidagi funktsiyada ifodalangan [28]:

$$\beta = f(D, v, \rho, \mu, l_1, l_2 \dots)$$

yoki

$$Nu_D = A Re^m Pr_D^n,$$

bunda: $Nu_D = \beta l / D$, $Pr_D = \nu / D$ - Nussel't va Prandlning diffuzion kriteriyasi; l - geometrik o'lchamni aniqlovchi kattalik; $Re = \frac{vd}{\nu}$ -Reynol'ds kriteriyasi; ν - kinematik qovushqoqlik koefitsienti.

Konvektiv diffuziyada molekulalarning kattaligi, erituvchining quyuqligi, molekulalarning kinetik energiyasi ikkinchi darajali bo'lib hisoblanadi. Konvektiv ko'chishda tezlikni oshirish uchun suyuqlikning tezligi va doimiy harakatchanligi asosiy rol o'ynaydi. Bundan kelib chiqadiki, molekulyar va konvektiv diffuziyalar bir-biridan nafaqat mexanizmi bilan, balki ularga ta'sir etuvchi faktorlar bilan, jarayonning borishi bilan farq qiladi.

Odatda konvektiv o'tish jarayonining tezligi molekulyar o'tishdan tezroq kechadi.

Biz ko'rib chiqayotgan yuqoridagi ikki jarayon ham erkin diffuziyaga tegishli bo'lib, diffuziyalanayotgan xom-ashyo va erituvchi o'rtasida hech qanday to'siq uchramaydi. Ya'ni molekulyar va konvektiv diffuziyalar erkin sodir bo'ladi.

O'simlik hujayrasidan biologik suyuqliklarni ajratib olish vaqtida esa, yuqorida aytib o'tilganidek, bir qancha to'siqlar uchraydi. Birinchidan, o'simlik hujayrasining ichki qismiga o'tishdan oldin uning ustki qismi ya'ni, hujayra qobiq bilan o'ralgan bo'ladi. Uning fizik xususiyatlari har xil bo'lishi mumkin. Tirik o'simlik hujayrasining qobiq qismi oldida yana bir protoplazma po'stlog'i joylashgan bo'lib, u mayin yoki qalin bo'lishi mumkin. Protoplazma po'stlog'i juda katta rol o'ynaydi, u yadrosidagi sharbatini tashqarisidagi suyuqliklardan ajratib turadi [26]. Protoplazma tirikligida yarim o'tkazuvchi devor rolini o'taydi va ichki suyuqlikni tashqariga chiqarmaydi. Misol: shirin ildizni qancha sovuq

suvda saqlasak ham suv shirin bo'lmaydi. Chunki, po'st qismi shirinlik va yog'ini saqlab turadi. Bunda faqat hujayraning ichiga suv kirishi mumkin.

Bundan kelib chiqadiki, o'simlik hujayrasidan maqsadli komponentni ekstraktsiyalab olish murakkab jarayon. Jarayon ekstragentning o'simlik hujayrasining ichki qismiga kirib borishidan boshlanadi. Dializ jarayonida avval makro so'ngra mikro yoriqliklardan ekstragent hujayra ichiga kirib boradi va diffuziya jarayoni sodir bo'ladi. Hujayraning tarkibiga ekstragent kirib borishi natijasida hujayra shishib boraveradi (desorbtsiya va erish). Hujayra tarkibi ekstragent bilan to'yingach, kontsentratsiyalar tengligi boshlanadi, ya'ni hujayra kontsentratsiyasi ekstragent kontsentratsiyasiga qo'shilib tashqi tomonga harakat qiladi (dializ); avval ekstragent hujayralar oralig'idan, so'ng mikro va makro yoriqliklardan va oxirgi xom-ashyoning yuza qismiga chiqadi.

Modda ko'chishini baholash qanday usulda bo'lmasin, "modda o'tkazish" tushunchasi mavjud [26,27,28].

Modda o'tkazish biror modda massasini bir fazadan ikkinchi fazaga ajratib turuvchi yuza orqali olib o'tish demakdir. U kontsentratsiyasi katta bo'lgan fazadan kontsentratsiyasi kichik bo'lgan fazaga o'tishni anglatadi. Bu kontsentratsiyalar farqi modda o'tkazish jarayonini harakatlantiruvchi kuch bo'lib hisoblanadi. Bundan tashqari, modda o'tkazish tezligi fazalar to'qnashuv yuzasiga to'g'ri proporsional. Bu quyidagi formula orqali aniqlanadi [26,27,28]:

$$M=K \cdot F \cdot \Delta C \cdot \tau \quad (1.6)$$

bu yerda, M – bir fazadan ikkinchi fazaga o'tuvchi moddalar miqdori; F - fazalar to'qnashuv yuzasi; τ -vaqt; ΔC - kontsentratsiyalar farqi; K -modda o'tkazish koeffitsienti, *u vaqt birligi ichida, harakatlantiruvchi kuch birga teng bo'lganda, ularni ajratib turuvchi yuza birligidan o'tgan moddalar miqdorini xarakterlaydi.*

Bu formuladan kelib chiqadiki, modda o'tkazish jarayoni moddalarning vaqt birligida bir fazadan ikkinchi fazaga o'tish jarayoni, va u modda o'tkazish ko'effitsentiga, fazalar to'qnashish yuzasiga, kontsentratsiyalar farqiga va jarayon davomiyligiga to'g'ri proporsional.

Modda o'tkazish ko'effitsenti va hamma diffuziya jarayonlarining boshqa ko'rsatkichlari orasidagi bog'liklik quyidagicha hisoblanadi [31]:

$$K = \frac{1}{\frac{2r}{nD_{ich}} + \frac{\delta}{D} + \frac{1}{\beta}} \quad (1.7)$$

bu yerda, $2r$ - o'simlik xujayrasining qism qalinligi; n -ko'effitsient; D_{ich} – ichki diffuziya ko'effitsenti; D -molekulyar diffuziya ko'effitsenti; δ -diffuziya chegara qatlam qalinligi; β -konvektiv diffuziya ko'effitsienti.

Odatda ajratib olinishi lozim bo'lgan komponent qattiq moddaning tarkibida qattiq yoki erigan holda bo'ladi. Jarayonni amalga oshirish uchun tegishli erituvchi tanlab olinadi.

Kapillyar-g'ovak jism ichidan moddaning diffuziya tezligi ushbu tenglama bilan ifodalanadi [28]:

$$i = -\frac{dM}{Fd\tau} \quad (1.8)$$

Fazalarni ajratuvchi yuzadan oqim yadrosiga massa berish tezligi

$$\frac{dM}{d\tau} = \beta_y(y_f - y_{ch}) \text{ yoki } \frac{dM}{d\tau} = \beta_x(x_{ch} - x_f) \quad (1.9)$$

tenglamalar yordamida aniqlanadi.

Massa o'tkazuvchanlik va berish tezliklari orasidagi nisbatni baholash uchun Bio kriteriysidan foydalaniladi:

$$Bi = \frac{\beta \cdot l}{D} \quad (1.10)$$

Ayniqsa, kapillyar-g'ovak jismlarda massa o'tkazuvchanlik tezligi juda kichik bo'ladi.

1.1 va 1.2-rasmlarda o'simlik hujayrasining tuzilishi ko'rsatilgan.

Eritish jarayonini harakatga keltiruvchi kuch bo'lib, qattik, jism yuzasidagi ekstraksiyalanuvchi modda kontsentratsiyasi $y_{ch} = y_{mo'y}$ va uning ekstragentdagi o'rtacha kontsentratsiyasi $y_{o'r}$ larning farqi hisoblanadi.

Ushbu holatda jarayonning tezligi quyidagi tenglamadan aniqlanadi [28]:

$$\frac{dM}{F d\tau} = \beta_y (y_{to'y} - y_{o'r}) \quad (1.11)$$

bu yerda β_y - suyuqlik fazadagi massa berish koeffitsienti.

Qalinligi δ bo'lgan chegaraviy qatlamdagi molekulyar diffuziya tezligi Fikning 1-qonuni yordamida topiladi [28]:

$$\frac{dM}{F d\tau} = D \frac{(y_{to'y} - y_{o'r})}{\delta} \quad (1.12)$$

bu yerda D - molekulyar diffuziya koeffitsienti

Qattiq jismni eritish jarayoni uchun prof. A.N. Shukarev tomonidan ushbu formula keltirib chiqarilgan [28]:

$$\frac{M}{\tau} = \left(\frac{D}{\delta}\right) F_{o'r} (y_{to'y} - y_{o'r}) = \beta_y \cdot F_{o'r} (y_{to'y} - y_{o'r}) \quad (1.13)$$

bu yerda $\beta_y = D/\delta$. Tajribaviy usul bilan $\delta \approx D^{0.33}$ ekanligi aniqlangan.

Ekstraksiyalash paytida tegishli komponent qattiq fazadan diffuziya orqali suyuq fazaga o'tadi, biroq bunda murakkab qattiq jismning negizi o'zgarmay qoladi, ya'ni u inert – tashuvchi vazifasini o'taydi.

Qattiq jismlarni ekstraksiyalash jarayon sanoatning turli tarmoqlarida ishlatiladi. Oziq-ovqat sanoatida qand, usimlik moylari, sharbatlar, vitaminlar va ekstraktlarni olishda ekstraksiyalash usullaridan keng foydalaniladi.

Oziq-ovqat sanoatida erituvchilar sifatida ko'pincha suv, ekstraksiyon benzin va spirt ishlatiladi.

Oziq-ovqat sanoatida erituvchilar sifatida ko'pincha suv, ekstraksiyon benzin, spirt va boshqalar ishlatiladi.

Ekstrakt - bu ekstragent yordamida o'simlik hujayrasi tarkibidan kerakli komponentlarni ajratib olish natijasida paydo bo'ladigan modda. Ekstragentlar turiga qarab asosan quyidagilarga bo'linadi [31]:

1. Suvli;
2. Spirtli;
3. Efirli va b.

Lekin hozirgi kunda suyultirilgan CO₂ bilan ekstraksiya qilib olingan ekstraktlar ham ko'p tarqalgan [11-24].

1.2. Qattiq va suyuq fazalarning o'zaro ta'sirlanish usullari

Qattiq jism va suyuqlikning o'zaro ta'sirlanishiga ko'ra, oziq-ovqat sanoatida ishlatiladigan ekstraksiyalash va eritish jarayonlari quyidagi turlarga bo'linadi: 1) *cheklangan hajmli davriy*; 2) *paralliyel to'g'ri yoki qarama-qarshi yo'nalishli*; 3) *qo'zg'almas qatlamli* va 4) *mavhum qaynash qatlamli* [28].

Cheklangan hajmli davriy jarayon odatda mexanik yoki pnevmatik aralashtirgichi bo'lgan qurilmalarda olib boriladi. Qattiq zarrachalar aralashtirgich yordamida turli tezliklardahar tomonga qarab harakat qila boshlaydi. Qattiq zarrachalar harakatining inyeksiya kuchi ta'sirida suyuqlik vaqt o'tishi bilan o'zgaruvchan tezlikda harakat qila boshlaydi. Bunday inyeksiya

ryejimida ekstraksiyalash yoki eritish jarayonini tezlatish uchun kyerakli shart-sharoit yaratiladi. Jarayon muvozanat holatiga yaqinlashgan sari qattiq jismdagi diffuziya bo'layotgan moddaning konsyentrasiyasi kamayib boradi, natijada harakatlantiruvchi kuchning qiymati ham kamayadi. Ekstraksiyalash davomida suyuqlikka o'tgan moddaning miqdori esa ko'payib boradi. Demak, cheklangan hajmda olib boriladigan jarayon noto'g'ri jarayon hisoblanadi.

Aralashtirgichli qurilmalarda olib boriladigan chyeklangan hajmli jarayonlar davriy jarayonlarga xos bo'lgan bir qator kamchiliklarga ega bo'lganligi sababli ularning samaradorligi kam.

Parallyel yoki qarama-qarshi yo'nalishli jarayonlar uzluksiz ishlaydigan qurilmalarda olib borilishi sababli oziq-ovqat sanoatida kyeng ishlatiladi. Parallyel yo'nalishli jarayonlarda qattiq material va erituvchi bir tomonga harakat qiladi. Bunda ekstraksiyalash yoki eritish jarayoni ketma-ket joylashgan bir nyecha aralashtirgichli qurilmalarda olib boriladi. Qattiq material va erituvchining o'zaro ta'siri natijasida hosil bo'lgan aralashma (pulpa) bir qurilmadan ikkinchisiga o'z-o'zicha oqib o'tadi. Bu sxema bo'yicha jarayonning harakatlantiruvchi kuchi bir pog'onadan ikkinchisiga o'tishi bilan asta-syekin kamaya boradi. Odatda pog'onalarining soni 3-6 dan ortmaydi. Parallyenl yo'nalishli qurilmalarda qattiq materiallar tarkibidan ajralishi kerak bo'lgan modda birmuncha katta miqdorda ajratib olinadi.

Uzluksiz jarayonlarni qarama-qarshi yo'nalishda olib borish ancha yuqori samara beradi. Bu prinsipda ishlaydigan qurilmalarda qattiq material va suyuqlik bir-biriga qarama-qarshi tomonga harakat qiladi. Qurilmaning oxirgi apparatiga toza erituvchi beriladi, bu yerda tarkibida ajratib olinayotgan komponent kam qolgan qattiq material toza suyuqlik bilan o'zaro ta'sir ettiriladi. Qurilmaning birinchi apparatida esa dastlabki qattiq material konsentrasiyasi yuqori bo'lgan eritma bilan aralashadi. Natijada qurilmalar bir tekisda yaxshi ishlaydi. Eritmaning konsentrasiyasi ortadi, erituvchining sarfi va qurilmaning ish unumdorligi ko'payadi.

Qo'zg'almas qatlamli jarayonda donasimon qattiq material qatlamidan suyuqlik (erituvchi) o'tadi. Bunda filtrlanish jarayoni yuz beradi. Ekstraksiyalanish jarayonida qattiq material qatlamining balandligi o'zgarmas bo'ladi. Qattiq materiallarni eritish jarayonida qatlamning balandligi vaqt davomida o'zgarib boradi. Bu jarayon davriy ravishda olib boriladi. Qattiq material zarrachalari qatlamining har bir nuqtasidagi va qatlamdan chiqayotgan suyuqlik konsentrasiyalari doim o'zgarib turadi. Shu sababli o'zgarmas qatlamli jarayonlar noturg'un hisoblanadi.

Qo'zg'almas qatlamli jarayonlar qator afzalliklarga ega: ekstraksiyalash qurilmalari oddiy tuzilishga ega; pulpani ajratish va cho'kmani yuvish uchun qo'shimcha qurilmalar talab qilinmaydi; ekstraksiyalash jarayoni filtrlash orqali olib borilgani sababli ekstrakt ancha toza holda olinadi, qurilmalarning ish unumi ancha katta; hosil bo'lgan ekstrakt eritmasining konsentrasiyasi esa yuqori bo'ladi.

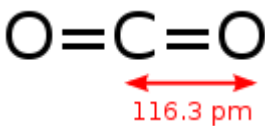
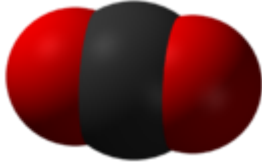
Bu usul kamchiliklardan ham holi emas: qo'zg'almas qatlam katta gidravlik qarshilikka ega; ushbu jarayoni amalga oshirish uchun qattiq material bir xil kattalikdagi mayda zarachalarga bo'lingan bo'lishi kerak.

Mavhum qaynash qatlamli jarayonda qattiq materialning zarrachalari suyuqlik ta'sirida mavhum qaynash holatiga keltiriladi. Qattiq material zarrachalarining qatlami qurilmaning g'alvirsimon tusigi ustiga joylashgan bo'ladi. Suyuqlik (erituvchi) ma'lum kritik tezlik bilan qattiq material qatlamining pastidan beriladi, bunda qattiq zarachalar har tomonga harakat qiladi. Suyuqlik albatta turbulyent oqim bilan harakatlanadi. Ekstraksiyalash davomida qattiq zarrachalarning barcha yuzasi erituvchi bilan o'zaro ta'sir etadi, natijada qattiq va suyuq fazalar o'rtasidagi modda almashinish jarayoni tez boradi.

Mavhum qaynash qatlamli jarayonlar asosida ishlaydigan qurilmalar oddiy tuzilgan, ularning massasi kam, ekstraksiyalash yoki eritish jarayoni katta tezlik bilan boradi.

Har bir konkret sharoit uchun texnik iqtisodiy hisoblashlar orqali tegishli usul qabul qilinadi.

1.3. Karbonat angidridning fizik-kimyoviy xossalari [32,3]

Uglerod oksidi (IV)	
  	
Boshqa nomlari	Karbonat angidrid, uglerod duoksidi, quruq muz (qattiq)
Formulasi	CO ₂
Molyar massasi	44,0095(14) g/mol
Qattiq holatda	Quruq muz
Ko`rinishi	Rangsiz gaz
CAS nomeri	[124-38-9]
Xossalari	
Zichligi har xil fazoviy holatida	1,9769 kg/m ³ , normal sharoitda; 771 kg/m ³ , suyuq; 1512 kg/m ³ , qattiq

Suvda erishi	1,45 kg/m ³
Issiqlik sig'imi	0,846 kJ/(kg·°C) 27 °C da
Erish issiqligi	25,13 kJ/mol'
Erish nuqtasi	−57 °C (216 K), bosim ostida
Qaynash temperaturasi	−78 °C (195 K),
Kislotaning konstanta dissotsiatsiyyasi (pK _a)	6,35 va 10,33
<u>Qovushqoqligi</u>	0,07 <u>pz</u> −78 °Cda
Tuzilishi	
Molekula shakli	Chiziqli
<u>Dipol momenti</u>	Nol
<u>Kristall chambarasi</u>	Molekulyar

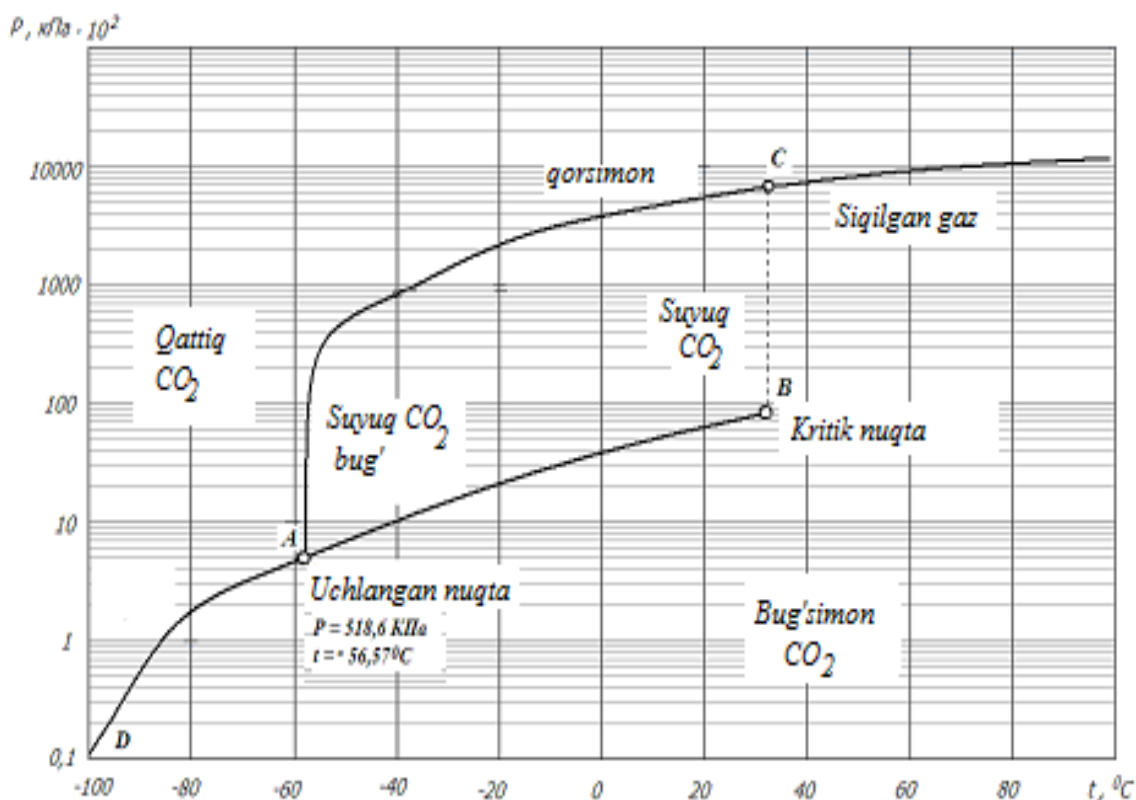
Karbonat angidrid gazi (uglerod dioksidi, CO₂) ikki element aralashmasidan hosil bo`ladi: uglerod va kislorod. Karbonat angidrid gazi uglevodorod yoki ko`mirni yoqish natijasida hosil bo`ladi, shu bilan bir qatorda inson yoki hayvonlarning nafas olganidan so`ng chiqadigan gazi hisoblanadi. Karbonat angidrid gazi atmosfera tarkibida ham kam miqdorda bo`lib, undan bazi bir gullar karbonat angidrid gazini yutib, kislorod chiqarishadi.

Karbonat angidrid gazi rangsiz va havo og'irligidan og'irroq. Muzlash temperaturasi −78,5°C muzlatilgan gaz qorga aylanadi. Suyuq eritma ko`mir kislotasini hosil qiladi, ammo eritmani ajratib olish oson emas, chunki u keraklicha stabil emas.

Ikki oksidli uglerod suyuq past temperaturali, suyuq baland bosimli va gazsimon ko`rinishda ishlab chiqariladi. Karbonat angidrid gazi ammiak, spirt va boshqa yonilg'i yoquvchi korxonalarning chiqindi gazlaridan olinadi. Ikki oksidli uglerod gazi −20°C temperatura va 101,3 kPa (760 mm sim.ust.) bosim ostida rangsiz va hidsiz, zichligi– 1,839 kg/m³. Suyuq ikki oksidli uglerod– rangsiz, hidsiz suyuqlik.

Karbonat angidrid gazi yong'inga xafli emas. Kontsentratsiyasi 5% (92 g/m^3) dan oshsa ikki oksidli uglerod inson sog'ligiga zararli - u havodan og'ir va kam shamol keladigan joylarda jamlanib turishi mumkin. Shuningdek havodagi kislorodning ma'lum bir hajmini pasaytiradi, buning natijasida kislorod tanqisligi keltirib chiqaradi.

Kundalik hayotda karbonat angidrid gazi keng qo'llaniladi. Misol uchun, hushbo'y essentsiya qo'shilgan gazlangan suvlar – chanqoqbosar ichimlik, oziq-ovqat sanoatida ikki oksidli uglerod konservant ko'rinishida ishlatiladi, u mahsulot qadoqlarida E290 kodi ostida yuritiladi, xamirda g'ovakchalar paydo qiluvchi sifatida ham ishlatiladi.



1.3.-rasm. CO₂ ning faza muvozanat holati diagrammasi [3]

(A – uchlangan nuqtasi, B – kritik nuqta)

CO₂ ning faza muvozanat holati diagrammasi uning 3 ta agregat holatining paydo bo'lish sharoitlarini yaqqol ko'rsatadi. *DAB* egri chizig'i qaynash chizig'ini, *AC* – erish chizig'ini, *BC*-kritik bosim chizig'ini belgilaydi. A va B

nuqtalar uchlik va kritik nuqtalarni belgilaydi. Qaynash egri chizig'ining *DA* kesmasi ayni paytda sublimatsion chizig'i bo'lib xizmat qiladi. Bu kesma doirasida karbonat angidrid qattiq holatdan gaz holatiga suyuq holatini cheklab bug'lanadi.

Yopiq *ABC* egri chizig'i doirasida suyuq karbonat angidrid joylashgan. Yopiq egri chiziq doirasida har qaysi nuqtada asosiy parametrlar (temperatura yoki bosim) ni yoki ikkovini ham o'zgartirib suyuqlikning faza holatini va xossasini o'zgartirish mumkin (bug'lanish, muzlash).

DAB chizig'idan pastda karbonat angidrid faqat gaz holatda, *DAC* chiziqdan yuqorida faqat qorsimon qattiq massa shaklida bo'ladi.

BC kritik chiziqdan o'ng tomonda o'takritik oblast joylashgan. Kritik oblastgachadan farqliroq bu o'takritik oblastda yuqorida aytib o'tilgan asosiy parametrlarni o'zgartirib faza holatini o'zgartirib bo'lmaydi. Temperatura yoki bosimni oshirib faqat ma'lum bir xossali suyultirilgan gaz hosil qilish mumkin. Bunda suyultirilgan gazning zichligi o'zgaradi, va bu bilan boshqa xossalari ham o'zgaradi (masalan, oquvchanlik, hujayra g'ovaklariga kirib borish xususiyati va h.k.).

CO_2 ning faza muvozanat holati diagramasiga ko'ra, bu modda yuqori uchlangan nuqtasiga ega:

$$t_n = -56,57 \pm 0,01^\circ\text{C}, P_n = 518,6 \pm 3 \text{ kPa}, r_n = 1501 \pm 9 \text{ kg/m}^3.$$

Kritik nuqta *B* parametrlari:

$$t_{kr} = 31,05 \pm 0,02^\circ\text{C}, P_{kr} = 7383 \pm 5 \text{ kPa}, r_{kr} = 468,16 \pm 3 \text{ kg/m}^3.$$

Atmosfera bosimida va xona temperaturasida karbonat angidrid faqat gaz holatida bo'ladi. $-56,6$ do $31,1^\circ\text{C}$ temperaturalar oblastida bosim ostida suyuq holatga o'tadi. Uchlangan nuqtadan past temperaturagacha sovitilganda yoki erish chizig'idan yuqorida drossellanganda qorsimon massaga aylanadi.

Suyultirilgan karbonat angidrid rangsiz, hidsiz va mazasiz suyuqlik bo'lib, $-56,6$ do $31,1^\circ\text{C}$ temperaturalar diapazonida ortiqcha bosim ostida mavjud bo'ladi.

Uning fizik parametrlari [3]:

Solishtirma issiqlik sig'imi – 2755 J/m ·s· grad;

Bug'lanishning yashirin issiqligi – 155,4 J/kg (20⁰Cda);

Solishtirma hajmi – 1,276 m³/kg;

Sirt tarangligi- 0,024 N/m.

Suyultirilgan CO₂ning termodinamik va fizik xossalari 1.1-jadvalda ko'rsatilgan.

1.1-jadval. Suyultirilgan CO₂ning termodinamik va fizik xossalari [3]

Temperatura, °C	Bosim, atm	Zichlik, kg/m ³	Bug' hosil qilishning umumiy issiqlik miqdori, kJ/kg	Qovushqoqlik, nz·10 ⁷
31,0	74,96	463,9	0,000	3220
30,0	73,34	596,4	63,01	4300
25,0	65,59	705,8	119,45	5410
20,0	58,46	770,7	155,33	6330
15,0	51,93	817,9	180,33	7210
10,0	54,95	858,0	201,35	8135
5,0	40,50	893,1	219,18	9160
0,0	35,54	924,8	235,01	10280
-5,0	31,05	953,8	249,12	10866
-10,0	26,99	980,8	261,72	11310
-15,0	23,34	1006,1	273,24	11735
-20,0	20,06	1029,9	283,83	12070
-25,0	17,14	1052,6	293,67	12414
-30,0	14,55	1072,2	303,01	12774
-35,0	12,26	1094,9	311,97	-
-40,0	10,25	1115,0	320,64	-
-45,0	8,49	1134,5	329,05	-
-50,0	6,97	1153,5	337,30	-
-55,0	5,66	1172,1	345,42	-
-56,6	5,28	1177,9	348,02	-

Suyuqlikning qovushqoqligi - fizik kattalik bo`lib, moddaning ko`p xossalari unga bog`liq, masalan, bu modda ichida boshqa modda molekulalarining harakati. Moddaning qovushqoqligi qancha kichik bo`lsa, shunchalik uning modda o`tkazish va diffuziyalanish jarayonlaridagi uning harakat xossalari namoyon bo`ladi. Qovushqoqlik molekulalar orasidagi bog`lanish kuchlariga asoslangan bo`lib, diffuziyalanayotgan molekulalar tomonidan engishi kerak bo`lgan energetik to`siqlarga bog`liq.

Suyultirilgan karbonat angidridning boshqa ko`p qo`llaniladigan erituvchilarga nisbatan qovushqoqligi eng kichik. Masalan, 20⁰Cda suyuq CO₂ning qovushqoqligi $6330 \cdot 10^7$ n^z, bu suvning qovushqoqligidan 16,7 marta, etil spirtidan – 17,8 marta, n-geksandan -5,5 marta, freondan -4,5 marta kichikdir [3]. Bunday qiyoslash suyuq CO₂ning katta diffuziyalash imkoniyatiga ega erituvchi sifatida texnik afzalligini ko`rsatadi.

Kritik holatgacha bo`lgan oblastda modda zichligining oshishi kuzatiladi (muhit temperaturasini bir xil saqlagan sharoitda). Temperatura maydonining tushishi zichlikning oshishiga olib keladi. Bu holatlarni suyultirilgan karbonat angidridni erituvchi sifatida qo`llashda hisobga olish kerak.

1.4. Ekstraktsiyalash jarayoniga ta`sir etuvchi omillar

Hujayrali strukturaga ega bo`lgan o`simlik xom-ashyosini ekstraktsiyalash xususiyatlari tahlili jarayonga juda ko`p omillar ta`siri borligini ko`rsatyapti. Bular:

- gidrodinamik sharoitlar;
- fazalar ajratish yuzasi;
- konsentratsiyalar farqi;
- ekstragent qovushqoqligi;
- ekstraktsiyalash davomiyligi;
- ekstragentni tanlash va boshqalar.

Gidrodinamik sharoitlar. Modda o'tkazish koeffitsienti (1.7) tenglamadan aniqlanadi va ko'rinib turibdiki, barcha diffuziya koeffitsientlariga bog'liq, hamda jarayonning gidrodinamik sharoitlariga bog'liq holda o'zgaradi. Demak, ekstragent xom-ashyo qatlami orasidan qanchalik harakati oson bo'lsa, ekstraktsiyalash jarayoni tezligi oshadi, chunki bunda modda o'tishini tezlashtiradigan konvektiv oqimlar paydo bo'ladi.

Fazalar ajratish yuzasi. "Qattiq modda-suyuqlik" sistemasida fazalarni ajratish yuzasi xom-ashyoni maydalash darajasiga bog'liq: xom-ashyo zarrachasi qancha mayda bo'lsa, yuza shuncha katta bo'ladi. Lekin judaam ko'p maydalangan qatlam yopishib qolib, ekstragentning yurishi qiyinlashadi.

Maydalash shakli bargsimon (лепесток) va unsimon (крупка) bo'lgan imbirni CO₂ bilan ekstraktsiyalash jarayoni [33] ishda taqqoslangan. Bargsimon shaklda maydalangan xom –ashyo unsimon maydalanganda nisbatan, boshqa sharoitlar bir xil bo'lganda, ekstraktsiyalash natijalari yuqori bo'lgan. Bunga sabab bargsimon xom-ashyoning strukturasi unsimonga nisbatan yaxshiroq drenajlik xususiyatlariga ega ekanligi va bargchalarning strukturasi ekstragent qatlamdan o'tishi uchun qulay deb ko'rsatilgan.

Kontsentratsiyalar farqi. Mualliflarning [34] ishida gvozdika, achchiq va xushbo'y murch, muskat yong'og'i va boshqalarni ekstraktsiyalashda yangi suyultirilgan CO₂ sarfining xom-ashyo tarkibidagi qoldik ekstraktiv moddalar miqdoriga ta'siri o'rganilgan. Bu xom-ashyolar ekstraktsiyalashda qalinligi 0,10-0,12 mm qalinlikdagi bargsimon shaklda berilgan. eksperimentlar "erituvchi-xom ashyo" larning massa nisbati o'zgartirilib o'tkazilgan. eksperiment natijalariga ko'ra yangi erituvchining sarfi xom-ashyo tarkibidagi qoldiq ekstraktiv moddalar miqdorida ta'siri kam bo'lgan, lekin bu omilning jarayon tezligiga ijobiy ta'siri aniq.

Ekstraktsiyalash davomiyligi. Modda o'tkazish asosiy tenglamasidan ma'lumki, ma'lum qatlamdan diffuziyalangan modda miqdori ekstraktsiyalash davomiyligiga to'g'ri proporsional. Lekin bizning sharoitda minimal vaqt ichida barcha jarayonni tezlashtirish imkoyatlarni qo'llagan holda maksimal

modda eritib olish kerak bo`ladi. Chunki ekstraktsiyalash jarayoni cho`zilganda olinadigan mahsulot tarkibiga kattamolekulalari moddalar o`tishi va fermentlar ta`sirida nojo`ya jarayonlar ro`y berishi mumkin.

Ekstragent qovushqoqligi. Fik qonuniga asosan ekstragentning ma`lum qatlamidan diffuziyalangan modda miqdori shu ekstragentning berilgan temperaturadagi qovushqoqligiga teskari proportsional. Bundan kelib chiqadiki, kichiq qovushqoqlikka ega ekstragentlar ko`proq diffuziyalash xususiyatiga ega. Bu o`rinda suyultirilgan CO<sub>2</sub>ni qo`llash katta samara beradi, chunki uning qovushqoqligi suvga nisbatan 14 marta, etanolga nisbatan 5 marta kichik [3].

Ekstragentlarni tanlash. Ekstragentlar qo`yiladigan talablar 1.5–paragrafda ko`rsatilgan. Suyultirilgan CO₂ning boshqa suyuq gaz-ekstragentlarga nisbatan afzalligi quyidagilar: kimyoviy zararsiz (indeferentlilik), kichik qovushqoqlikka ega, narxi arzon va moylarga o`xshagan gidrofob moddalarni eritib olish xususiyatiga ega.

1.5.Suyultirilgan karbonat angidridni erituvchi sifatida ekstraktsiyalash jarayonida qo`llash

O`simlik materiallarini ekstraktsiyalash jarayonida erituvchi asosiy ahamiyatga ega. U hujayra devorlari ichiga kirib borish, hujayra ichidagi kerakli moddani selektiv eritish, har xil to`siqlardan o`tish va o`simlik materialidan tashqariga chiqish xususiyatlariga ega bo`lishi kerak.

Farmatsevtika va oziq-ovqat sanoati maxsus talablaridan kelib chiqqan holda bu sanoatlarda qo`llaniladigan ekstragentlarga ma`lum talablar qo`yiladi, *ya`ni ekstragent:*

- *katta erituvchanlik xususiyatiga, hamda bu bilan birga yuqori tanlov xususiyasiga, ya`ni kerakli moddalarni maksimal eritib, kerakmas ballast moddalarni minimal eritib olish xususiyatiga;*
- *hujayra devori g`ovaklaridan yaxshi o`tib borishni ta`minlaydigan yuqori ho`llanmaslik (смачиваемость) xususiyatiga;*

- *ekstraksiyalanayotgan moddalarga va ishlab chiqarish jihozlariga nisbatan kimyoviy ta'siri yo'qlilik (inderentlilik) xususiyatiga;*
- *ekstragentni ekstraksiyalangan mahsulotdan haydab chiqarilgandan keyin mahsulotda begona hid va odam organizmi uchun zarali moddalarni qoldirmaslik xususiyatiga;*
- *uchuvchanlik xususiyatiga, hamda kichik qaynash temperaturasiga, issiqlik sig'imiga, bug'lanish issiqlik miqdoriga va qovushqoqlikka ega bo'lishi;*
- *zaharsiz, maksimal yong'in va portlash xavfsizligiga;*
- *xitmat ko'rsatish personali uchun xavfsiz;*
- *arzon narxga ega bo'lishi talab etiladi.*

Hozircha bu barcha talablarga javob beradigan ekstragent yo'q.

Suyultirilgan gaz – bu normal sharoitda ($P=101,3$ kPa, $t=20^{\circ}\text{C}$) gaz holatida bo'lib, ularning suyuq holatga o'tishi uchun berilgan bosimda to'yinish temperaturasidan past temperaturagacha sovitish kerak [10]. Bundan kelib chiqadiki, suyultirilgan gazlar 20°C va undan yuqori haroratlarda faqat ortiqcha bosim ostida suyuq holatga o'tadi. Bu bosim miqdori har bir gaz uchun har xil bo'ladi [32].

Suyultirilgan gazlar bilan ekstraksiyalash jarayoni bosim ostida bajariladi, bosim olingandan keyin ekstragent “uchib” ketadi, ekstraksiyalangan moddalar toza holda qoladi.

Ko'p suyultirilgan gazlar bilan ekstraksiyalash variantlari ichida suyultirilgan CO_2 ekstraksiyalash ko'p tarqalgan [7,8,9,10]. Chunki ekstragent sifatida freonni ishlatish ekologik jihatdan xavfli, yonuvchi gazlar, masalan, propanni qo'llash yong'in xavfligi bo'yicha ko'p xarajatlarni keltirib chiqaradi va h.k.

Suyultirilgan CO_2 efirli, yog'li moylarni va shunga o'xshash gidrofob moddalarni yaxshi ajratib oladi.

CO_2 -ekstraksiyalashni ikkita texnologiyaga – *kritik nuqtagacha va o'takritik texnologiyalarga bo'ladilar*. Kritik nuqtagacha ekstraksiyalashda gaz-

ekstragent xom-ashyo bilan suyuq holda ta'sirlashadi, o'takritik ekstraksiyalashda – flyuid holatda [5,7,8,9,10].

Hozirgi vaqtda maxsus termin ishlatiladi: o'takritik flyuid - *supercritical fluid* (inglizcha “*fluid*” so'zidan olingan bo'lib, “*oquvchan*” ma'nosini anglatadi) [5].

Moddani kritik hajm (V_{kr})dan kichik yopiq hajmda joylashtirib, uning temperaturasi va bosimini kritik nuqtadan yuqoriga ($T > T_{kr}$, $R > R_{kr}$) ko'tarsak, modda o'takritik holatga o'tadi. Bunda moddaning xossalari uning gaz va suyuqlik holatlaridagi xossalari o'rtasida bo'ladi, masalan, o'takritik holatda gaz suyuqlikdagidek katta zichlikka va gazdagidek kichik qovushqoqlikka ega bo'ladi. Diffuziya koeffitsienti ham gaz va suyuqlik orasida bo'ladi, bu modda o'tkazish jarayonini tezlashtiradi va bunday holat o'takritik flyuidlarni erituvchi sifatida ekstraksiyalash jarayonida qo'llashda samara beradi [10].

Hozir 90 % o'takritik flyuid texnologiyalar o'takritik CO₂ bilan olib boriladi [5]. CO₂ning ko'p ishlatilishi uning quyida keltirilgan xususiyatlari bilan bog'liq. Bu xususiyatlar o'takritik CO₂ni unikal erituvchiligini ta'minlaydi. Bu xususiyatlar quyidagilar:

- ekologik toza va kimyoviy zararsiz (oziq-ovqat va farmatsevtika sanoati uchun bu juda muhim);
- portlashga va yong'inga xavfsiz;
- ishlab chiqarish narxining arzonligi;
- atmosfera bosimida gazga aylanadi (bu bosimni tushirish yo'li bilan ekstraktni ajratib olish imkonini yaratadi);
- kritik temperaturasi xona temperaturasiga yaqin (31,3⁰C) va kritik bosimi nisbatan past (7,39 MPa).

Hozirgi vaqtda o'takritik CO₂-ekstraksiyalash Evropa, AQSh, Xitoy, Rossiya va Hindiston davlatlarida rivojlangan [5].

1.6.Suyultirilgan CO₂ yordamida o'simlik xom-ashyosidan ekstraktlar olish tajriba-eksperimental qurilmasi yozuvi

Eksperimental qurilma sig'im *I* dan, issiqlik almashinuv qurilmasi *II* dan, yuqori bosimli ekstraktor *III* dan, separator *IV* dan, ekstrakt isitgichi *V* dan, CO₂ gaz balloni *VI* dan, kompressor *VII* dan va kondensator *VIII* dan iborat (1.4-rasm) [35].

Suyultirilgan CO₂ bilan ishlaydigan katta bosimli ekstraktor zanglamaydigan po'latdan yasalgan qalin devorli sig'im bo'lib, germetikligi O-simon mis xalqasi bor rezbali birikma bilan ta'minlanadi.

Ekstraksiya qilinadigan material zanglamaydigan to'rtli kassetaga solinadi va ekstraktor korpusiga qo'yiladi.

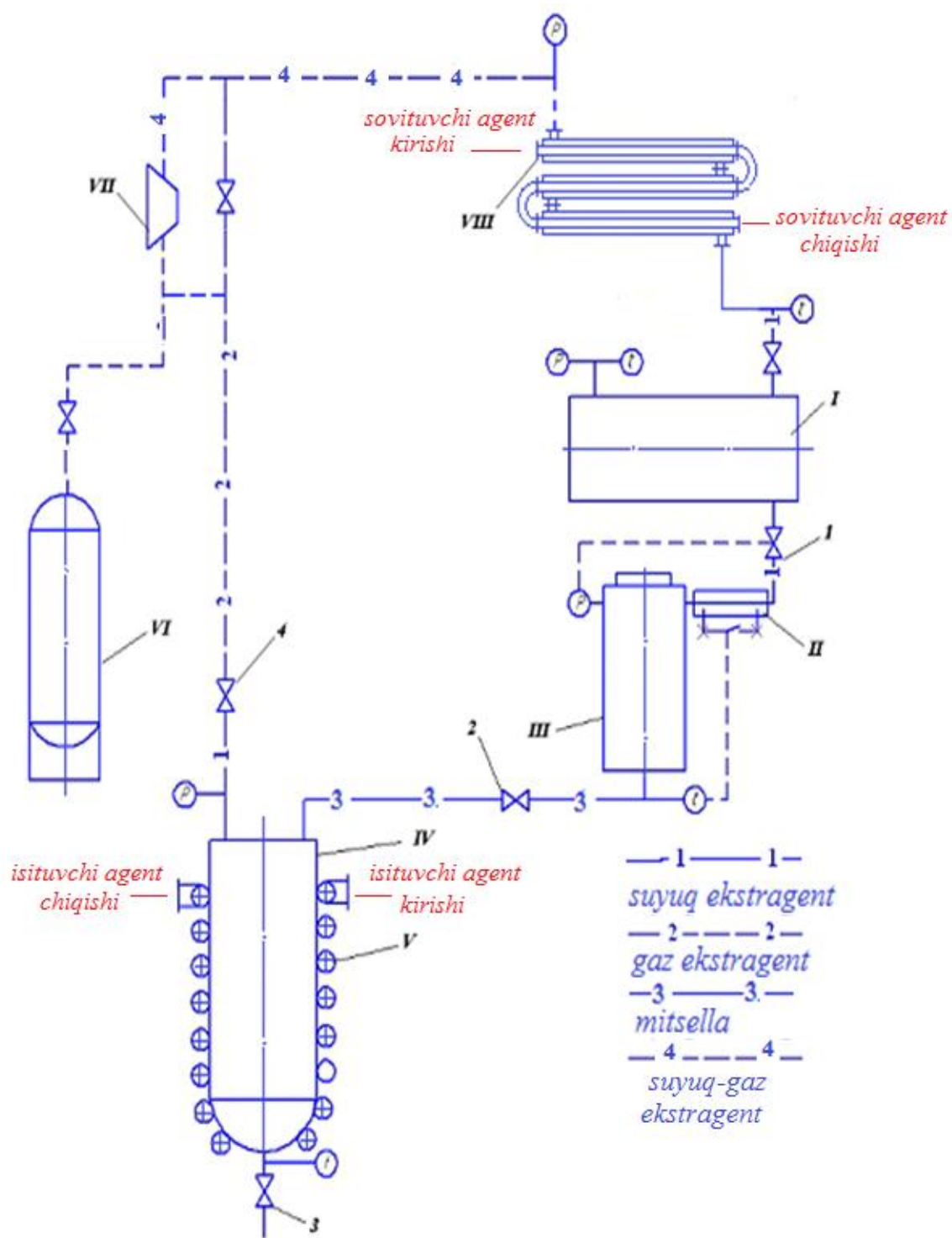
Temperaturani boshqarish ekstraktor ishchi kamerasi kirish va chiqishida o'rnatilgan termometr datchiklari signallari yordamida amalga oshiriladi.

Ekstragentni uzatish sistemasi sig'im *I* dan, issiqlik almashinuv qurilmasi *II* dan, yuqori bosimli ekstraktor *III* dan, rostlovchi klapan 1 va yopuvchi armatura 2 dan iborat.

Ekstragent sarfi rostlovchi klapan 1 yordamida o'zgartiriladi. Bu klapan ekstraktor ishchi kamerasi chiqishida o'rnatilgan manometr ko'rsatgichiga qarab boshqariladi.

Mahsulotni yig'ish sistemasi separator *IV* dan, ekstrakt isitgichi *V* dan va yopuvchi klapanlar 3 va 4 dan iborat.

Isituvchi agent sifatida issiqlik nasosining ishchi agenti ishlatiladi.



1.4-rasm.CO₂-ekstraksiyalash qurilmasi texnologik sxemasi

Kondensatsiyalash sistemasi kondensator *VIII* dan va yopish armaturasi 6 dan iborat.

Sovituvchi agent sifatida issiqlik nasosining ishchi agenti ishlatiladi.

Suyultirilgan CO_2 bilan ekstraktsiyalash jarayoni quyidagicha amalga oshiriladi: oldindan maydalangan o'simlik xom-ashyosi (masalan, o'rik danagi mag'zi) konteynerga solinib, konteyner ekstraktorga qo'yiladi. Ekstraktor hermetik yopiladi va butun sistema gaz CO_2 bilan shamollanib havo siqib chiqariladi.

Suyultirilgan CO_2 kompressor *VII* da 8 MPa gacha qisiladi, kondensator *VIII* dan o'tib o'ta kritik holatga ($P_1 = 8 \text{ MPa}$ va $t_1 = 30\text{--}35^\circ\text{C}$) keladi va sig'im *I* da yig'iladi. Issiqlik almashinish qurilmasi *II* dan o'tib ekstraktorga beriladi. Issiqlik almashinish qurilmasi trubkali elektr isitgich yordamida ekstragent temperaturasini $30\text{--}35^\circ\text{C}$ gacha saqlab turish uchun ishlatiladi. O'ta kritik karbonat angidrid o'simlik xom-ashyosi qatlamlaridan o'tib, kerakli komponentni (o'rik moyini) ajratib oladi va ekstraktorning pastki qismidan chiqib ketadi. Drossel ventili 4 dan o'tib, o'ta kritik holatdan gaz holatiga ($P_2 = 6,0\text{--}6,5 \text{ MPa}$ va $t_2 = 20\text{--}30^\circ\text{C}$) o'tadi.

Separator *IV* da o'ta kritik CO_2 da erigan o'rik moyi cho'ktiriladi. Gaz holatdagi karbonat angidrid kompressorda ishchi bosimgacha qisiladi, kondensatorlar bloki *VIII* da suyultiriladi va jarayon qaytariladi.

1.7. Ishlab chiqilgan suyultirilgan CO_2 -bilan ishlaydigan ekstraktor tuzilishi va ishlash printsipi

Taklif qilinayotgan ekstraktor (1.5-rasm) o'simlik xom-ashyosidan erituvchi yordamida ekstraktsiyalash texnikasiga ta'luqli bo'lib, farmatsevtika, kosmetika va oziq-ovqat sanoati uchun suyultirilgan CO_2 yordamida o'simlik xom-ashyosidan (meva danagi, qovun, kadi, uzum urug'i va boshqalardan) o'simlik moyi va ekstraktlar ishlab chiqarish uchun mo'ljallangan.

Ekstraktorga qo'yiladigan asosiy talab: katta samadorlikka ega bo'lishi kerak, ya'ni minimal miqdordagi erituvchi ishlatib xom-ashyodan to'la mahsulotni ajratib olishi, va bunda minimal vaqt sarflashi kerak. Bu vaqtga ekstraktorni qayta yuklash vaqti ham kiradi.

Taklif qilinayotgan ekstraktorda buning uchun kasseta (konteyner) qo'llaniladi. Bu kassetaning konstruksiyasi ekstraktorning ichki konstruksiyasiga o'xshash (setkali taglikli yupqa listli silindr). Bu kasseta ekstraktorni xom-ashyo bilan yuklash operatsiyasini tezlatishga yordam beradi. Kassetaga oldindan termik ishlov berilgan xom-ashyo yuklab tayyorlab turiladi va ekstraktor to'xtatilganda ichidan ekstraktsiyalangan xom-ashyoli kasseta olinib, yangi kasseta yuklanadi.

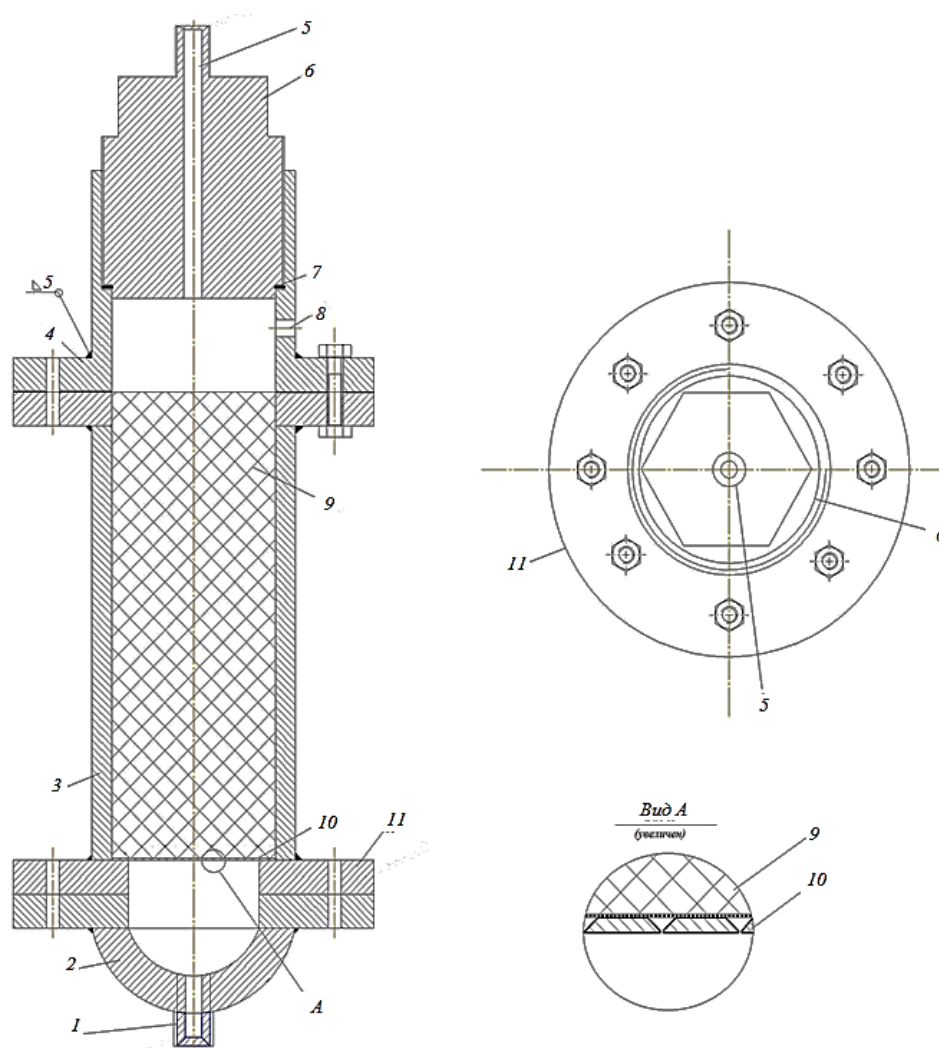
Ekstraktor katta bosimga chidaydigan vertikal sig'im shaklida bo'lib (3.1-rasm), yuqori va past qismidan qopqoq bilan mahkamlangan, erituvchi uning yuqori qismidan beriladi.

Bu ekstraktor davriy ishlaydigan ekstraktor bo'lib, ishchi bosimi $P_{ish}=8-10$ MPa ni tashkil qiladi. Shuning uchun u va uning yig'ma detallari mustahkam, katta bosimga chidamli materiallardan tayyorlanishi kerak. Ekstraktor *12X18H10T* zanglamaydigan po'latdan yasalgan qalin devorli sig'im 3 bo'lib, germetikligi yuqoridagi qopqoq 4 va pastki taglig 2 korpusga yumshoq misli zichlagich (tiqin) orqali flanetsli birikma bilan mahkamlanadi.

Ekstraktor quyidagicha ishlaydi. Kasseta ekstraktsiyaga tayyorlangan material bilan to'ldirilib, ekstraktor korpusi 3 ga qo'yiladi va qopqoq va gayka, zichlagich bilan yuqoridan yopiladi. Ekstraktor germetizatsiyalanadi va suyultirilgan karbonat angidrid bilan ekstraktsiyalashga tayyor bo'ladi. Keyin ekstraktor klapanlari birlamchi CO₂ni yuboruvchi sig'imga va mistsellani qabul qiluvchi separatorga ulanadi.

Suyultirilgan karbonat angidrid sig'imdan ekstraktor yuqori qismiga patrubka 5 orqali kiradi va oqim bilan yuqorudan pastga harakatlanadi. Suyuq karbonat angidrid kassetadagi materialni yuvib, kerakli komponentlarni ekstraktsiyalaydi: erituvchi maydalangan va termik ishlov berilgan mahsulot

bilan ta'sirlashib, yuza qismidagi hujayralardan kerakli komponentlarni eritib oladi. Undan keyin ichkari hujayralarga diffuziyalanib ichkariga kirib boradi va kerakli komponentlarni eritib ajratib olaveradi. erituvchida eritilgan moddalar kontsentratsiyasi kamaygan sayin erituvchida ichkarida joylashgan qatlamlardan kerakli komponent eritib olinadi. Erituvchi bunda hujayra qatlamlari qarshiligini engib boradi. Diffuziyalanib erituvchiga o'tayotgan komponentlar miqdori fazalar yuzasi, kontsentratsiyalar farqi va vaqtning oshishi sayin oshib boradi, erituvchining qovushqoqligi oshgan sayin kamayadi.



1.5-rasm. Suyltirilgan CO₂-bilan ishlaydigan ekstraktor

1-ekstrakt chiqagigan patrubok; 2-elliptik taglig; 3-silindrik korpus; 4-qopqoq; 5-manometr uchun shtutser; 6-gayka-qopqoq; 7-misli zichlagich; 8- suyltirilgan CO₂ kiradigan patrubok; 9-xom-ashyo uchun kasseta; 10-zeerli plastinalar; 11-flanestlar.

Paydo bo`lgan mistsella pastga panjarali taglikdan oqib tushib, ekstraktor past qismidagi patrubka 1 orqali separatorga yuboriladi.

Jarayon tugagandan keyin erituvchini olib keluvchi va mistsellani olib ketuvchi quvurlardagi klapanlar yopiladi. Ekstraktor qopqoq ochilgan keyin yana keyingi ekstraktsiyalashga tayyorlanadi.

II-bob. CO₂-ekstraktsiyalash jarayonining boshqarish sxemasini ishlab chiqish

2.1. Jarayonni avtomatlashtirishning funktsional sxemasini ishlab chiqish

Ekstraktsiyalash jarayonini optimal boshqarishning maqsadi – bu ekstraktorning maksimal ish unumdorligini ta'minlagan holda uning barqaror ishlashiga, hamda energiya va erituvchi sarfini minimalligini ta'minlagan holda ekstrakt kontsentratsiyasi yuqoriligiga erishishdir.

Jarayonning dinamikasini o'rganish optimal avtomatik boshqaruv tizimini yaratish muammosini hal qilishning asosiy sharti hisoblanadi.

Jarayonni ta'sir etuvchi omillarni I-bobda o'rgangan holda ta'sir etuvchi g'alayonlarni, rostlanadigan ta'sirlarni va chiquvchi parametrlarni aniqlaymiz.

Bu ekstraktsiyalash jarayonida asosiy g'alayonlar bo'lib o'simlik xom-ashyosining tarkibi va temperaturasi hisoblanadi. Rostlanadigan ta'sirlarga ekstragent sarfi, kompressorning va isitgichning ish rejimining o'zgarishini kiritish mumkin. Mistsellaning kontsentratsiyasi, ekstragentning bosimi va temperaturasi chiquvchi parametrlardir.

Jarayonning avtomatlashtirishning funktsional sxemasi asosiy texnik hujjat bo'lib, texnologik jarayon alohida qismlarini boshqarish, rostlash va avtomatik nazorat qilishning funktsional-blokli strukturasini, hamda boshqarish ob'ektini avtomatlashtirishning asbob va vositalari bilan, jumladan, mikroprotsessorli texnika bilan jihozlashni belgilaydi.

Texnologik jarayonni boshqarishning axborot-kommunikatsiya tizimlarida boshqarish ob'ekti bo'lib asosiy jihoz – ekstraktor va yordamchi jihozlar, ularga o'rnatilgan yopuvchi va rostlovchi qurilmalar, hamda ishlatilayotgan texnologiya xususiyatiga ko'ra energiya, xom-ashyo va boshqalar xizmat qiladi. Jarayonni boshqarishning funktsional sxemasini ishlab chiqish uchun quyidagi vazifalarni hal qilish zarur:

- texnologik jarayon va jihoz holati haqida birlamchi axborotni olish;

- jarayonni boshqarish uchun unga bevosita ta`sir etish;
- texnologik parametrlarni barqarorlashtirish;
- jarayonning texnologik parametrlarini va texnologik jihoz holatini nazorat qilish va qayd qilib borish.

Bu vazifalar quyidagi texnik vositalar yordamida bajariladi: birlamchi axborotni oluvchi va etkazuvchi vositalar; axborotni o`zgartiruvchi va qayta ishlovchi vositalar; axborotni o`zgartiruvchi va xizmat ko`rsatuvchi personalga etkazuvchi vositalar; komplekt va yordamchi qurilmalar.

CO₂-ekstraktsiyalash jarayonini boshqarish tizimi quyidagi funktsiyalarni bajarishni ta`minlashi kerak [35]:

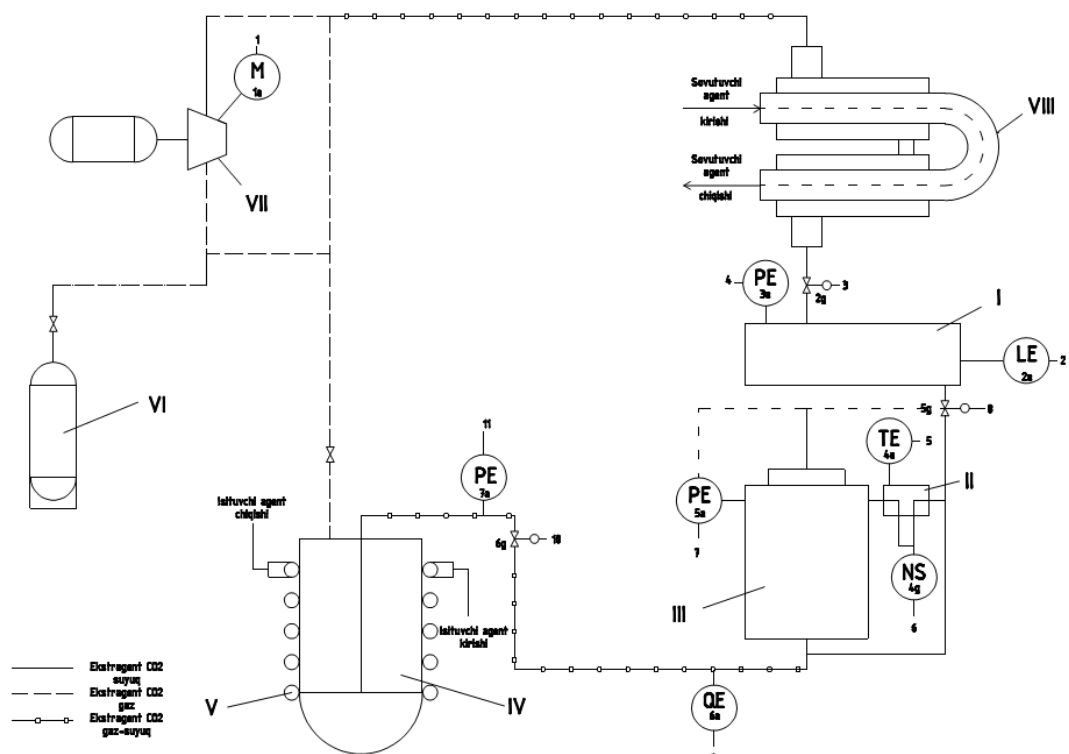
- 1) suyultirilgan CO₂ bosimini o`lchash ($P=8$ MPa);
- 2) suyultirilgan CO₂ temperaturasi o`lchash ($t=30-35^{\circ}\text{C}$);
- 3) ekstragent sarfi yordamida ekstraktsiyalab olinayotgan komponent konsentratsiyasini rostlash;
- 5) ekstragentni uzatish klapanini boshqarish;
- 8) sig`imdagı suyuq CO₂ sathini uning sarfi yordamida rostlash;
- 9) elektrisitgichlarni o`chirib/yoqish yordamida isitgichdagı suyuq CO₂ning temperaturasi rostlash.

2.1.1.Funksional sxema ishlash printsiipi

Suyultirilgan CO₂ kompressor VII da 8 MPa gacha qisiladi, bunda uning elektrdvgateli magnitli ishga tushirgich 1a 3RT10 (Siemens) orqali ishga tushiriladi, kondensator VIII dan o'tib o'ta kritik holatga ($P_1 = 8$ MPa va $t_1 = 30-35^0\text{C}$) keladi va sig'im I da yig'iladi. Sig'imda bosim nazorat qilinadi. Bu Midas HP 40.4312 asbob yordamida bajariladi 3a va kompyuterda qayd qilib boriladi. Sig'imdagi ekstragent sathi FS8881H-PP datchik 2a bilan o'lchanadi va 2g ijrochi mexanizm EGE GV2ni ochish/yopish orqali boshqariladi.

Issiqlik almashinish qurilmasi II dan o'tib ekstraktorga beriladi. Issiqlik almashinish qurilmasi trubkali elektr isitgichyordamida ekstragent temperaturasi 30-35⁰C gacha saqlab turish uchun ishlatiladi. Issiqlik almashtirgichdagi harorat 4a DTCxx5 yoradamida o'lchab boriladi. Temperaturani berilgan qiymatda saqlab turish 4g EGE GV2 bilan amalga oshiriladi. Ekstraktordagi bosim 5a Midas HP 40.4312 datchigi bilan o'lchansa, uni o'zgartirish uchun 5g pozitsiyadagi EGE GV2 turidagi ijrochi mexanizm ishlatiladi. O'ta kritik karbonat angidrid o'simlik xom-ashyosi qatlamlaridan o'tib, kerakli komponentni (o'rik moyini) ajratib oladi va ekstraktorning pastki qismidan chiqib ketadi. Ekstraktordan mahsulot chiqishida 6a LCI-KL50 konsentratometri o'rnatilgan. Konsentratsiya berilgan qiymatga yetganda 6g EGE GV2 ijrochi mexanizm drossel ventilini ochadi. Drossel ventilidan o'tib, o'ta kritik holatdan gaz holatiga ($P_2 = 6,0 \dots 6,5$ MPa va $t_2 = 20 \dots 30^0\text{C}$) o'tadi. Drossel ventildan chiqishdagi bosim 7a Midas 40.4312 datchigi bilan nazorat qilib turiladi.

Separator IV da o'ta kritik CO₂ da erigan o'rik moyi cho'ktiriladi. Gaz holatdagi karbonat angidrid kompressorda ishchi bosimgacha qisiladi, kondensatorlar bloki VIII da suyultiriladi va jarayon qaytariladi.



		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		$L=0,8\text{ m}$ $P=8\text{ MPa}$ $t=30-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ $P=8\text{ MPa}$ $C=0,5$ $P=6\text{ MPa}$										
Mahalliy asboblar		NS 1a	LT 3a	LY 3a	PT 4a	TT 3a	NS 5a	PT 6a	PY 6a	QT 4a	QT 3a	PT 3a
DTK	OBQ	Chiqish	AS									
			DS									
		Kirish	AS									
			DS									
	Kontroller	Naz.										
		Rost.										
		DMQ										
	PK	I										
		R										
		Himoya										

3.1 –rasm.Funksional sxema

2.2. Avtomatlashtirishning asbob va vositalarni tanlash va asoslash

Avtomatizatsiyalash asboblari va vositalarini tanlashda quyidagi sharoitlarni hisobga olish kerak:

- texnologik jarayon xarakterini, yong'in va portlash xavfsizligini, tashqi muhitning agressivligini va zaharligini;
- o'lchanadigan muhitning parametrlari va fizik-kimyoviy xossalarini;
- o'zgartirgichlarning o'rnatish joyidan nazorat va boshqarish punktlarigacha axborot signallarni uzatish uzunligini.

Avtomatik nazorat tizimi ishi sifatiga talablar asosiy metrologik parametrlarni o'z ichiga oladi: o'lchash aniqligi; sezgirlik chegarasi; tizimning tez harakatchanligi.

O'lchash o'zgartgichini (datchigini) tanlash uchun asos bo'lib nazorat qilinadigan muhitning harakteristikalari, nazorat qilinadigan parametrlarning o'zgarish diapazoni va o'lchash aniqligi xizmat qiladi.

Ko'rsatuvchi bosim o'zgartgichi JUMO MIDAS HP



Ko'rsatuvchi bosim o'zgartgichi JUMO Midas HP suyuqlik va gazlardagi nisbiy bosimni o'lchash uchun mo'ljallangan. Shkalali asbob shaklida yasalgan bo'lib, o'lchash parametrini indikatsiyalaydi va uni unifitsiyalangan tokli signalga o'zgartirish imkoniyatiga ega.

Asosiy texnik xarakteristikalar:

Chiqish signali 4-20 mA yoki 0-10 V;

Massaviy ulush bo'yicha xatoligi $\pm 1\%$;

O'lchanadigan mahsulot temperaturasi $-20\dots+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha;

O'lchash chegarasi 0...400 bar;

Sensor: zanglamaydigan po'lat va kremniy;

Kiruvchi signal: 0/4-20 mA ili 0-10 V;

Konstruktiv bajarilishi: korpus $\varnothing$ 100 mm zanglamaydigan po'latdan, IP 54/65.

Qalqovichli sath o'lchash datchigi FS8881M-PP



Asosiy texnik xarakteristikalar:

Ishlash prinsipi: qalqovichli, gerkon

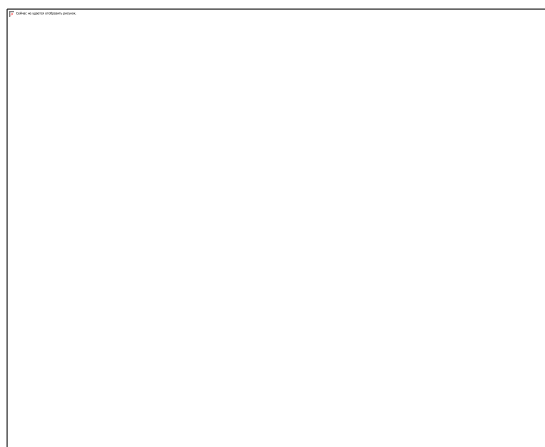
O'lchanayotgan muhit temperaturasi: $-35\dots+120\text{ }^{\circ}\text{C}$;

Shartli bosim: 10 MPa;

Ishga tushish vaqti 0.8 ms

Chiquvchi signal kattaligi: 4...20 mA;

Qarshlik termometri DTS-xx5



Asosiy texnik xarakteristikolari:

O'lchash temperaturasi: $-50...+500^{\circ}\text{C}$;

Muhitning shartli bosimi: 10 MPa;

Chiquvchi signal miqdori: 4...20 mA;

Sezgir elementlar soni: 1 yoki 2 ta;

Issiqlik inersiyasi miqdori: 10...30 sek;

Ishchi organi materiali: mis;

Induktiv o'lchagich Konsentratomer LCI-KL50KPF



Asosiy texnik xarakteristikalar:

Gabarit o'lchamlari 297x110x131;

Atrof muhit harorati $-5 \dots +50$ °C;

Chiquvchi signal miqdori: $4 \dots 20$ mA, $0 \dots 10$ mV;

Maksimal bosim 100 bar;

O'lchash chegarasi $0 \dots 2000$ ms/cm;

Ma'lumot uzatish vaqti 0.5 c.

Ijrochi mexanizm va rostlovchi organ GV2+Smartcon



Asosiy texnik xarakteristikalar:

Maksimal ishchi temperaturasi: 400 °C;

Iste'mol kuchlanishi: 3x400 V 50/60 Hz yoki 230 V 50 Hz;

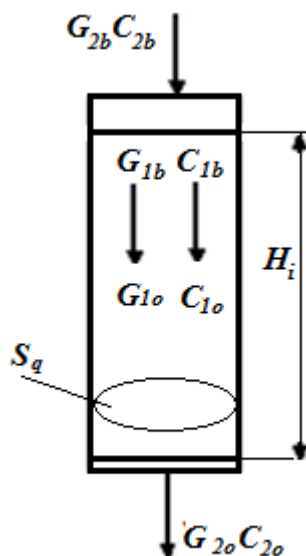
Korroziyadan himoyalanganlik;

Qo'l bialn ishlatish imkoniyatining mavjudligi;

Kiruvchu signal miqdori: 4-20 mA.

2.3. CO₂-ekstraksiyalash jarayonini matematik modelini yaratish va boshqarish parametrlarining dinamik xarakteristikalarini tadqiq qilish

CO₂-ekstraksiyalash jarayoni I-bobda aytib o'tilganidek qo'zg'almas qatlamda olib boriladi. Bunda donasimon qattiq material qatlamidan suyuqlik (erituvchi) o'tadi. Bu jarayon davriy ravishda olib boriladi. Jarayon sodir bo'lishi davomida G_1 danak mag'zidagi C_1 moy konsentratsiyasi kamayib boradi, G_2 erituvchi CO₂ tarkibi C_2 moy konsentratsiyasi bilan boyib boradi.



2.2-rasm. ekstraksiyalash davrida taqsimlanayotgan moddaning harakat sxemasi

Bundan kelib chiqib, jarayonning dinamikada moddiy balansi:

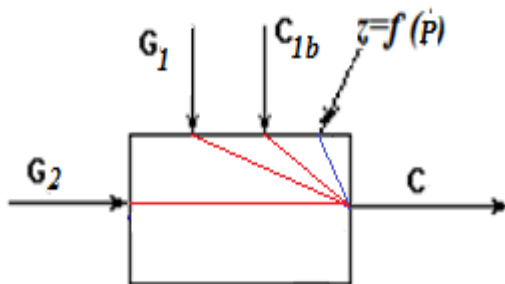
$$\rho S_q H_i \frac{dC}{d\tau} = G_{1b}C_{1b} - G_{1o}C_{1o} + G_{2b}C_{2b} - G_{2o}C_{2o} \quad (2.1)$$

bu yerda ρ -xom-ashyoning zichligi; H_i -ekstraktorning ishchi balandligi S_q -ekstraktorning ko'ndalang kesim yuzasi; G_{1b} , C_{1b} , G_{1o} , C_{1o} - xom-ashyoning boshlang'ich va oxirgi sarfi va tarkibidagi yog'ning konsentratsisi; G_{2b} , C_{2b} , G_{2o} , C_{2o} -erituvchining boshlang'ich va oxirgi sarfi va tarkibidagi yog'ning konsentratsisi.

Statikada, ya'ni $\frac{dC}{d\tau} = 0$ bo'lganda moddiy balans:

$$G_{1b}C_{1b} + G_{2b}C_{2b} = G_{1o}C_{1o} + G_{2o}C_{2o} \quad (2.2)$$

(2.1) va (2.2) ifodalarni tahlil qilib, ekstraktordan chiqayotgan mistSELLa "CO₂+danak yog'i aralashmasi" kontsentratsiyasiga ta'sir qiluvchi omillarni aniqlaymiz. Bular, danak mag'zining boshlang'ich miqdori G_1 , va undagi yog'ning boshlang'ich kontsentratsiyasi C_{1b} va asosiy omil, erituvchi SO₂ning miqdori G_2 hamda jarayonning axborot sxemasini quramiz.



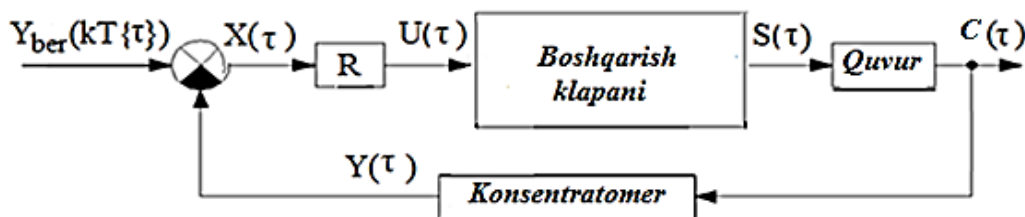
2.3-rasm. Jarayonning axborot sxemasi

- Mumkin bo'lgan boshqariladigan ta'sir etuvchi omil: G_2
- Mumkin bo'lgan nazorat qilinadigan g'alayonlar: G_1 ; C_{1b}
- Mumkin bo'lgan nazorat qilinmaydigan g'alayonlar: P
- Mumkin bo'lgan boshqariladigan o'zgaruvchi: C
- Eng samarador boshqarish kanali: $G_2 \rightarrow C$

2.3.1. $G_2 \rightarrow C$ boshqarish kanalidagi rostlash konturining funktsional sxemasi

MATLAB tizimi tarkibiga dinamik tizimlarni modellash Simulink paketi kiradi. Avtomatik tizimlarning dinamikasini tadqiq qilishda hamda avtomatik rostdash nazariyasi usullarini amalga oshirishda ushbu paketning imkoniyatlari kattadir. Tizimni matematik modellash uchun ushbu paketdan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

2.4-rasmda $G_2 \rightarrow C$ boshqarish kanalidagi rostdash konturining funktsional sxemasi keltirilgan. Qurilmadan chiqayotgan mistsellaning yog' bo'yicha konsentratsiyasi chegara miqdorida etganda boshqarish klapani ishga tushirilib, mistella separatorga o'tib ketadi, ya'ni $S(\tau)$ ni $C(\tau)$ ga o'zgartiradi. $C(\tau)$ konsentratomer uchun kirish signali bo'ladi. Konsentratomerdan chiqqan $Y(\tau)$ signal summatorga keladi, u erda u hisoblab berilgan ta'sir $Y_{ber}(kT\{\tau\})$ bilan solishtiriladi.



2.4-rasm. $G_2 \rightarrow C$ boshqarish kanalidagi rostdash konturining funktsional sxemasi

Elementlarni uzatish funktsiyalari orqali tavsifi. Funktsional sxemadagi har bir elementni uzatish funktsiyasi orqali yozib chiqamiz. Tizimda foydalaniladigan summatorlar boshqa elementlarga ta'sir qilmaydi deb hisoblaymiz, ya'ni u birlik uzatish funktsiyasiga ega.

Kontsentratomer LCI-KL50. Ushbu kontsentratomerning umumiy ma'lumot berish vaqt oralig'i uning texnik pasportiga ko'ra $T_{dd}=0,5$ c (1 sekunda 2 ta o'lchash).

Datchikda urnatilgan protsessor blogi tashqi faktorlar ta'sirini va nochiziqsizlikni korrektirovka qilish imkoniyatini beradi. Demak, kontsentratomerni tipik inertsion zveno qilib ko'rsatish mumkin:

$$W_{dd}(p) = \frac{k_{dd}}{T_{dd} \cdot p + 1} \quad (2.3)$$

k_{dd} - koefitsientni quyidagi shartlardan kelib chiqqan holda aniqlaymiz: CO₂dagi danak yog'ining minimal kontsentratsiyasi $C_{min}=0$ % da datchikning chiqish signali $Y_{min}=4$ mA ga teng bo'ladi. erituvchi tarkibidagi danak yog'ining maksimal kontsentratsiyasi $C_{max}=50$ % = 0,5 bo'lganda esa datchikning chiqish signali $Y_{max}= 20$ mA ga mos keladi. Demak:

$$k_{dd} = \frac{Y_{max} - Y_{min}}{C_{max} - C_{min}} = \frac{0,02 - 0,004}{0,5 - 0} = 0,032 \quad (2.4)$$

T_{dd} va k_{dd} qiymatlarini (2.3) ga qo'yib uzatish funktsiyasini sonli ko'rinishda hosil qilamiz:

$$W_{dd}(p) = \frac{0,032}{0,5 \cdot p + 1}$$

Quvur. Kontsentratomer va rostlash klapani orasidagi quvur uzunligining qisqaligini inobatga olib, unda mahsulot oqishidagi kechikishini hisobga olmaymiz. Shundan kelib chiqqan holda, quvurni kuchaytirish koefitsienti birga teng bo'lgan tipik kuchaytiruvchi zveno deb qaraymiz:

$$W_m(p) = 1$$

Rostlovchi klapan. Bosimni rostlash uchun suyuq moddalar uchun mo'ljallangan EGE GV2 rusumli pnevmatik rostlash klapani qo'llanilgan. U elektr servoprivod hamda Smart con intellektual elektropnevmatik pozitsioner bilan birga etkazilib beriladi. Tanlangan jihoz va jarayon parametrlari uchun ilovada keltirilgan xarakteristikalariga ko'ra klapani tipik tebranuvchi zveno sifatida olamiz va uni doimiy vaqtli zveno sifatida karaymiz:

$$T_{1kl} = 0,28 \text{ s}; \quad T_{2kl} = 0,45 \text{ s}.$$

Klapaning uzatish funktsiyasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$W_{kl}(p) = \frac{k_{kl}}{T_{1kl}^2 p^2 + T_{2kl} \cdot p + 1} \quad (2.5)$$

k_{kl} (tebranish) koeffitsientini quyidagi shartlardan kelib chiqqan holda aniqlaymiz:

Pozitsionerning kirishdagi $U_{min} = 4 \text{ mA}$ minimal signaliga, klapaning $S_{min} = 0\%$ chiqish klntsentratsiyasi to'g'ri keladi. Pozitsionerning kirishdagi $U_{max} = 20 \text{ mA}$ maksimal signaliga esa $S_{max} = 50\% = 0,5$ chiqish kontsentratsiyasi to'g'ri keladi. Unda:

$$k_{kl} = \frac{S_{max} - S_{min}}{U_{max} - U_{min}} = \frac{0,5 - 0}{0,02 - 0,004} = 31,25 \quad (2.6)$$

T_{1teb} , T_{2teb} va k_{kl} qiymatlarini (2.5) qo'yib klapaning uzatish funksiyasini sonli ko'rinishda yozamiz:

$$W_{kl}(p) = \frac{31,25}{0,0784p^2 + 0,45 \cdot p + 1}$$

PID – rostlagich. Regulyator vazifasini kontroller bajaradi. CHiziqli tizimlar usulidan foydalanib, rostlash masalasini echishning oddiy usulini ko'rib chiqamiz. CHunki, kontrollerning markaziy protsessori yuqori tezlikda ishlash qobiliyatiga ega (boshqarishning diskretligini hisobga olmaymiz).

Sozlash jarayonida PID-rostlagich uchta parametrni talab etadi: proporsional kanalning k_p kuchaytirish ko'effitsientini, integral kanalning k_i kuchaytirish ko'effitsientini va differentsial kanalning k_d kuchaytirish ko'effitsientini. Rostlagich tarkibiga ikkinchi tartibli forsirlanuvchi zveno kirganligini inobatga olib kuyidagini yozamiz:

$$W_p(p) = k_n + \frac{k_u}{p} + k_o \cdot p = k_u \frac{T_{1P}^2 \cdot p^2 + T_{2P} \cdot p + 1}{p} \quad (2.7)$$

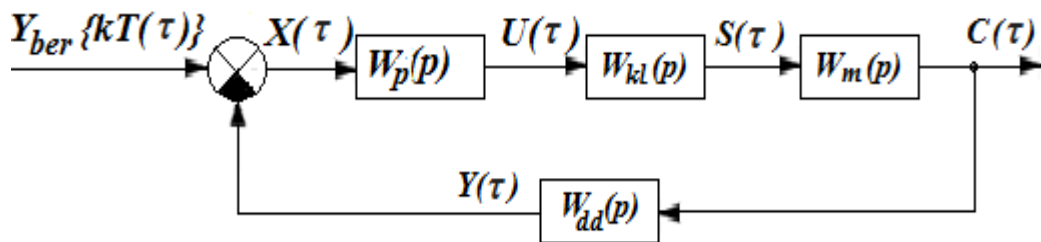
bu yerda:

$$T_{1P}^2 = \frac{k_o}{k_u} \quad T_{2P} = \frac{k_n}{k_u}$$

(2.7) ifodani sonli ko'rinishda yozishning hozircha imkoniyati yo'q. Chunki, T_{21R} va T_{2R} no'malum parametrlar bo'lib, ular rostlagichni sozlash orqali aniqlanadi.

2.3.2.Rostlash konturining strukturali sxemasi

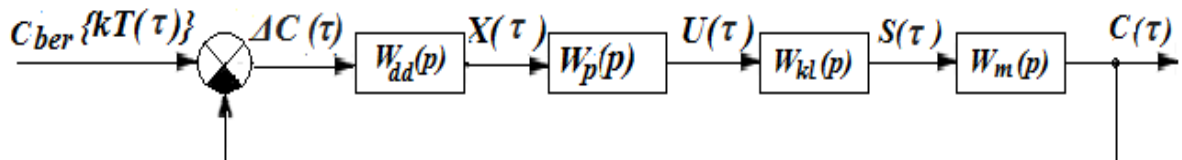
Funksional sxema asosida sarf bo'yicha kontsentratsiyani rostlash konturining strukturali sxemasi 2.5-rasmda keltirilgan.



2.5-rasm. Rostlash konturining strukturali sxemasi

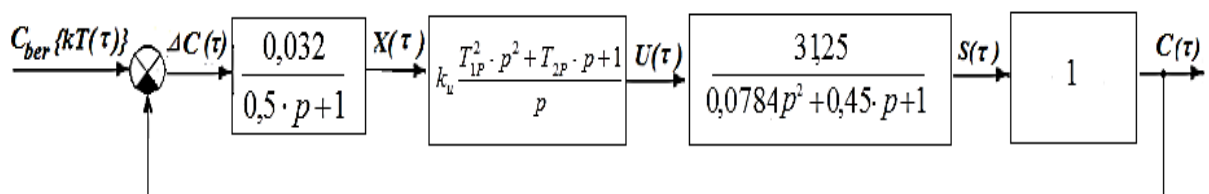
Avtomatik boshqaruv nazariyasi metodlaridan foydalanish uchun yopiq struktura bo'lishi talab etiladi, ya'ni mavjud strukturali sxemani birlik teskari aloqa strukturasiga keltirish lozim. Bu o'zgartirishni summatorni ko'chirish yo'li bilan, shuningdek fiktiv zvenoni tashlab yuborish orqali amalga oshiramiz. Chunki, tizimni tavsiflashda $S_{ber}(\tau)$ qanday olinganligi ma'lum emas.

O'zgartirishlardan keyin olingan strukturali sxema 2.6-rasmda keltirilgan.



2.6-rasm. O'zgartirishlardan keyingi strukturali sxema

Zvenolarning shartli belgilashlarida konkret ifodalarni va ularning uzatish funksiyalarini sonli ko'rinishda yozamiz. (imkoniyati bo'lgan joyda). YAkunlangan strukturali sxemaning ko'rinishi 2.7- rasmda keltirilgan.

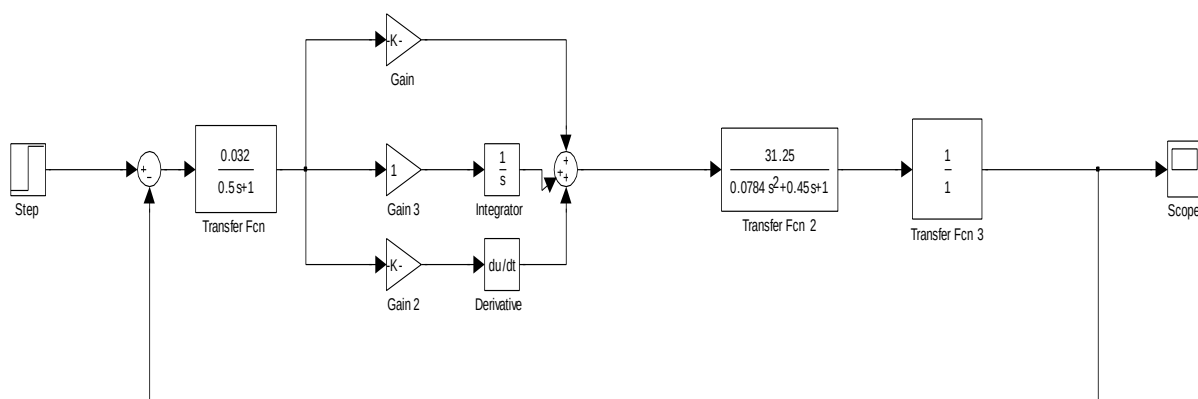


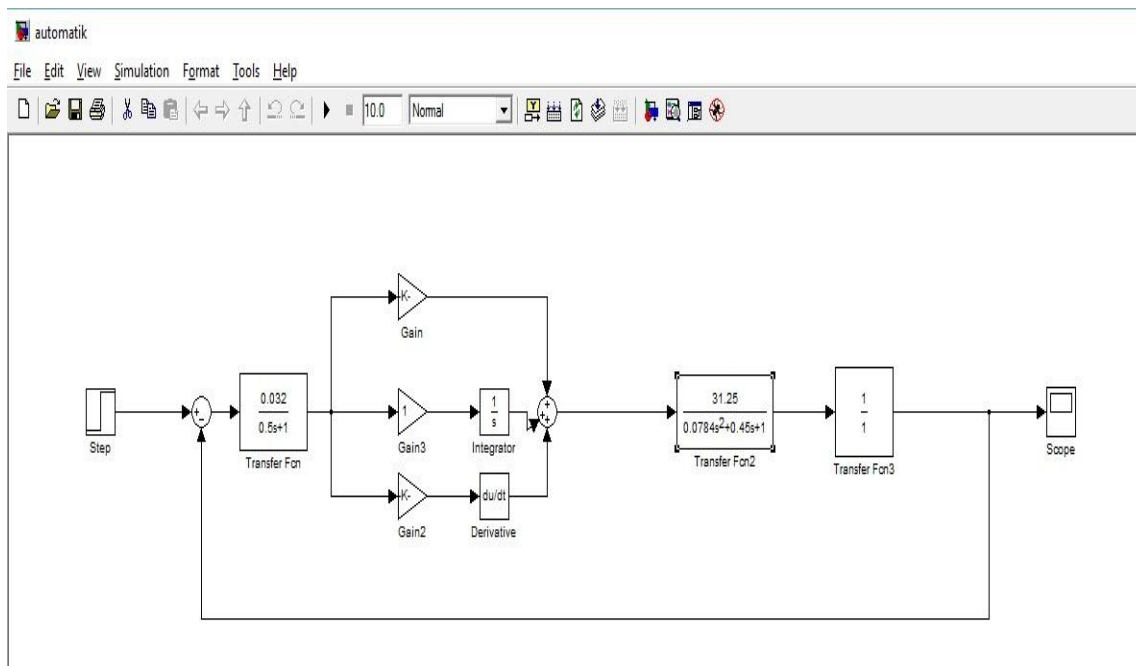
2.7-rasm. Yakuniy strukturali sxema

2.4.Rostlash konturini tadqiq qilish

Tizimni tadqiq qilishni MATLAB tizimidagi Simulink dinamik tizimlarni modellashtirish paketida olib boramiz, bu tizim avtomatik rostlash tizimlarini sintez va analiz qilishga mo'ljallangan. Avtomatik tizimlarni dinamikasini tadqiq qilishda, shuningdek avtomatik boshqarish nazariyasi usullarini amalga oshirishda Simulink tizimining imkoniyatlari kengdir. Tadqiq qilinayotgan tizim - strukturali sxema ko'rinishida beriladi. elementlar Simulink kutubxonasida mavjud bo'lgan tipik zvenolardan tanlanib olinadi. Tahlil usullarini tadqiq qilishda Simulink dasturi berilgan struktura uchun uzatish funksiyasini hisoblash, chastotali xarakteristikalarini hamda o'tish jarayonlari natijalarini grafik usulda chiqarib berish imkoniyatlarini beradi.

Tizimni tadqiq qilish uchun olingan strukturali sxemani (2.8-rasm) dastur talablari asosida o'zgartirilgan holda modelning oynasiga kiritamiz.





2.8 – rasm. MATLAB-dagi strukturali sxema

Klapaning tebranuvchi xarakteristikasini tizim sifatiga salbiy taʼsirini oldini olish uchun, rostlagichning shunday parametrlarini olish kerakki, ular dvigatelning parametrlariga mos kelsin, yaʼni:

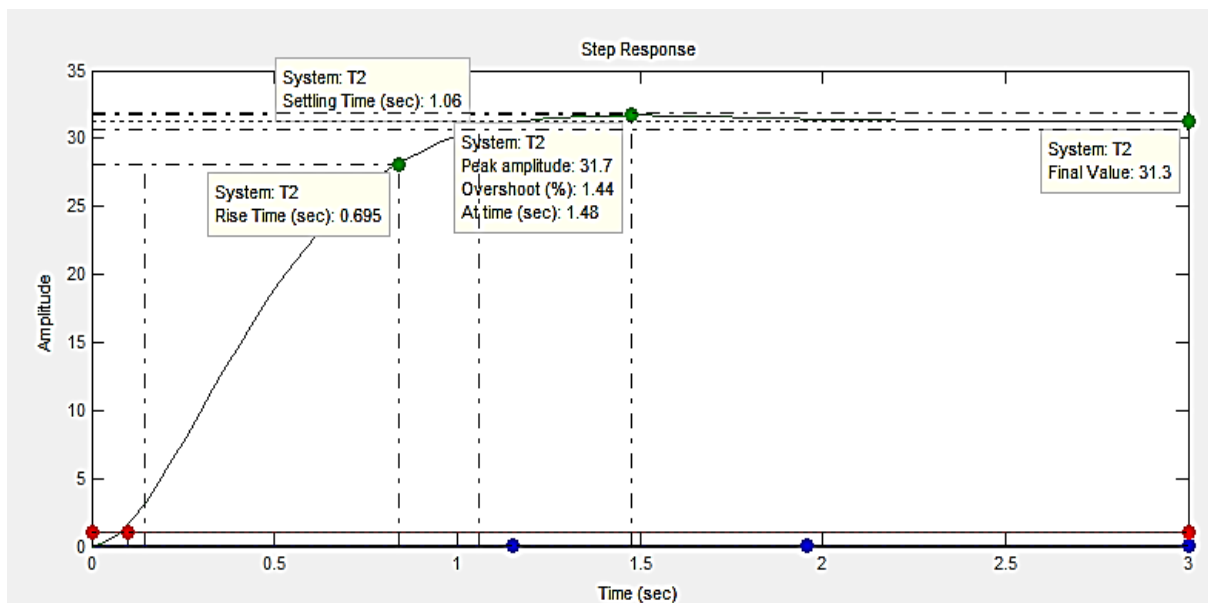
$$T_{1P}^2 = \frac{k_{\partial}}{k_u} = T_{1\kappa\eta}^2 = 0,0784 \quad (2.8)$$

$$T_{2P} = \frac{k_n}{k_u} = T_{2\kappa\eta} = 0,45 \quad (2.9)$$

Bunday sozlash natijasida rostlagich uzatish funktsiyasining suratida joylashgan qavs ichidagi ifoda bilan, klapan uzatish funktsiyasining maxrajidagi ifodasi qiskaradi va shu orqali klapaning tebranuvchi xossalarning kompensatsiyasi taʼminlanadi.

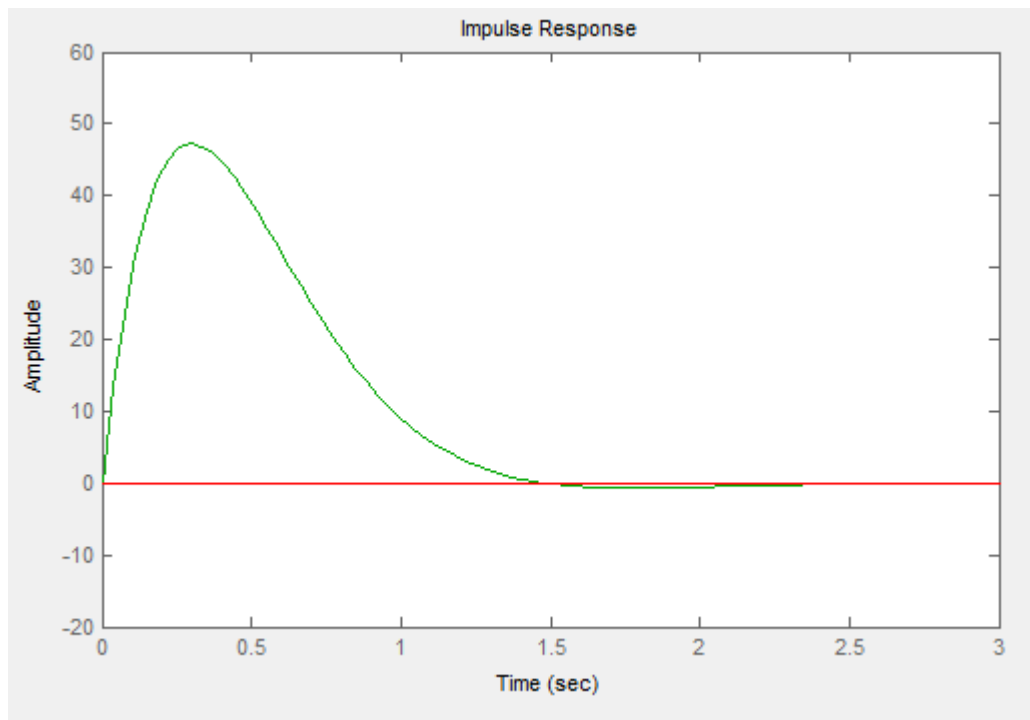
Tadqiqotning birinchi boskichida aniqlik kiritish maqsadida, rostlagich integral kanalini kuchaytirish koefitsientini $K_i=1$, deb qabul qilamiz. U holda (2.8) va (2.9)-dan: $K_p=0,45$; $K_d=0,0784$ ga teng boʻladi.

PID rostlagichning boshlangʻich sozlash uchun oʻtish jarayoni grafigi 2.9-rasmda keltirilgan.



2.9– rasm. PID- rostlagichning boshlang'ich sozlash uchun o'tish jarayoni grafigi (birlik pog'onali g'alayonli ta'sir)

Rasmdan ko'rinib turibdiki, tizim tebranuvchi o'tish jarayoni bilan turg'un bo'ldi. O'tish jarayoni davomiyligi $t_{pp} = 1,48$ s tashkil etadi. Qayta rostlash 1,44 % - ni tashkil etadi, statik xatolik esa nolga teng (integral tashkil etuvchi qatnashgan). Olingan natijalar asosida quyidagi xulosalarni qilish mumkin: olingan tizim turg'un va jarayon sifati qoniqarli ($y < 15\%$).

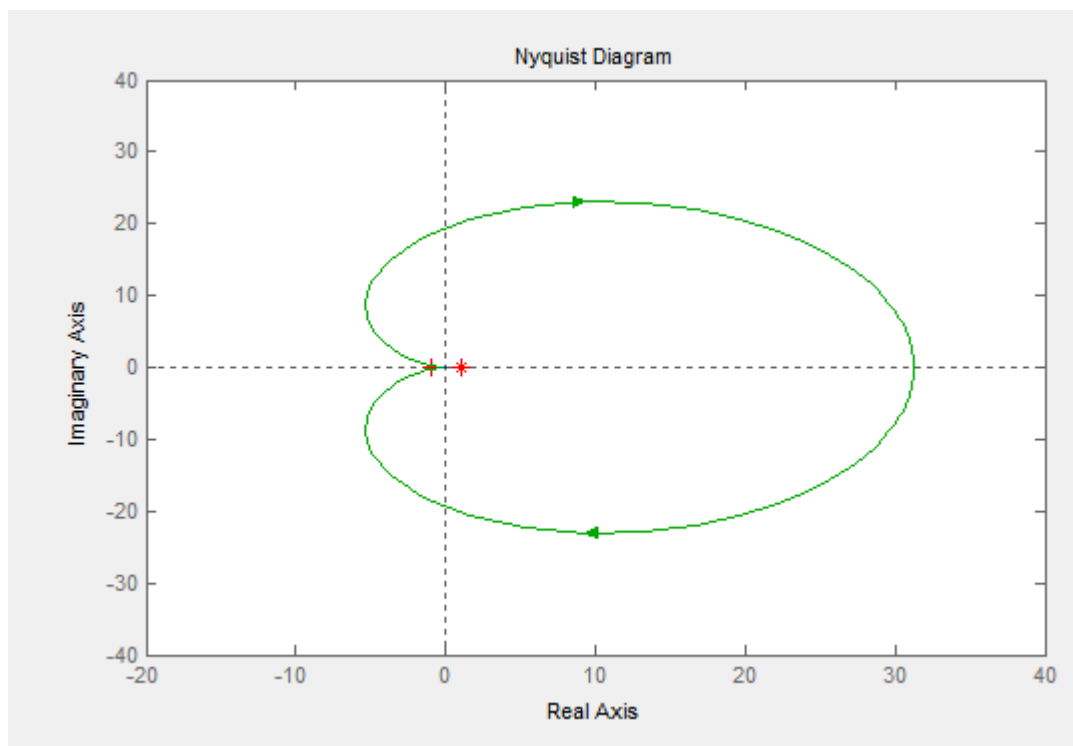


2.10-rasm. Impulsli g'alayonli ta'sirida ARSning dinamik xarakteristikasi

Yuqorida berilgan chizmalardan ko'rinib turibdiki, ob'ektga birlik pog'onali va impulsli g'alayonli ta'sirlangan so'ng o'z-o'zini rostlash xossasiga ega, ya'ni ARSi to'g'ri stabil ishlash qobiliyatiga ega.

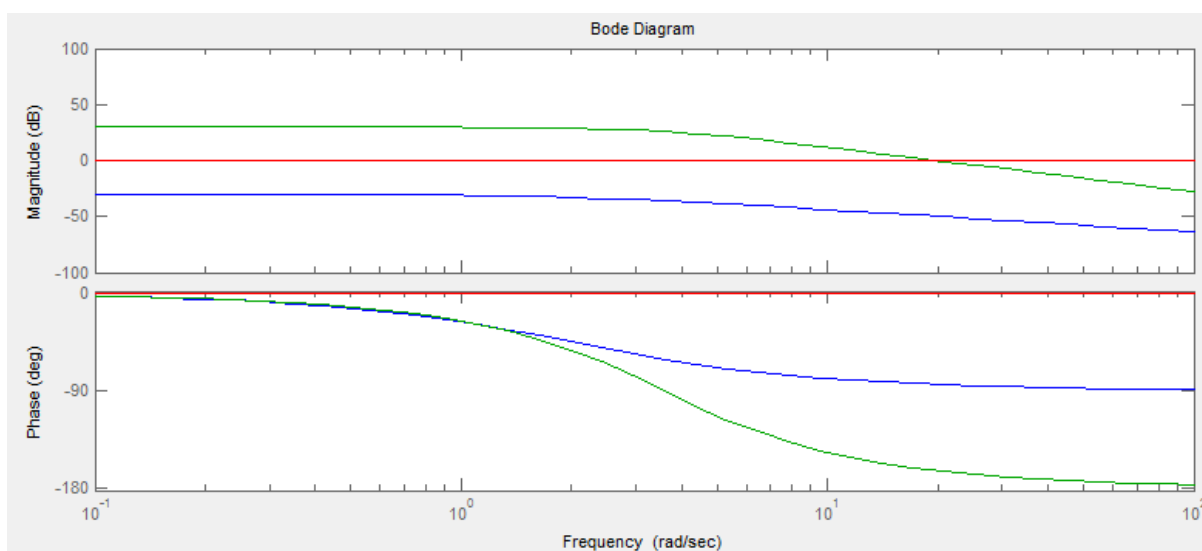
Avtomatik rostlash sistemasi turg'un bo'lishi uchun ochiq sistemaning AFXsi chastota $0 < \omega < \infty$ o'zgarganda $(-1; 0)$ kritik nuqtani o'z ichiga olmasligi kerak.

2.11-rasmda tadqiqot qilinayotgan tizimning amplituda-faza-chastotaviy xarakteristikasi ko'rsatilgan. Ushbu chizmadan ko'rish mumkinki, ARS stabil, turg'un ishlash qobiliyatiga ega.



2.11-rasm. Tadqiqot qilinayotgan tizimning amplituda-faza-chastotaviy xarakteristikasi

Rostlagichning logarifmik amplituda-chastotaviy xarakteristikasi $L(\omega)$ va logarifmik faza-chastotaviy xarakteristikalari $\varphi(\omega)$ 2.12-rasmda keltirilgan.



2.12-rasm. Rostlagichning logarifmik amplituda-chastotaviy xarakteristikasi $L(\omega)$ va logarifmik faza-chastotaviy xarakteristikalari $\varphi(\omega)$

Yuqoridagi rasmda keltirilgan egri chiziqlar amplituda-faza-chastotaviy xarakteristikalar yordamida olingan natijalarni tasdiqlaydi (chastotalar kesilish chegarasida 0.6dek - dan kam emas, ikki tomonga egilish 20dB/dek-ni tashkil qilgan - bu holatda o`tish jarayoni aperiodik bo`ladi).

III-bob.Texnologik jarayonni AKT asosida boshqarish texnologiyasi

3.1.Texnologik jarayonni boshqarishning axborot-kommunikatsiya tizimi yozuvi

Texnologik jarayonlarni boshqarishda axborot-kommunikatsiya tizimlari (TJBAKT) boshqarish ob`ektida boshqarish ta`sirlarini shakllantirish uchun axborotlarni yig`ib qayta ishlash funktsiyalarini amalga oshiradi hamda boshqaruv ob`ektini masofadan turib boshqarish imkoniyatiga ega bo`ladi.

TJBAKTni yaratilishi va ishga tushirilishi texnik-iqtisodiy natijalarni yaxshilanishiga, mahsulotning tannarxini tushirishiga va sifatini standart darajasida saqlab turishga imkon yaratadi hamda xizmat qiluvchi personalning mehnat sharoitini yaxshilaydi.

TJBAKTning strukturaviy tuzilishini gorizontal va vertikal bo`yicha qarash mumkin. Gorizontal bo`yicha qarashda texnologik jarayonni boshqarish bo`yicha texnologik bo`limlar ajratiladi. Vertikal bo`yicha qarashda texnologik jarayonni boshqarish darajalari (darajalari) ajratiladi. Asosan vertikal strukturani ikki yoki uch ieraraxiya darajasi shaklida ko`rsatiladi.

3.1.1.CO₂-ekstraksiya jarayoni boshqarishning avtomatlashtirilgan tizimining arxitekturas

Texnologik jarayoni boshqarishning avtomatlashtirilgan tizimining arxitekturas deganda tizimni abstrakt tasavvur qilgan holda uning komponentlarining joylashish modelini hamda bu komponentlarning o`zaro ta`sirlashishini ko`rsatuvchi sxemaga tushuniladi.

Hozirgi vaqtda juda ko`p va har xil dachiklar mavjud. Ularning asosiy vazifasi fizik kattaliklarni elektr signallarga o`zgartirib berish hisoblanadi. Agar chiqayotgan signal parametrlari analog raqamli o`zgartirishlar kirish parametrlariga to`g`ri kelmasa o`lchovchi o`zgartirgichlar ishlatiladi.

Signallarni o'zgarishini standartga arxitekturaga qo'yiladigan talablar.

- Arxitektura elementlarning sust bog'lig'kigi
- Tega layoqatliligi
- Diagnostikaga layoqatliligi
- Ta'mirga layoqatliligi
- Ishonchliligi
- Ishlatish va xizmat ko'rsatish osonligi
- Xavfsizlik
- Himoyaga moyillik
- Iqtisodiy tejamkorlik
- Modifikatsiyalashgan moyillik
- Funksional keygayishiga moyillik
- Ochiqlik
- Montaj, sozlash va ishga tushurishning osonligi

Arxitektura bajaradigan vazifasiga qarab turlicha bo'lishi mumkin. Bu vazifalar quyidagicha:

- Monitoring
- Avtomatik boshqarish
- Dispetcherlik boshqarish
- Xavfsizlikni ta'minlash.

CO₂-ekstraksiya jarayoni boshqarishning avtomatlashtirilgan tizimlarini funksiyalari:

Fizik parametr va signallarni o'lchash texnik va dasturiy vositalarning ishlashini nazorat qilishidir.

Bajariladigan ishlar xarakteriga ko'ra CO₂-ekstraksiya jarayonida AKT funksiyalari quyidagilarga bo'linadi:

Boshqaruv funksiyakari operatsiyalar jihozlarni mantiqiy boshqarish.

Axborot funksiyalari axborotni yig'ish qayta ishlash va yetkazib berish.

Qo'shimcha funksiyalar: texnik va dasturiy vositalarni ishlashini nazorat qilishdir.

CO₂-ekstraksiya jarayoni boshqarishning avtomatlashtirilgan tizimlarini sutrukturasi uch darajali avtomatlashtirilgan tizimdan iborat:

1. Pastki daraja: D – datchiklar va IM – ijrochi mexanizmlardan iborat bo'lib, unda quyidagi vazifalarni bajaradi:

- Datchiklardan ma'lumotlarni yig'ish va qayta ishlash;
- Kerakli ma'lumotlarni o'rta darajaga yetkazib berish;
- Boshqaruv algoritmi, signalizatsiya ham blokirovka komandalarini bajarish.

Pastki (birinchi) daraja datchiklari 4...20mA chiqish signallariga ega.

Ijrochi mexanizmlar kontrollerdan keladigan diskret 220V bilan ishga tushiriladi.

2. O'rta daraja: Dasturlovchi mantiqiy kontroller hamda uni komponentlaridan tashkil topgan.

O'rta daraja apparaturasi datchiklardan qayta ishlash uchun mo'ljallangan ma'lumotlarni qabul qilib, boshqaralyotgan ijrochi mexanizmlarga komanda berish vazifalari bajariladi. Hamda pastki boskiqdan yig'gan ma'lumotlarni qayta ishlab, elektr signali raqamli signalga o'zgartirib yuqori darajaga yuborish.

Dasturlovchi mantiqiy kontroller yoki Dasturli mantiqiy boshqaruv qurilmasi (PLC – inglizcha «*Programmable Logic Controller*») avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarida zarur bo'lgan ketma-ket keluvchi elektr zanjirlarning o'rnini almashtirish uchun kashf etilgan qurilmadir. PLC kirish va chiqish signallari hamda ularning holatiga, ya'ni ularning o'chgan / yonganligiga mos ravishda ishlaydi. Foydalanuvchi istalgan natijalariga erishishi uchun maxsus dastur yordamida dastur tuzadi va uni kompyuterga kiritadi.

CO₂ – ekstraksiya jarayonini boshqarish uchun dasturli mantiqiy boshqaruv qurilmasi sifatida Arduino UNO tanlandi.

Uning afzalligi:

- Analogik kirish va chiqish signallarining soni bizning texnologik jarayonimizga bo'lgan parametrlarni qo'ndirishi;

- Kompyuter bilan bog'lash uchun murakkab protokollardan foydalanmaslik. Arduino UNO kompyuter bilan USB yoki Ethernet bilan bog'lash mumkin;

- Arduino UNOda jarayonni masofadan turib boshqarish funksiyasi mavjudligi

- Uning ishonchligi hamda arzonligi.

Arduino Uno (3.1-rasm) – ATmega328 mikrokontrolleri asosida ishlangan qurilma hisoblanadi. Uning tarkibida mikrokontroller bilan ishlash uchun zarur barcha tarkibiy qismlar mavjud, ya'ni:

- 14 ta raqamli kirish/chiqish portlari; ulardan 6 tasi KIM (keng impulsli modulyatsiya) chiqish porti sifatida ishlatilishi mumkin;

- 6 ta analogli kirish porti;

- 16 MGz li kvarsli rezonator;

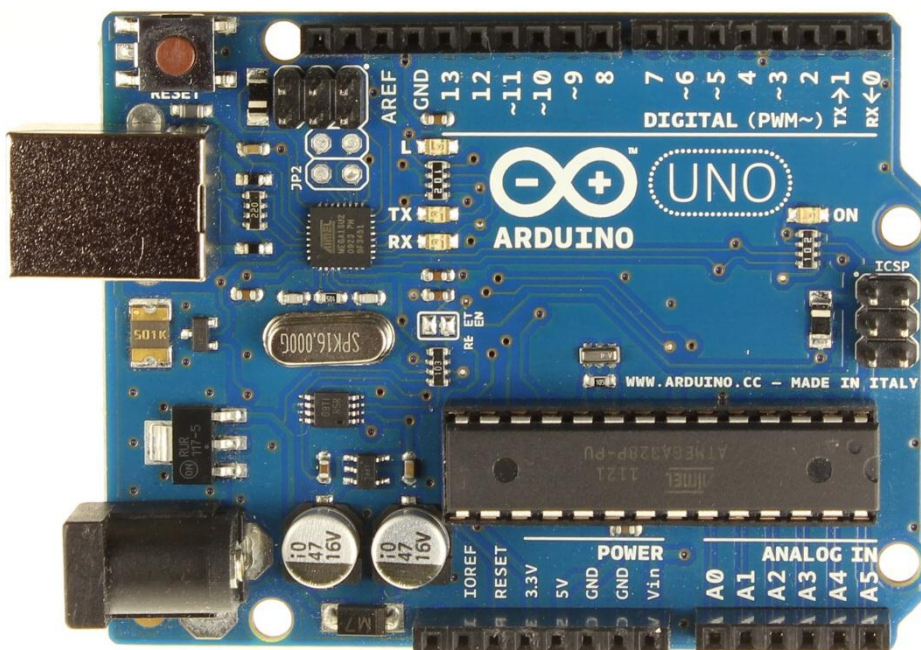
- USB interfeysi;

- Elektr manba ulanish porti;

- Ichki sxemalarni dasturlash uchun ulanish (ICSP);

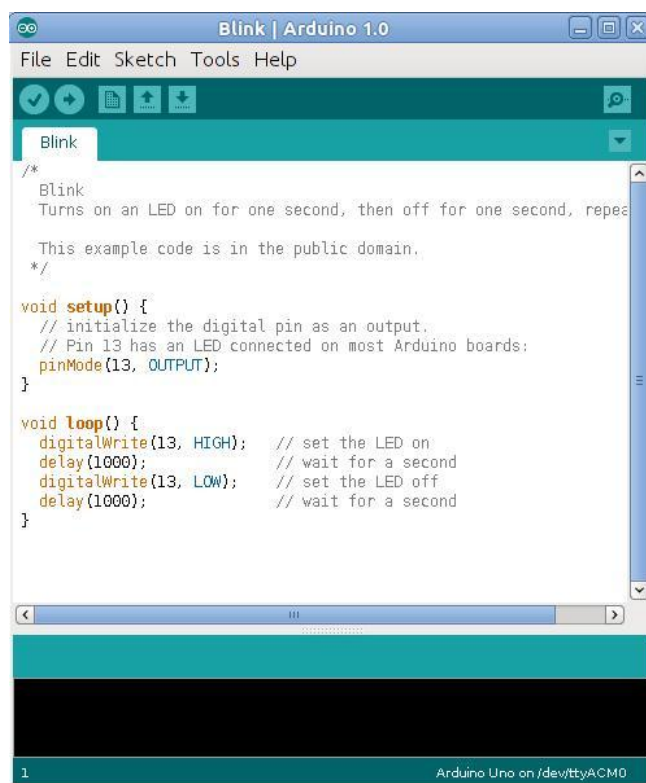
- Tashlab yuborish tugmasi.

Qurilma bilan ishlashdan uni AC/DC – adaptor yoki batareyka manbasiga yoki USB – kabel orqali kompyuterga ulash zarur.



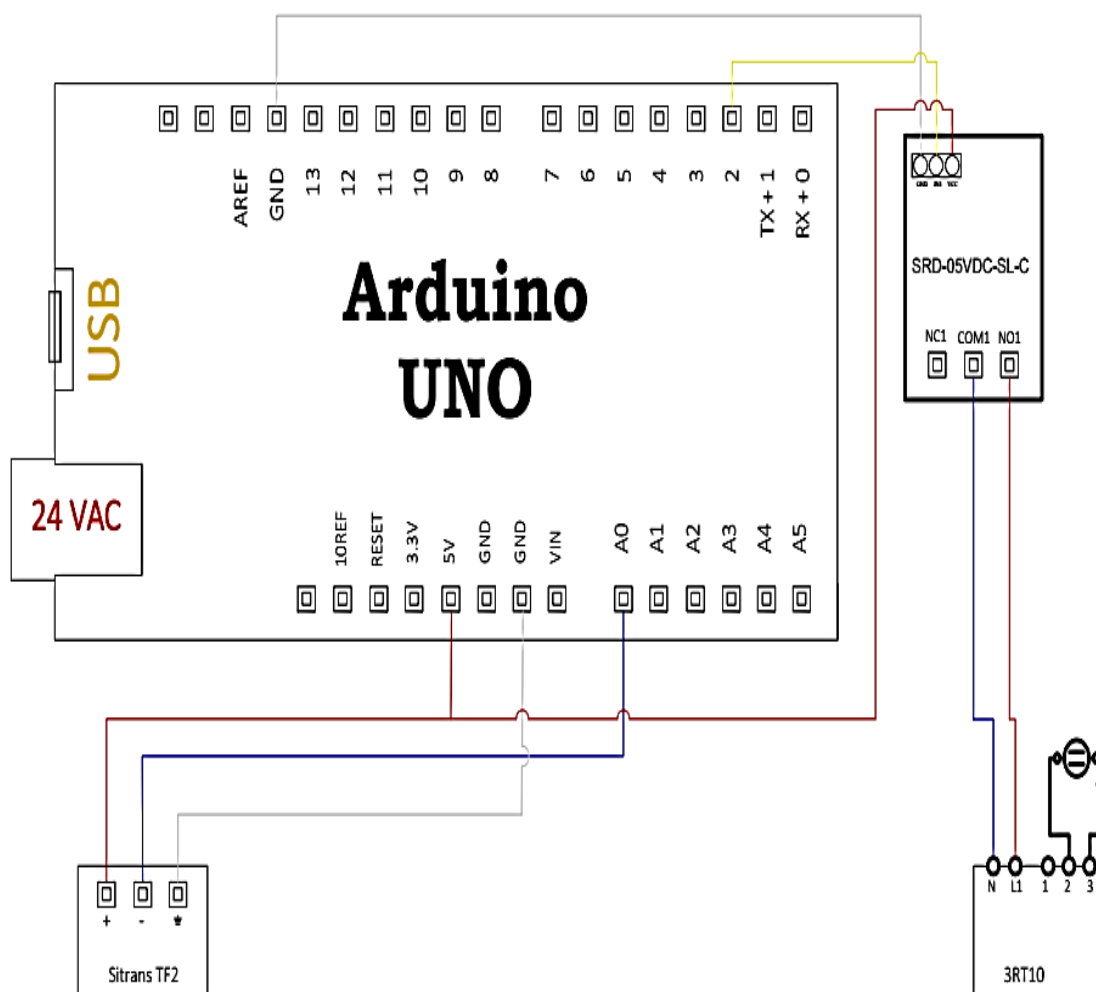
3.1-rasm. Arduino UNO mikroprotsektor platasi

Arduino kontrolleri Arduino IDE (3.2-rasm) dasturiy ta'minotini orqali dasturlash lozim. Kompyuter bilan Arduino USB kabel orqali bog'laninadi.



3.2-rasm. Arduino IDE Software oynasi

O'rta daraja hamda pastki daraja ulanish sxemasi 3.3-rasmda ko'rastilgan.



3.3-rasm. O'rta daraja hamda pastki daraja ulanish sxemasi

Sxemada kontrollerga Sitran TF2 temperatura datchiga ulangan. Datchikdan chiqadigan signallar 4...20 mA kontroller uchun Analog kirish signali deyiladi.

DO signal bu diskret signal kontrollerdan elektr o'zgartirgichga ulanadi. Elektr o'zgartirgich 220 V magnitli puskatelga (ijrochi mexazimiga) yuboriladi.

Yuqorida aytgandek, barcha texnologik jarayonni boshqarish komandalari avtomatik tarza amalga oshiriladi, masofadan turib boshqarish imkoniyatida hisobga olingan.

Masofadan turib boshqarishning asosiy prinsiplari:

* texnologik jarayonlarni boshqarishda dispechir kompyuterda web brauzerni ishlatish mumkin. Bu operatsion sistemalarni ishlab chiqarishga bog'liq emas.

* jarayonlarni yer sharining turli nuqtasida turib jarayonni boshqarib bilamiz.

* boshqarish va xizmat ko'rsatish narxlarining arzonligi.

Kamchiliklari:

1. Internet orqali paket axborotlar uzatayotganda oraliq ma'lumotlarni buferlash kerak bo'ladi. Bu kelayotgan axborotlarni kechikishiga olib keladi.

2. Sistemaning himoyalanganligi.

Internet orqali texnologik jarayonlarni boshqarishning 2 ta turi mavjud.

1. Uzoqlashgan terminal usuli.

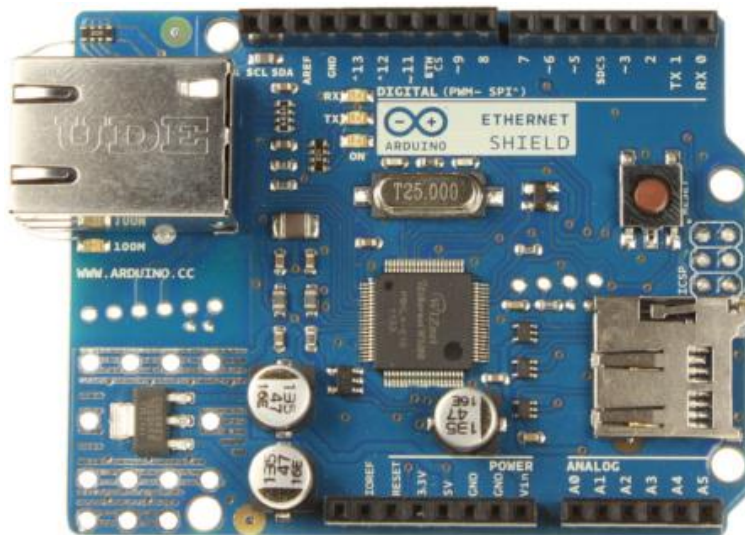
2. SCADA paketlarini server va mijoz qismlariga bo'linadi.

1. Uzoqlashgan terminal usulida internet orqali, sichqoncha, klaviatura va monitorlarning simlari uzoqlashgan yoki uzaytirilgan deb ta'savur qilish mumkin. Boshqariladigan dastur is'temolchidan uzoqlashgan kompyuterda joylashgan bo'lib, bu kompyuterda maxsus web server o'rnatilgan. Web brauzerdan turib, web serverdagi dasturlarni boshqarish ko'rish nazorat qilish mumkin. Bu usul bilan har qanday dasturni bajarish mumkin shu o'rinda SCADA ni ham boshqarish mumkin. Asosiy kamchiligi katta uzatish qobiliyatiga ega bo'lgan internet kanalining mavjudligi.

2. SCADA paket- server va mijoz qismlarga bo'lingan. Mijoz qismi web brauzer bo'lib, u orqali web serverdagi web sahifani ko'rish mumkin. Bu sahifada grafik va animatsionli maxsus interfeys tashkil qilinadi. Bu interfeysning asosiy dinamik qismi mijoz kompyuterda bajariladi. Serverdan faqat boshqarish obyekti haqida axborotlar yuboriladi.

CO₂-ekstraksiya jarayoni avtomatlashtirilgan boshqarish tizimi 2 chi variant (SCADA paket- server va mijoz prinsipi) ba'zasida qurilgan.

Ardiuno Ethernet Shield (3.4-rasm) - kontrollerga qoshimcha plata bo'lib, u barcha texnologik jarayon ma'lumotlarni masofadan turib qabul qilishga hamda boshqarish uchun xizmat qiladi.



3.4-rasm. Ardiuno Ethernet Shield platasi

Texnik xarakteristikasi:

- Nominal kuchlanish toki 5V (Ardiuno paneli tomonidan beriladi);
- Ethernet interfeysi: W5100 ichki 16K bufer bilan;
- Ulanish tezligi: 10/100Mb;
- Arduinoni SPI port bilan ulanish.

3. Yuqori daraja: maxsus dasturlar bilan ta'minlagan bir yoki bir nechta personal kompyuterlardan iborat.

Yuqori darajada borilyayotgan texnologik jarayonning barcha ma'lumotlarni yig'iladi va uni arxivlanadi. Hamda borilyayotgan texnologik jarayonni monitor orqali operator real vaqt davomida kuztib boriladi. Kerakli paytga qo'l bilan boshqarish huqiqa ega. Yuqori darajada zamonaviy AKTni qo'llab jarayonni masofadan turib kuzatish hamda boshqarish imkoniyatida ega bo'lamiz.

CO₂-ekstraksiya jarayoni boshqarishning avtomatlashtirilgan tizimlari juda murakkab irarxik boshqarish sistemasi bo'lib, maxsus mutaxassis boshqaruvchilar kollektivi javjasidan texnik vositakar kompleksidan har xil

uslublardan va axborot tashuvchilardan tashkil topgandir. Bu tizimning murakkabligi quyidagilarda ko'rinadi:

1. har xil turdagi judayam ko'p elementlardan tashkil topgan.
2. ishlab chiqarish elementlarning bir-biri bilan bog'liqlik darajasi judayam katta.
3. jarayon natijalarning mavhumligi (brak).
4. boshqarayotgan obektlar ham sub'ektlar ham odamlar.
5. ishlab chiqarish.

Yuqori (uchunchi) daraja bu avtomatlashtirilgan ish joyi (AIJ).

AIJ quyidagilardan iborat:

- Server;
- Monitor;
- Tarmoqli printer;
- Tarmoq kommunikatori;
- Modem.

AIJ quyidagi vazifalarni bajaradi:

- Server– Boriliyatgan texnologik jarayonning barcha ma'lumotlarni saqlash; arxivlash vazifasini bajaradi.
- Monitor - Boriliyatgan texnologik jarayonni real vaqtda kuzatish uchun;
- Tarmoqli printer - Boriliyatgan texnologik jarayonni natijalarini chjop etish uchun;
- Tarmoq kommunikatori – yuqori daraja barcha apparatlari hamda yuqori daraja va o'rta darajani o'zaro bog'lash uchun;
- Modem – texnologik jarayon ma'lumotlarni masofadan turib boriliyatgan kuzatish uchun.

MDK ni bizning jarayonga moslantirib dasturlash uchun dasturiy ta'minotda quyidagi listingni yozamiz.

O'zgaruvchilarni e'lon qilish uchun quyidagi listingni ishlab chiqamiz:

```
String inputString;
float Sarf, Temp, Sath, Bosim, readAmpsADC;
int val;

void setup() {
  DDRB = B00111111;
  pinMode(2, OUTPUT);    -- A2 analog portni chiqish uchun faollashtirish
  pinMode(3, OUTPUT);    -- A3 analog portni chiqish uchun faollashtirish
  pinMode(4, OUTPUT);    -- A4 analog portni chiqish uchun faollashtirish
  Serial.begin(9600);    -- Natijalarni ekranga chiqarish uchun monitor
  rejimini o'rnatish
}

float fmap(float x, float in_min, float in_max, float out_min, float out_max)
{
  return (x - in_min) * (out_max - out_min) / (in_max - in_min) + out_min;
}

void loop() {
  readAmpsADC = analogRead(0);    --A2 analog portdan kelayotgan
  qiymatni o'qib olish
  Sarf = fabs(fmap(readAmpsADC, 0.0, 1023.0, 0.01, 5.0)); -- O'qilgan
  ma'lumotni sarfga aylantirish
  Sarf = Sarf * 10;

  if (sarf>4) {    -- Agar sarf 4 mA dan oshsa D2 ga signal berish
    digitalWrite(2, HIGH);
    digitalWrite(2, LOW);
  }

  readAmpsADC = analogRead(2);    --A3 analog portdan kelayotgan qiymatni
  o'qib olish
  Sath = fabs(fmap(readAmpsADC, 0.0, 1023.0, 0.01, 5.0));    -- O'qilgan
  ma'lumotni sathga aylantirish
  Sath = Sath* 10;

  if (Sath>4) {    -- Agar sarf 4 mA dan oshsa D3 ga signal berish
    digitalWrite(3, HIGH);
    digitalWrite(3, LOW);
  }
}
```



```

    }

    readAmpsADC = analogRead(3); -- A3 analog portdan kelayotgan qiymatni
    o'qib olish
    Bosim = fabs(fmap(readAmpsADC, 0.0, 1023.0, 0.01, 5.0)); -- O'qilgan
    ma'lumotni bosimga aylantirish
    Bosim = Bosim * 10;

    if (Bosim>20) {    -- Agar Bosim 20 mA dan oshsa D4 ga signal berish
        digitalWrite(4, HIGH);
        digitalWrite(4, LOW);
    }

    synch();    -- ekranga ma'lumotni yetkazib berish
    inputString = "";
    while (Serial.available()) {
        char digit = Serial.read();
        inputString += digit;
        delay(2);
        val = inputString.toInt();
    }

    switch(val) {
        case '0' :
            digitalWrite(2, HIGH);
            digitalWrite(2, LOW);
            break;

        case '1' :
            digitalWrite(3, HIGH);
            digitalWrite(3, LOW);
            break;

        case '2' :
            digitalWrite(4, HIGH);
            digitalWrite(4, LOW);
            break;
    }

    delay(1000); -- Har bir 1 sekunda ma'lumotni qabul qilish
}

float temp;
void synch(){

```

```

if (my_timer(1000,0))
{
  Flow = analogRead(1)*5/1024.0;
  Flow = Flow - 0.5;
  Flow = Flow / 0.01;
  Serial.print('!');
  Serial.println(Flow+'|');

  temp = analogRead(1)*5/1024.0;
  temp = temp - 0.5;
  temp = temp / 0.01;
  Serial.println(temp+'|');

  Sath = analogRead(1)*5/1024.0;
  Sath = Level - 0.5;
  Sath = Level / 0.01;
  Serial.println(Sath+'|');

  Bosim = analogRead(1)*5/1024.0;
  Bosim = Bosim - 0.5;
  Pressure = Pressure / 0.01;
  Serial.println(Bosim+'|');
  Serial.print('#');
}
}
unsigned long millis_old[1];

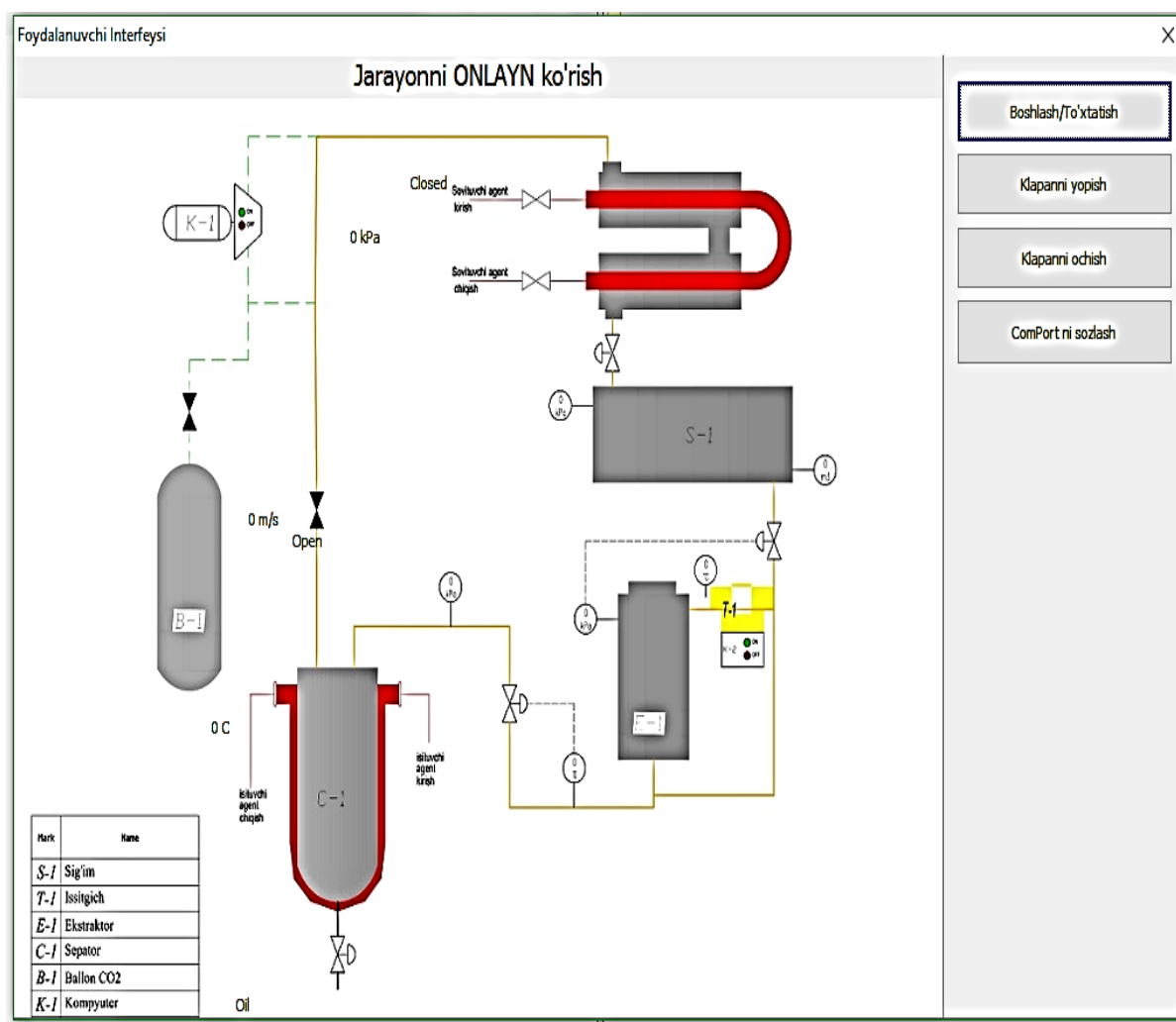
boolean my_timer(unsigned long time, byte nomer)
{
  unsigned long current_millis;
  current_millis=millis();
  if (current_millis-millis_old[nomer]>time)
  {
    millis_old[nomer]=current_millis;
    return true;
  } else return false; }

```

Shunday qilib, jarayonni boshqarish maqsadida Arduino Uno DMKni dasturiy ta'minotini shakllahtirish uchun yuqoridagi listing bajarildi.

3.3. Texnologik jarayonni boshqarishning operator-mashina interfeysini ishlab chiqish

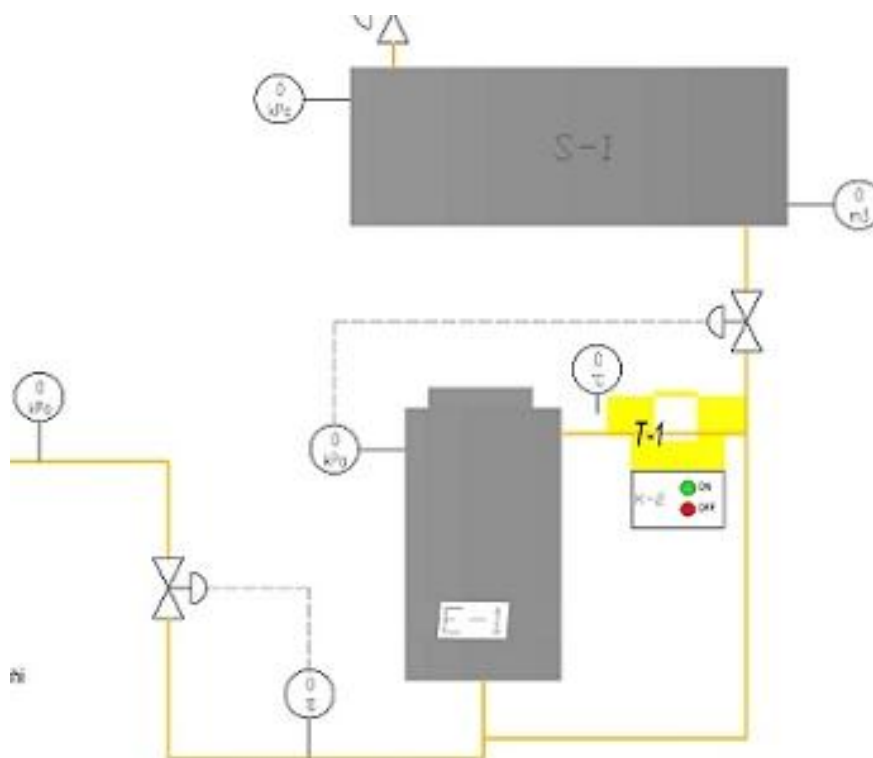
Jarayonni real vaqt davomida operator kuzatishi uchun hamda unda kerakli paytda o'zgartirish kiritishi uchun operator-mashina interfeysi yaratildi (3.6-rasm).



3.6-rasm. Operator mashina interfeysi

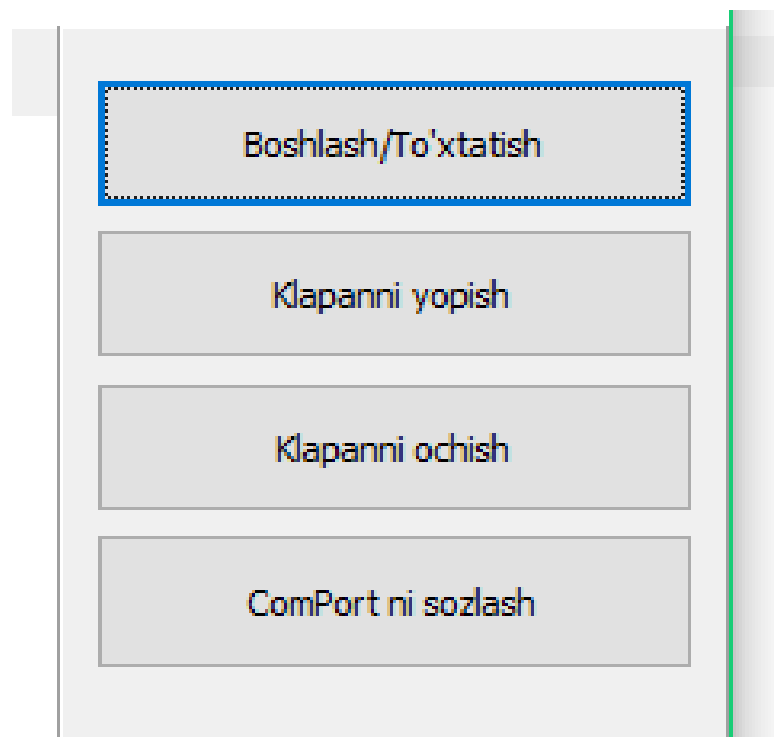
Operator mashina interfeysi Delphi dasturiy tilida yozilgan. Interfeysda texnologik jarayon ketayotgan real vaqt bilan namoyish etiladi. Joyida o'rnatilgan datchiklar o'lchangan qiymatlarni interfeysda ko'rsatilib boradi (3.7-rasm). Undan tashqari jarayonning ijrochi mexanizmlarni holatini ko'rsatida.

Agar klapan ochiq bo'lsa oq rangda bo'ladi, yopiq holga esa to'q. Isitgich T-1ni kompressor K-2 yoqiq bo'lganda yashil, o'chganda qizil ko'rsatadi.



3.7-rasm. Operator-mashina interfeysining ekstraksiyalash qismi

Jarayon asosan avtomatik tarzda boradi. Ammo operator kerakli paytda jarayonni boshqarishni o'z qo'lga olishi mumkin. Bu uchun interfeysimizni o'ng tomonida kerakli tugmalar mavjud (3.8-rasm).



3.8-rasm. Interfeysning boshqarish tugmalari

Umumiy xulosalar

O'zbekistonimiz o'simlik xom-ashyosiga juda boy. Ularning tuzilish strukturasi va boshqa xususiyatlari o'ziga xosligidan kelib chiqib, mahalliy o'simlik xom-ashyosidan ekstraktlar ishlab chiqarish texnologiyasini yaratish va bu jarayonni avtomatik boshqarish tizimlarini ishlab chiqish dolzarb muammodir.

Ekstraksiyalash jarayonida erituvchining fizik-kimyoviy xossalari muhim rol o'ynaydi.

CO₂ning unikal erituvchi sifatida o'simlik xom-ashyosidan ekstraktlar ishlab chiqarish jarayonida ko'p ishlatilishi uning yuqorida keltirilgan xususiyatlari bilan bog'liq.

Suyultirilgan CO₂ yordamida o'simlik xom-ashyosidan ekstraktlar olish eksperimental texnologik qurilmasi mahalliy o'simlik xom-ashyosi (har xil o'simlik giyohlari va ildizlari) va qishloq xo'jalik mahsulotlarini qayta ishlov berish sanoati chiqindilari (masalan, meva danaklari mag'zi, uzum, qovun, kadi urug'lari va b.) dan moy va ekstratlar olish jarayonini tadqid qilish va bu tadqiqotlar asosida suyultirilgan CO₂ yordamida o'simlik xom-ashyosidan ekstraktlar olish qurilmasining sanoat namunasini yaratish imkonini beradi.

O'zida yog' saqlovchi o'simlik xom-ashyosini ekstraksiyalash jarayoni va karbonat angidridning erituvchi sifatida fizik-kimyoviy xossalari tahlil qilindi. Tahlil asosida CO₂-ekstraksiyalash jarayonini boshqarish funksional sxemasi ishlab chiqildi, matematik modeli yaratildi hamda boshqarish parametrlarining dinamik xarakteristikalarini tadqiq qilindi.

CO₂-ekstraksiyalash jarayonini boshqarish tizimi quyidagi funktsiyalarni bajarishni ta'minlaydi:

- 1) suyultirilgan CO₂ bosimini o'lchash ($P=8$ MPa);
- 2) suyultirilgan CO₂ temperaturasini o'lchash ($t=30-35^{\circ}\text{C}$);
- 3) ekstragent sarfi yordamida ekstraksiyalab olinayotgan komponent kontsentratsiyasini rostlash;

- 5) ekstragentni uzatish klapanini boshqarish;
- 8) sig'imdagi suyuq CO₂ sathini uning sarfi yordamida rostlash;
- 9) elektrisitgichlarni o`chirib/yoqish yordamida isitgichdagi suyuq CO₂ning temperaturasi rostlash;

G₂ → C boshqarish kanalidagi rostlash konturi tadqiq qilishni MATLAB tizimidagi Simulink dinamik tizimlarni modellashtirish paketida olib bordik, bu tizim avtomatik rostlash tizimlarini sintez va analiz qilishga mo`ljallangan.

Tadqiq qilinayotgan tizim - strukturali sxema ko`rinishida berib, elementlar Simulink kutubxonasida mavjud bo`lgan tipik zvenolardan tanlan oldik. Tahlil usullarini tadqiq qilishda Simulink dasturi berilgan struktura uchun uzatish funksiyasini hisobladik, chastotali xarakteristikalarini hamda o`tish jarayonlari natijalarini grafik usulda ko`satdik. Olingan natijalar asosida quyidagi xulosalarni qilish mumkin: olingan tizim turg'un va jarayon sifati qoniqarli, ob`ektga birlik pog'onali va impulsli g'allayonli ta`sirlangan so`ng o`z-o`zini rostlash xossasiga ega, ya`ni ARSi to`g'ri stabil ishlash qobiliyatiga ega.

CO₂-ekstraksiya jarayoni boshqarishning avtomatlashtirilgan tizimlarini sutrukturasi uch darajali avtomatlashtirilgan tizimdan iborat:

1. Pastki daraja: D – datchiklar va IM – ijrochi mexanizmlardan iborat bo`lib, unda quyidagi vazifalarni bajaradi:

- Datchiklardan ma'lumotlarni yig'ish va qayta ishlash;
- Kerakli ma'lumotlarni o`rta darajaga yetkazib berish;
- Boshqaruv algoritmi, signalizasiya ham blokirovka komandalarini bajarish.

Pastki (birinchi) daraja datchiklari 4...20mA chiqish signallariga ega.

Ijrochi mexanizmlar kontrollerdan keladigan diskret 220V bilan ishga tushiriladi.

2. O`rta daraja: Dasturlovchi mantiqiy kontroller hamda uni komponentlaridan tashkil topgan.

O`rta daraja apparaturasi datchiklardan qayta ishlash uchun mo`ljallangan ma'lumotlarni qabul qilib, boshqaralyotgan ijrochi mexanizmlarga komanda

berish vazifalari bajariladi. Hamda pastki boskiqdan yig'gan ma'lumotlarni qayta ishlab, eletrik signalni raqamli signalga o'zgartirib yuqori darajaga yuborish.

Yuqori (uchunchi) daraja bu avtomatlashtirilgan ish joyi (AIJ).

AIJ quyidagilardan iborat:

- Server;
- Monitor;
- Tarmoqli printer;
- Tarmoq kommunikatori;
- Modem.

AIJ quyidagi vazifalarni bajaradi:

- Server– boriliyatgan texnologik jarayonning barcha ma'lumotlarni saqlash; arxivlash vazifasini bajaradi.
- Monitor - Boriliyatgan texnologik jarayonni real vaqtda kuzatish uchun;
- Tarmoqli printer - Boriliyatgan texnologik jarayonni natijalarini chjop etish uchun;
- Tarmoq kommunikatori – yuqori daraja barcha apparatlari hamda yuqori daraja va o'rta darajani o'zaro bog'lash uchun;
- Modem – texnologik jarayon ma'lumotlarni masofadan turib boriliyatgan kuzatish uchun.

Jarayonni boshqarish maqsadida Arduino Uno DMKni dasturiy ta'minotini shakllahtirish uchun listing bajarildi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Karimov I.A. Jahon moliyaviy-iqtisodiy inqirozi, O`zbekiston sharoitida uni bartaraf etishning yo`llari va choralari.- T.: "O`zbekiston", 2009.-56 b.
2. <http://uza.uz/uz/politics/o-zbekiston-respublikasi-vazirlar--hkamasining-majlisi-to-g-16-01-2016>
3. Касьянов Г.А. Теория газожидкостных технологий// <http://krkgi.ru/glav/co2tech/extraction.htm>
4. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров. Том I, кн.1 /Под общей редакцией А.Г.Сергеева.- Л.;ВНИИЖ, 1975- 603 с.
5. Водяник А. Р., Шадрин А. Ю., Синев М. Ю. Сверхкритическая флюидная экстракция природного сырья: мировой опыт и ситуация в России // «Сверхкритические Флюиды: Теория и Практика». Том 3. № 2. 2008, С.58-69.
6. Сверхкритическая СО₂-экстракция - возможности и перспективы// Лепешков А.Г., Водяник А.Р., Аверин К.М. НИЦ Экологических ресурсов "ГОРО" г. Ростов-на-Дону. <http://www.extract.ru/index.php?id=91>
7. Кошевой Е.П. Экстракция двуокисью углерода в пищевой технологии / Е.П.Кошевой, Х.Р.Блягоз.- Майкоп, 2000.- 495 с.
8. Кошевой Е.П. Перспективы экстракции двуокисью углерода в совершенствовании пищевой технологии. Докл. Адыг. (Черкес.) Междунар. Акад. Наук / Е.П.Кошевой, Х.Р.Блягоз. - 1998, т.1, №1, с.35-41.

9. Кошевой Е.П. Экстракция двуокисью углерода в сверхкритическом состоянии - перспективная технология / Е.П.Кошевой, Х.Р.Блягоз. // Продовольственный рынок и проблемы здорового питания. Тезисы докладов 2- й Международной научно-практической конференции. - Орел, 1999. - с.261.
10. Блягоз Х.Р. Развитие научных основ и разработка процессов и техники экстракции двуокисью углерода в пищевой промышленности. //Дисс.на соиск.учен.степени докт.техн.наук-Краснодар-2002, 390с.
11. Залепугин Д. Ю., Тилькунова Н. А., Чернышова И. В., Поляков В.С. Развитие технологии, основанных на использовании сверхкритических флюидов // Сверхкритические Флюиды: Теория и Практика", том 1, №1, 2006, с.27-51.
12. ' US Patent 4,842,743, 1989.
13. US Patent 4,902,780, 1990.
14. O. Guclu-Ustundag, F. Temelli. Proceedings of the 5th International Symposium on Supercritical Fluids, Atlanta, Georgia, USA, April 8-12, 2000.
15. N.T. Machado, G. Brunner. Proceedings of the 5th International Symposium on Supercritical Fluids, Atlanta, Georgia, USA, April 8-12, 2000
16. F.Gironi, M. Maschetti. Chem. Eng. Sci., v. 61, No.15, p.5114-5124, 2006.
17. M. Lei. Shipin Kexue (Beijing), v. 159, p. 43-5, 1993.
18. N. Saito et al. Tohoku Kogio Gijutsu Shikensho Hokaku, v. 25, p. 39-46,

- 1992.
19. S. Polesello, I. Lovati. J. High Resolut. Chromatogr., v. 16, No. 9, p. 555-9, 1993.
 20. I.H. Kim et.al. Hanguk Sikpum Kwahak., v. 23, No. 6, p. 677-82, 1991.
 21. Z.L. Nicolov, P. Macheshwari et al. Dev. Food Sci., v. 29, p. 595-616, 1992.
 22. L. Wang, C.L. Trends in Food Science and Technology, v. 17, No. 6, p. 300-312, 2006.
 23. M. Herrero, A Cifuentes, E. Ibanez. Food Chemistry, v. 98, No. 1, p. 136-148, 2006.
 24. E. Vagi, B. Simandi, K.P. Vasarhelyne, H. Daood, A. Kery, F. Doleschall, B. Nagy. J. Supercritical Fluids, in press, 2006.
 25. Сафаров А.Ф., Гафуров К.Х., Шомуродов Т.Р. Перспективы применения сверхкритической флюидной экстракции в пищевой промышленности Узбекистана - “Кимё ва кимё технологияси” илмий-техникавий журнали. №3, 2013 й. -65-69 б.
 26. Процессы и аппараты пищевых производств. Стабников Н.С., Попов В.Д., Лысянский В.М., Редько Ф.А. - М.: Пищевая промышленность, 1976. - 663 с.
 27. Аксельруд Г.А., Лысянский В.М. Экстрагирование (система твердое тело-жидкость). - Л.: Химия, 1974. - 256 с.
 28. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Ҳ.С., Зокиров З.Г. Кимёвий технология асосий жараён ва қурилмалари. – Тошкент: Шарқ, 2003. - 644 б.
 29. Лобанов В.Г., Щербаков В.Г. Биохимия и товароведение масличного

сырья.-М.:КолосС,2012,-360 с.

30. Сафаров А.Ф., Гафуров К.Х. Теоретические основы биотехнологических и тепломассообменных процессов при переработке маслосодержащих материалов под воздействием ЭМП (монография).-Ташкент: “Тафаккур бўстони”, 2011 -237 с.
31. http://ztl.nuph.edu.ua/html/medication/chapter05_01.html
32. Бадилькес И.С. Свойства холодильных агентов. М.: Пищевая промышленность, 1974. - 174 с.
33. Влияние основных факторов на выход основных компонентов из семян кориандра при экстракции сжиженным CO₂ /Быкова С.Ф., Александров Л.Г., Мееров Я.С., Аношин И.М. - Известия Северо-Кавказского научного центра высшей школы, серия "Технические науки", 1974, № 4, с. 18.
34. Пехов А.В. CO₂ - экстракция / А.В. Пехов, Г.И. Касьянов, А.Н. Катюжанская./Обзорная информация.- АгроНИИТЭИПП, 1992, вып. 10-11, 32с.
35. Сафаров А.Ф., Гафуров К.Х. Использование углекислого газа в качестве растворителя в процессе экстракции // Озиқ-овқат саноатида илғор технологиялар» республика илмий - амалий анжумани мақолалар тўплами - 2011 йил 20-21 май, I-қисм, Бухоро – 2011, б.4.
36. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish: texnika oliy o'quv yurtlari uchun darslik / N.R.Yusupbekov, Sh.I.Muhamedov, Sh.M.G'ulomov.-T.: O'qituvchi, 2011.-571 b.
37. Артиков А. Компьютерные методы анализа и синтеза химико-технологических систем: учебник для магистрантов технологических

- специальностей / Ташкент: Voris-nashriyot, 2012.-160 с.
38. Данилов А.И. Компьютерный практикум по курсу «Теория управления». SIMULINK – моделирование в среде MATLAB. Учебное пособие. –М.: МГУИЭ. 2002.
 39. Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в MATLAB. Учебный курс.- СПб.:Питер;Киев:Издательская группа BHV,2005.- 512 с.
 40. Ротач В.Я. Теория автоматического управления. –М.: Изд-во МЭИ. 2004. -400 с.
 41. Юсупбеков Н.Р. ва бошқалар. Технологик жараёнларни бошқариш системалари. –Тошкент: Ўқитувчи. 1997.
 42. Юсупбеков Н.Р., Мухамедов Б.И., Гуломов Ш.М., Технологик жараёнларни назорат қилиш ва автоматлаштириш. –Toshkent: O'qituvchi. 2011.
 43. Технологик жараёнларни автоматлаштириш асослари: Ўқув қўлланма. 1,2-қисм. Юсупбеков Н.Р, Игамбердиев Х.З., Маликов А.В. – Тошкент: ТошДТУ, 2007.
 44. Петров И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования /Под. Ред. проф. В.П. Дьяконова. - М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 256 с.
 45. Федоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП: Проектирование и разработка. Учебно-практическое пособие.- М.: Инфра-Инженерия, 2008.-928 с.
 46. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish: texnika oliy o'quv yurtlari uchun darslik / N.R.Yusupbekov, Sh.I.Muhamedov, Sh.M.G'ulomov.-T.: O'qituvchi, 2011.-571 b.
 47. ГОСТ 34.601-90. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ. СТАДИИ СОЗДАНИЯ.

48. ГОСТ 24_302-80 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ СХЕМ
- АСУ ТП
49. www.siemens.com / page of products company Siemens
50. <http://www2.emersonprocess.com/> page of products company Metran
51. www.arduino.com / page of Arduino

