ISNN 3030-3907

2026/4
VOLUME 3

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 VOLUME 3

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

AMIN ABSORBSIYA ASOSIDA CO_2 NI USHLAB QOLISH JARAYONINI BOSHQARISH

Maxmadaminov Asliddin G‘anisher o‘g‘li
Toshkent kimyo-texnologiya instuti
Safarov Qilichbek Akmal o‘g‘li,
Toshkent kimyo-texnologiya instuti
E-mail: maxmadaminov.asliddin@mail.ru

Annotatsiya. Global iqlim o‘zgarishi insoniyat oldida turgan eng dolzarb ekologik va texnologik muammolardan biridir. Issiqxona gazlari, ayniqsa karbonat angidrid (CO_2), atmosferada to‘planib, global haroratning ko‘tarilishiga, ekstremal iqlim hodisalari va ekologik muvozanatning buzilishiga olib kelmoqda [1]. Kimyo va energetika tarmoqlari, xususan issiqlik elektrostansiyalari hamda sement zavodlari CO_2 emissiyasining asosiy manbalari hisoblanadi. Hozirgi kunda amin asosida absorbsiyalash jarayoni CO_2 emissiyasini kamaytirishda qo‘llaniladigan eng ilg‘or texnologiyalardan biri hisoblanadi [2]. Lekin ushbu texnologiyada energiya yo‘qotilishi nisbatan yuqoriligi sababli jarayonni optimal boshqarish orqali energiya iste’molini sezilarli darajada kamaytirish mumkin. Ushbu maqolada amin asosidagi CO_2 ni ushlash tizimi uchun taklif etilgan yangi boshqarish tizimi konfiguratsiyasi keltirilgan. Tizim oltita boshqaruv konturidan tashkil topgan bo‘lib, kaskad boshqarish strategiyasi asosida tashkil etilgan. Asosiy boshqarish konturi tizimdan ushlanadigan CO_2 darajasini rostlashga yo‘naltirilgan bo‘lsa, yordamchi boshqaruv konturi esa MEA (monoetanolamin) eritmasi va chiqayotgan CO_2 oqimi o‘rtasidagi molyar nisbatni belgilangan qiymat asosida rostlaydi.

Kalit so‘zlar. absorbsiya, desorbsiya, monoetanolamin, bufer rezervuari, amin eritmasi, kaskad boshqaruv,

Аннотация. Глобальное изменение климата является одной из самых острых экологических и технологических проблем, стоящих перед человечеством. Парниковые газы, особенно углекислый газ (CO_2), накапливаются в атмосфере, что приводит к повышению глобальной температуры, экстремальным погодным явлениям и нарушению экологического баланса [1]. Основными источниками выбросов CO_2 являются химическая и энергетическая отрасли, в частности тепловые электростанции и цементные заводы. В настоящее время процесс абсорбции на основе аминов является одной из самых передовых технологий, используемых для сокращения выбросов CO_2 [2]. Однако поскольку потери энергии в этой технологии относительно высоки, потребление энергии можно значительно сократить за счет оптимального управления процессом. В данной статье представлена предлагаемая новая конфигурация системы управления для системы

ISSN 3030-3907

улавливания CO_2 на основе амина. Система состоит из шести контуров управления и организована по каскадной стратегии управления. Основной контур управления предназначен для регулировки уровня CO_2, улавливаемого из системы, в то время как вспомогательный контур управления регулирует молярное соотношение между раствором МЭА (моноэтаноламина) и исходящим потоком CO_2 на основе заданного значения.
Ключевые слова. Абсорбция, десорбция, моноэтаноламин, буферная емкость, раствор амина, каскадное управление,
Abstract. Global climate change is one of the most pressing environmental and technological challenges facing humanity. Greenhouse gases, especially carbon dioxide (CO_2), accumulate in the atmosphere, leading to global warming, extreme weather events, and disruption of the ecological balance [1]. The chemical and energy sectors, in particular thermal power plants and cement plants, are the main sources of CO_2 emissions. Currently, the amine-based absorption process is one of the most advanced technologies used to reduce CO_2 emissions [2]. However, due to the relatively high energy losses in this technology, it is possible to significantly reduce energy consumption by optimizing the process control. This article presents a new control system configuration proposed for an amine-based CO_2 capture system. The system consists of six control loops and is organized based on a cascade control strategy. The main control loop is aimed at adjusting the level of CO_2 captured from the system, while the auxiliary control loop adjusts the molar ratio between the MEA (monoethanolamine) solution and the outgoing CO_2 stream based on a set value.
Keywords. Absorption, desorption, monoethanolamine, buffer reservoir, amine solution, cascade control,

1. KIRISH.

So‘nggi yillarda global iqlim o‘zgarishi, energiya xavfsizligi va barqaror rivojlanishga bo‘lgan ehtiyoj fonida, past uglerodli texnologiyalarni ishlab chiqish va joriy etish masalasi dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Yevropa Ittifoqi bu borada 2050 yilgacha mo‘ljallangan Yevropa Strategik Energetika Texnologiyalari Rejasi (SET-Plan) doirasida ilg‘or texnologik yechimlarni innovatsion rivojlantirish va keng ko‘lamda tatbiq etishni maqsad qilgan (EC, DG Energy, 2015). Rejaning asosiy maqsadi Yevropani iqlim neytral iqtisodiyotga aylantirish hamda barqaror energiya tizimini shakllantirishdir.

O‘zbekiston ham global iqlim muammolariga qarshi kurashish yo‘lida o‘z pozitsiyasini mustahkamlab bormoqda. Xususan, mamlakat 2021 yilda Parij kelishuvini ratifikatsiya qilgan va 2030 yilgacha issiqxona gazlari chiqindilarini 2020 yil darajasiga nisbatan 35 foizga kamaytirishni maqsad qilgan. Buning

ISSN 3030-3907

huquqiy asosi sifatida "Atmosfera havosini muhofaza qilish to‘g‘risida"gi Qonun yangidan qabul qilindi. Ushbu qonun atmosferaga chiqindilar miqdorini nazorat qilish, monitoring tizimlarini kuchaytirish va ifloslantiruvchi korxonalarga nisbatan javobgarlikni belgilashda muhim rol o‘ynaydi. Biroq, uglerod kvotalari yoki karbon soliqlari kabi iqtisodiy mexanizmlarning yo‘qligi, hali bu borada amalga oshiriladigan ishlarning ko‘pligini ko‘rsatadi.

Iqlim neytralligiga erishishda karbonat angidrid (CO_2) ni ushlab qolish va saqlash texnologiyalari (CCS) muhim texnologik yechimlardan biri hisoblanadi. Hozirgi vaqtda mavjud bo‘lgan CO_2 ni ushlab qolish texnologiyalari orasida gaz-suyuqlik yutish, kimyoviy sirkulyatsiya (kalsiy zanjiri), kriogen ajratish, membrana texnologiyalari va biologik fiksatsiya kabi usullar mavjud. Shu bilan birga, yonishdan keyingi CO_2 ni amin yordamida ushlash texnologiyasi sanoat miqyosida eng keng tadbiq etilayotgan va istiqbolli texnologiyalardan biri sifatida e’tirof etilmoqda.

Ammo, amaldagi texnologiyalarning energiya sarfi yuqori bo‘lishi va iqtisodiy jihatdan samarasizligi ularning keng ko‘lamda joriy etilishini cheklamoqda. Shu sababli, CO_2 ni ushlab qolish tizimlarining moslashuvchanligi va samaradorligi o‘rtasidagi optimallikni ta’minlash texnologik rivojlanishning asosiy yo‘nalishiga aylangan.

Eksperimet qism va natijalar. Samarali boshqaruv strategiyalarini ishlab chiqish va joriy etish jarayoni, energiya va ekologik sifatini oshirishga, shuningdek, elektr stansiyalarining yuklamasidagi o‘zgarishlar va tizim buzilishlariga tezkor javob berishga imkon beradi. CO_2 ni ushlash jarayonining texnologik sxemasi va boshqarish tizimi, 1-rasmda taqdim etilgan bo‘lib, u ikki ustunli struktura va qo‘shimcha uskunalar bilan ishlaydi. Ustunlardan biri yutish jarayoni, ikkinchisi esa desorbsiya jarayonini boshqaradi, shu bilan birga bufer rezervuarlar va issiqlik almashinuvchilari qo‘shilgan.

Absorbsiya jarayoniga kiritiladigan tutun gazlari tarkibida 10-12% CO_2 miqdorda bor deb faraz qilinadi. Yutuvchi eritma sifatida 30% massaviy kontsentratsiyali MEA eritmasi qo‘llanilib, u yutish kolonnasidan tutun gaziga qarama-qarshi yo‘nalishda harakatlanadi. Tozalangan tutun gazi, past CO_2 konsentratsiyasiga ega holda atmosferaga chiqariladi. CO_2 bilan to‘yingan amin esa absorbsiya kolonnasidan chiqarilib, oqimli issiqlik almashinuvchiga yuboriladi va desorberga yuborilishidan oldin isitiladi.

Desorberda CO_2 ning desorbsiyasi amalga oshadi, bu yerda CO_2 gazining ajralib chiqishi jarayoni sodir bo‘ladi. Desorberning pastki qismida erituvchi reboylerda isitish jarayoni davom etadi, va uning bir qismi chiqarib tashlanadi, qolgan qismi esa oqimli issiqlik almashinuvchiga va keyinchalik bufer rezervuariga

ISSN 3030-3907

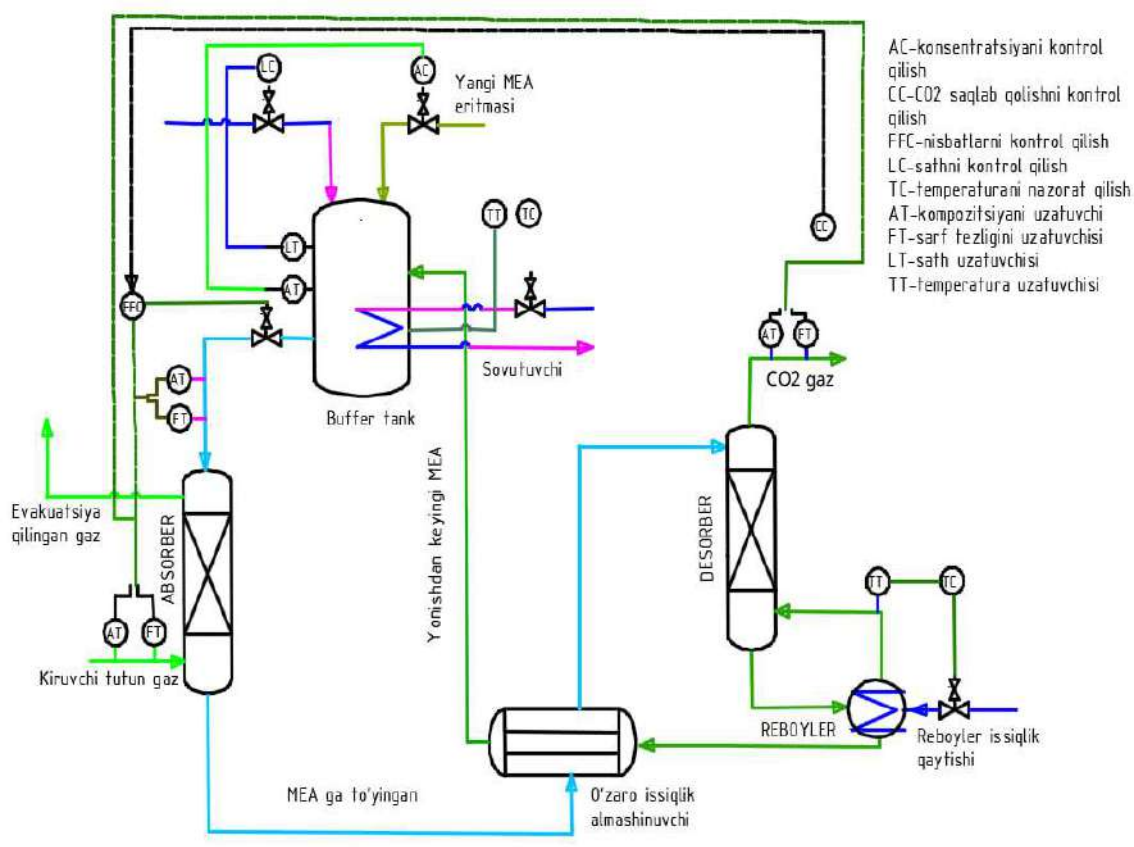
yo‘naltiriladi. MEA eritmasining qismi bufer rezervuarida sovutiladi va absorbsiya kolonnasiga qayta uzatiladi, shuning uchun yutish-desorbsiya tsikli yopiladi.

Barqaror ishlash sharoitlarida, CO_2 ni ushlash massasi 5 600 kg/soatni tashkil etadi, karbonat angidrid ushlash darajasi esa 85% bo‘lib, reboilerning energiya sarfi taxminan 2,1 MW ni tashkil etadi. Ushbu jarayon samaradorligini oshirish uchun yangi markazlashmagan boshqarish tizimi ishlab chiqilgan bo‘lib, u absorbsiya-desorbsiya tizimiga asoslanadi. Bu tizimda, kaskad boshqarish tuzilmasi orqali, karbonat angidridni ushlash darajasini nazorat qilish va MEA hamda CO_2 ni molyar nisbatini boshqarish yo‘li bilan amalga oshiriladi.

Kaskad boshqarish konfiguratsiyasi, MEA va CO_2 oqimlariga kirish molyar nisbatidagi buzilishlarga tezkor javob berib, ularning karbonat angidrid ushlash darajasiga ta’sirini kamaytirishga va tezda samarali to‘g‘rilashga imkon beradi. Bundan tashqari, reboyler harorati issiqlik sarfi orqali boshqariladi. Absorbsiya kolonnasiga kiruvchi kam miqdorda MEA eritmasining harorati, sathi va kontsentratsiyasi maxsus boshqaruv konturlari yordamida optimallashtiriladi, bu esa jarayonni yanada sifatli va barqaror qiladi.

Ushbu ilmiy-texnik maqola, karbonat angidrid ushlash tizimlarining samaradorligini oshirish va boshqaruv jarayonlarini optimallashtirishga qaratilgan muhim yondoshuvlarni taklif etadi. Kaskad boshqaruv tizimi va uning imkoniyatlari, energiya sarfini kamaytirish va atrof-muhitga zarar yetkazilishini minimallashtirishga yordam beradi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Amin absorbsiya asosida CO_2 ni ushlab qolish jarayoni texnologik sxemasi.

Ushbu ishda karbonat angidrid ushlash jarayonining asosiy kaskad boshqaruv strategiyasining samaradorligi ilgari ishlab chiqilgan dinamik model asosida tahlil qilingan. Modelni ishlab chiqish va boshqaruv tizimi samaradorligini baholash jarayoni Matlab va Simulink dasturiy vositalari yordamida simulyatsiya orqali amalga oshirilgan.

Matematik modellashtirish

Matematik model qisman differensial tenglamalar asosida tuzilgan bo‘lib, ular umumiy massa, komponent va energiya balanslari tenglamalarini ifodalaydi. Ushbu tenglamalar suyuqlik va gaz fazalari uchun absorbsiya va desorbsiya ustunlari bo‘yicha hisoblanadi. Bundan tashqari, qo‘shimcha texnologik elementlar, jumladan issiqlik oqimini kamaytirish yo‘li bilan almashinish qurilmalari va bufer rezervuar (desorberdan absorbsiya kolonnasiga qayta uzatiladigan kam miqdorda eritmani saqlash) uchun oddiy differensial tenglamalar ishlatilgan. Massa va issiqlik uzatilish jarayonlarini baholash uchun sirt nazariyasi qo‘llangan. Kimyoviy reaksiya ta’siri massa uzatilish tezligiga ta’sir etishi va o‘tkazish tenglamalariga kuchaytirish orqali kiritilgan. Ishlab chiqilgan modelning muhim qismlaridan biri algebraik tenglamalar bo‘lib, ular massa uzatilish koeffitsienti, effektiv interfatsial yuzasi, issiqlik uzatilishi va suyuqlik ushlash tajribaviy bog‘lamalarini hamda gaz va suyuqlik fazalarining fizik va kimyoviy

ISSN 3030-3907

xossalarini ifodalaydi. Bular qatoriga diffuziya koeffitsientlari, amin eritmasidagi CO_2 eruvchanligi, zichlik, yopishqoqlik va o‘ziga xos issiqlik sig‘imi kabi parametrlar kiradi. Umuman olganda, kimyoviy elementlar konsentratsiya profillari, suyuqlik va gaz oqim profillari, suyuqlik va gaz fazalaridagi harorat profillari hamda absorbsiya-desorbsiya kolonnalari va qo‘shimcha texnologik uskunalarda issiqlik almashinuvi jarayonlari chuqur o‘rganilgan.

3. Boshqaruv metodologiyasi

Amin asosidagi karbonat angidridni ushlash uchun mo‘ljallangan absorbsiya-desorbsiya kallonallarni ishlashini rostlab turish zarur. Bu karbonat angidridni ushlab qolish samaradorligini va sifatni ta’minlab, energiya sarfini kamaytirish va turli tashqi ta’sirlarga qaramasdan, tizim barqaror ishlashini ta’minlaydi.

Markazlashmagan boshqarishda har bir jarayon yoki qurilma uchun alohida PI yoki PID konturi ishlatiladi. Bu konturlar mustaqil bo‘lib, har biri o‘z parametrlarini boshqaradi va markaziy boshqaruvga bog‘liq emas. Tizim modulli bo‘lib, nosozliklarga chidamli va boshqaruv soddalashtiriladi.

Boshqarish tizimi loyihasida taklif etilgan ko‘p konturli markazlashmagan boshqarishning asosiy maqsadi — tashqi g‘alayonlarga barham berib, karbonat angidridni ushlash darajasini (CC) belgilangan qiymatda barqaror saqlashdan iborat. Karbonat angidridni ushlash darajasi (CC) desorberdan chiqayotgan CO_2 massaviy oqimining absorberga kiritilgan CO_2 massaviy oqimiga nisbati orqali aniqlanadi. Bu ko‘rsatkich tizimda CO_2 ni qanday darajada samarali ushlab qolish mumkinligini ifodalaydi. Tenglama quyidagicha yoziladi:

$$CC = \frac{CO_{2_-tashqi}}{CO_{2_-ichki}} \cdot 100[\%]$$

Karbonat angidridni ushlash darajasi (CC) butun karbonatlarni ushlash kollonasini ishlash samaradorligini baholovchi asosiy ko‘rsatkich sifatida ko‘rib chiqildi. Bu ko‘rsatkich asosan CO_2 emissiyasining o‘zgarishlari sharoitida tahlil qilinadi. Odatda, CC qiymati 85% atrofida bo‘ladi. G‘alayonlanishning asosiy sabablari biri, yonishdan keyingi bosqichidagi karbonat angidridni ushlash kollonasida eng ko‘p uchraydigan buzilishlardir.

CO_2 ni tutib qolish jarayoninig uzatish funksiyasi.

CO_2 gazlarni tutib qolish jarayonida gaz fazasidan suyuqlik fazasiga massa almashinuvi sodir bo‘ladi. Ushbu jarayonni matematik jihatidan tavsiflash uchun uzatish funksiyasi ishlatiladi. Uzatish funksiyasi tizimning kirish (gaz kontsentratsiyasi) va chiqish (tutib qolingan CO_2 kontsentratsiyasi) signallari orasidagi munosabatni ifodalaydi.

Matematik modelni tuzish uchun quyidagi asosiy parametrlar qo‘llaniladi.

ISSN 3030-3907

- C_{in} – gaz oqimining kirish kontsentratsiyasi (mol/m^3),

•C_{out} – gaz oqimining chiqish kontsentratsiyasi (mol/m^3),

•α_e - massa almashinuvi koeffitsiyenti (1/s),

•A - interfasial maydon (m^2),

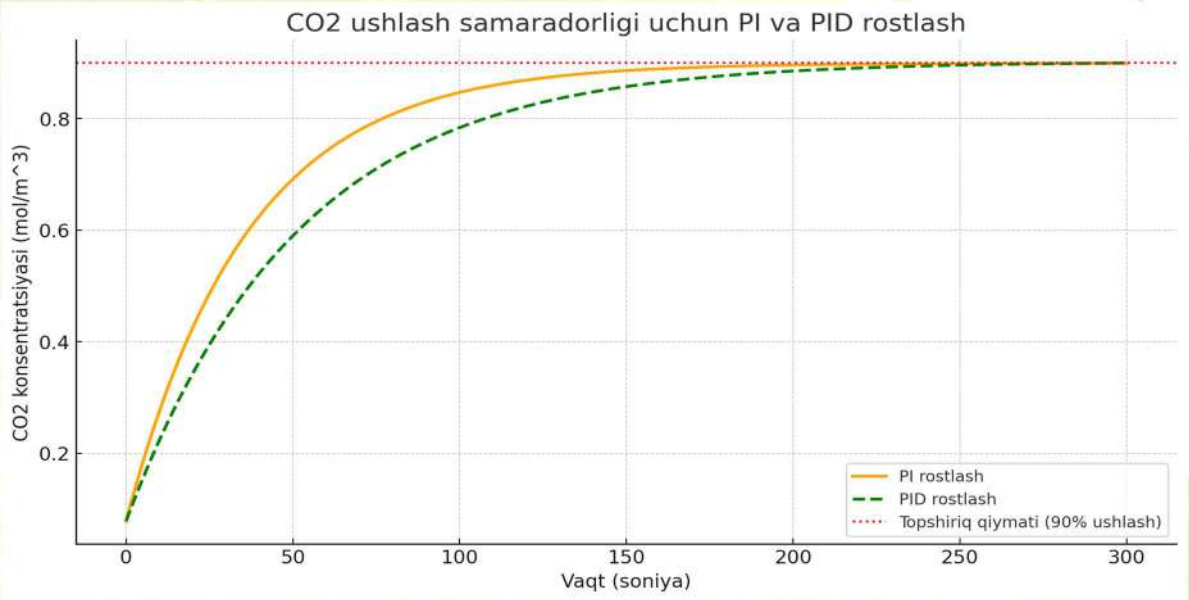
•P_r - gaz fazasining bosimi (Pa),

•V_r – gaz oqimining tezligi (m/s),

•Δ H – yutish jarayonidagi issiqlik o‘zgarishi (J/mol).

Uzatish funksiyasini quyidagi ko‘rinishda ifodalash mumkin:

$$G(s) = \frac{C_{out}}{C_{in}} = \frac{\alpha_e \cdot A \cdot \Delta H}{s \cdot P_r + v_r}$$



Bu yerda:

•G(s) – uzatish funksiyasi,

•S – Laplas operatori (kompleks chastotasi)

Uzatish funksiyasi tizimining dinamik xususiyatlarini tavsiflaydi va uning vaqt bo‘yicha javobini aniqlash uchun ishlatiladi. Bu funksiya tizimining tezkorligini, barqarorligini va rostlash sifatini baholashda asosiy ahamiyatiga ega.

Kaskad boshqaruv tizimi

Bunday buzilishlarning oldini olish uchun kaskad boshqarish kontseptsiyasi va boshqarish tizimi tuzilmasi tanlandi. Bu yondashuv g‘alayonlanishlarni erta bosqichda bartaraf qilishda samarali bo‘lishi mumkin. Asosiy boshqarish konturi – karbonatlarni ushlash darajasini (CC) belgilangan qiymatda ushlab turish vazifasini bajaradi. Pastki boshqarish konturi – kam miqdorda MEA va kirishdagi CO_2 ning molyar oqimlari nisbatini asosiy boshqarishni belgilagan nuqtaga mos ravishda boshqaradi.

Ishlash prinsipi:

ISSN 3030-3907

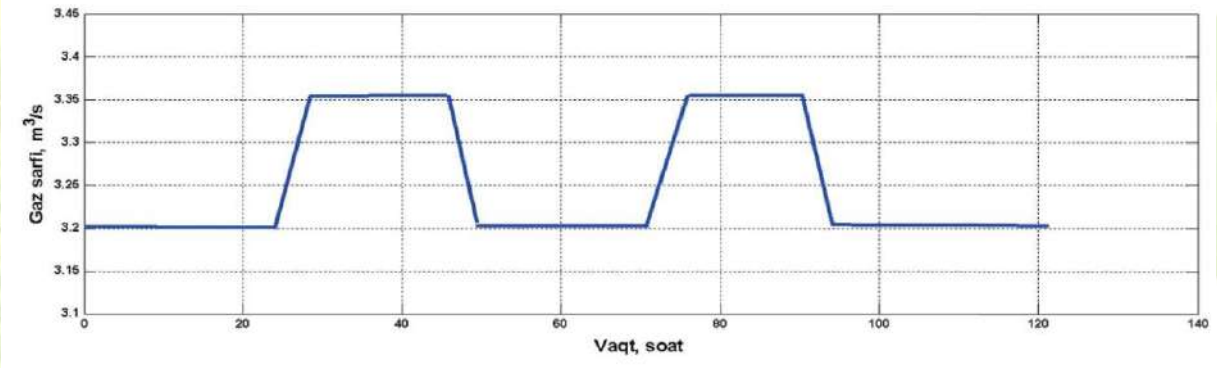
Ushbu boshqarish tuzilmasida absorberga kirishdagi CO_2 emissiyasining yoki kam miqdorda MEA oqimi va kontsentratsiyasidagi buzilishlarni past kontur erta aniqlaydi va boshqaradi. Bu esa asosiy konturga buzilishlarning ta'sirini kamaytirib, karbonat angidridni ushlash darajasini barqaror saqlashga yordam beradi.

Qo'shimcha (bufer) bak: Yonishdan keyingi bosqichidagi karbonat angidridni ushlash kallonasini asosiy qismlari — absorber va desorber o'rtasida bufer bak o'rnatildi. Bu absorber va desorber o'rtasidagi o'zaro ta'sirni kamaytiradi.

4. NATIJALAR VA MUHOKAMALAR

Taqdim etilgan ko'p konturli markazlashtirilmagan boshqarish tizimi uzilishlarga qarshi barqarorlik qobiliyatini sinovdan o'tkazish uchun tekshirildi. Eng asosiy g'alayonlanish sifatida karbonat angidridni ushlash inshootiga kiradigan tutun gazining oqim tezligi o'zgarishi ko'rib chiqiladi. Bu o'zgarish yuqori bosqichdagi elektr stansiyasi ishidagi uzilishlar natijasida yuzaga keladi.

CO_2 kirish oqimi uchun davriy o'zgarish senariysi ishlab chiqilgan bo'lib, unda tez ko'tarilish bosqichi, +5% ortib, doimiy qiymatga erishish va so'ngra boshlang'ich darajaga qaytadigan pasayish bosqichi mavjud. Ushbu davriy g'alayonlanish shakli 2-rasmda keltirilgan.



XULOSA. MEA suvli eritmasi sorbent sifatida ishlatilgan post-yonish CO_2 ushlash jarayoni uchun tezlikka asoslangan model ishlab chiqildi. Absorbsiya va desorbsiya kolonkalari uchun pilot miqyosda tasdiqlangan model asosida, sanoat miqyosidagi CO_2 ushlash jarayonini simulyatsiya qilish uchun kattalashtirish amalga oshirildi. Modelda ikkita qo'shimcha texnologik birlik amalga oshirildi. Regeneratsiya qilingan erituvchini saqlash uchun bufer idishi va issiqlik almashinuvi uchun o'zaro faoliyat issiqlik almashtirgichPI texnologiyasiga asoslangan boshqaruv tizimi ishlab chiqildi. Boshqaruv tizimining asosiy maqsadi jarayon samaradorligini ta'minlash, ya'ni erituvchini qayta tiklash uchun minimal energiya talab qilgan holda yuqori CO_2 tutib qolish darajasini (CC %) saqlashdan iborat edi. CC % ni boshqarish o'zaro issiqlik almashinuvchi talabini boshqarish

ISSN 3030-3907

orqali amalga oshirildi. Maqsad CC % ni o‘rtacha 85 % darajasida ushlab turish edi.

FOYDALINGAN ADABIYOTLAR

1. Yoro, K.O.; Daramola, M.O. CO_2 Emission Sources, Greenhouse Gases, and the Global Warming Effect. In *Advances in Carbon Capture*; Woodhead Publishing: Sawston, UK, 2020.

2. Turakulov, Z., Kamolov, A., Eshbobaev, J., Turakulov, A., Norkobilov, A., & Boboyorov, R. (2023). Modeling and Simulation of Chemical Absorption Methods for CO2 Separation from Cement Plant Flue Gases. Engineering Proceedings, 56(1), 142. https://doi.org/10.3390/ASEC2023-15352.

3. Miroshnichenko, D., Shalygin, M., & Bazhenov, S. (2023). Simulation of the Membrane Process of CO_2 Capture from Flue Gas via Commercial Membranes While Accounting for the Presence of Water Vapor. *Membranes*, *13*(8), 692. doi:10.3390/membranes13080692

ISSN 3030-3907