ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME -4

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 4

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.

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

METANNI KATALITIK OKSIXLORLASH ASOSIDA ETILEN OLISH TEXNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH

Musurmonov X.O.
Qarshi davlat texnika universiteti
Quyboqarov O.E.
Qarshi davlat texnika universiteti

Annotatsiya. Ushbu dissertatsiya loyihasida metanni katalitik oksixlorlash asosida etilen olish texnologiyasini takomillashtirishning ilmiy-texnologik asoslari bayon etilgan. Ishda metanni HCl va O2 ishtirokida selektiv xlorometanlarga, avvalo CH3Cl ga aylantirish, keyin esa xlorometanni kislota markazli SAPO-34 tipidagi katalizatorda yengil olefinlarga, xususan etilenga konversiyalash konsepsiyasi ishlab chiqildi.

Kalit so‘zlar: CH4/HCl/O2 nisbatini tanlash, LaCl3-LaOCl turidagi oksixlorlash katalizatorining faol xlor-kislor markazlari, H-SAPO-34 yoki SAPO-34/ZSM-5.

Аннотация. В данном диссертационном проекте изложены научно-технологические основы совершенствования технологии получения этилена на основе каталитического оксихлорирования метана. В работе разработана концепция селективного преобразования метана в хлорметаны в присутствии HCl и O2, сначала в CH3Cl, а затем конверсии хлорметана в легкие олефины, в частности, в этилен, на кислотно-центрированном катализаторе типа SAPO-34.

Ключевые слова: выбор соотношения CH4/HCl/O2, активные хлорокислотные центры катализатора оксихлорирования типа LaCl3-LaOCl, H-SAPO-34 или SAPO-34/ZSM-5.

Abstract. This dissertation project outlines the scientific and technological foundations for improving the technology of ethylene production based on the catalytic oxychlorination of methane. The work developed a concept for the selective conversion of methane into chloromethane, initially CH3Cl, in the presence of HCl and O2, followed by the conversion of chloromethane into light olefins, specifically ethylene, on an acid-centered SAPO-34 type catalyst.

Keywords: selection of the CH4/HCl/O2 ratio, active chlorine-oxygen centers of the LaCl3-LaOCl type oxychlorination catalyst, H-SAPO-34 or SAPO-34/ZSM-5.

KIRISH.

Ishda metanni katalitik oksixlorlash orqali etilen olish texnologiyasini takomillashtirish nuqtayi nazaridan yoritiladi. Jarayonning markazida metanning inert C-H bog‘ini selektiv faollashtirish, xlorli oraliq birikmalarni nazorat qilish hamda keyingi C-C bog‘lanish bosqichida etilen ulushini oshirish vazifasi turadi. Shuning uchun har bir texnologik qaror katalizator tuzilishi, reaktor

ISSN 3030-3907

gidrodinamikasi va mahsulotlarni ajratish tizimi bilan bog‘langan holda ko‘rib chiqiladi.

Tahlilda asosiy e’tibor CH4/HCl/O2 nisbatini tanlash, LaCl3-LaOCl turidagi oksixlorlash katalizatorining faol xlor-kislor markazlari, H-SAPO-34 yoki SAPO-34/ZSM-5 turidagi ikkinchi bosqich katalizatorining kislotalik xossalari hamda HCl qayta aylanish konturiga qaratildi. Bu yondashuv xlor sarfini kamaytirish, korroziya xavfini cheklash va xlororganik yon mahsulotlar to‘planishini oldini olish imkonini beradi.

Mavzuning dolzarbligi bo‘yicha ilmiy muammo shundan iboratki, metan oksixlorlanganda CH3Cl hosil bo‘lishi bilan birga CH2Cl2, CHCl3, CO va CO2 kabi mahsulotlar ham paydo bo‘lishi mumkin. Etilen olishda esa xlorometan oraliq mahsulotining olefinlarga aylanishi gidrokarbon-pul mexanizmi, aromatik metillangan turlar hosil bo‘lishi va mikrog‘ovaklarning koks bilan to‘lishi bilan cheklanadi. Shu sababli selektivlik, barqarorlik va regeneratsiya birgalikda baholanadi.

Metan tabiiy gazning eng ko‘p uchraydigan komponenti bo‘lib, u yuqori vodorod/uglerod nisbatiga ega, ammo kimyoviy inertligi sababli neft-gaz kimyosida uni bevosita yuqori qo‘shilgan qiymatli C_2 mahsulotlarga aylantirish murakkab masala hisoblanadi. Etilen esa polietilen, etilen oksid, etilenglikol, vinilatsetat, etilbenzol va boshqa ko‘plab monomerlar ishlab chiqarish uchun asosiy platforma mahsulotlardan biridir. Shu sababli metanni etilenga aylantirishga qaratilgan jarayonlar gaz-kimyo majmualarining xomashyo bazasini kengaytirish, tabiiy gazni chuqur qayta ishlash va import o‘rnini bosuvchi mahsulotlar ishlab chiqarish nuqtai nazaridan dolzarbdir .

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, metandan etilen olishning to‘g‘ridan-to‘g‘ri oksidlovchi juftlanish, piroliz, plazma-kimyoviy konversiya, sintez-gaz orqali bilvosita yo‘l va xlorometan oraliq mahsulotiga asoslangan bosqichli yo‘nalishlari mavjud. Ularning har biri energiya sarfi, selektivlik, apparat murakkabligi, katalizator barqarorligi va ekologik xavfsizlik jihatidan o‘ziga xos afzallik va kamchiliklarga ega. Mazkur bobda aynan metanni oksixlorlash orqali xlorometan olish va keyin xlorometanni SAPO-34 tipidagi katalizatorda C_2–C_4 olefinlarga aylantirish yo‘nalishi ilmiy-texnologik nuqtai nazardan asoslanadi [2–5; 16].

Metan resurslari va etilen ishlab chiqarishning neft-gaz kimyosidagi o‘rni

Tabiiy gaz tarkibida metan ulushi odatda eng yuqori bo‘lib, u gazni qayta ishlash sanoati uchun eng yirik uglevodorod manbai hisoblanadi. Ammo metan molekulasi nisbatan simmetrik, qutblanishi past va C–H bog‘i mustahkam

ISSN 3030-3907

bo‘lgani sababli uning selektiv kimyoviy konversiyasi etan, propan yoki nafta fraksiyalariga nisbatan ancha murakkab kechadi. Sanoatda etilen asosan bug‘li kreking orqali ishlab chiqariladi; bu jarayon yaxshi o‘zlashtirilgan bo‘lsa-da, yuqori harorat, katta issiqlik sarfi va CO_2 emissiyasi bilan tavsiflanadi [17; 41; 49].

Etilenning strategik ahamiyati uning “asosiy neft-kimyo qurilish bloki” sifatidagi rolida namoyon bo‘ladi. Polietilen ishlab chiqarish etilen iste’molining eng katta yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, undan tashqari etilen oksid, etilenglikol, stirol, alfa-olefinlar va boshqa mahsulotlar uchun ham etilen zarur. Demak, etilen ishlab chiqarish xomashyo bazasini diversifikatsiya qilish gaz-kimyo komplekslari iqtisodiy barqarorligini ta’minlashda muhim hisoblanadi [42; 43; 49].

Metanni etilenga aylantirish g‘oyasi ayniqsa tabiiy gazga boy hududlar uchun ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Nafta yoki etan importiga tayanmasdan, mahalliy tabiiy gazdan olefinlar olish kimyo sanoatining yuqori qo‘shilgan qiymatli zanjirlarini shakllantirishga xizmat qiladi. Bunda metan resurslari “yoqilg‘i sifatidagi qiymat”dan “kimyoviy xomashyo sifatidagi qiymat” darajasiga o‘tkaziladi. Ushbu yondashuv gazni shunchaki yoqish emas, balki molekulyar darajada maqsadli qayta qurish konsepsiyasiga asoslanadi.

Metanni etilen manbai sifatida ishlatishda eng asosiy muammo bir bosqichli selektiv konversiyaning qiyinligidir. Metan faollashgandan keyin hosil bo‘lgan metil, metoksi, xlorometil yoki boshqa oraliq turlar maqsadli C–C bog‘i hosil qilishdan oldin chuqur oksidlanish, kraking yoki ortiqcha funksionallashuvga uchrashi mumkin. Shuning uchun zamonaviy tadqiqotlar metanni “to‘g‘ridan-to‘g‘ri etilenga” emas, balki “boshqariladigan oraliq molekula orqali etilenga” aylantirishga e’tibor qaratmoqda [2; 16; 17].

Xlorometan oraliq mahsulotiga asoslangan yo‘l shu jihatdan qiziqarliki, metanning dastlabki faollashuvi CH_3Cl kabi nisbatan reaktivroq C_1 birikmaga o‘tkaziladi. Keyin esa CH_3Cl kislotali mikrog‘ovak katalizatorda C–C bog‘i hosil qiluvchi mexanizm orqali yengil olefinlarga aylantiriladi. Bunday bosqichli yondashuv metanning bevosita inertligini kamaytiradi, lekin jarayonga HCl, O_2 va organoxlor birikmalar bilan ishlash xavfsizligi hamda xlor balansi muammolarini olib kiradi [2–5; 21].

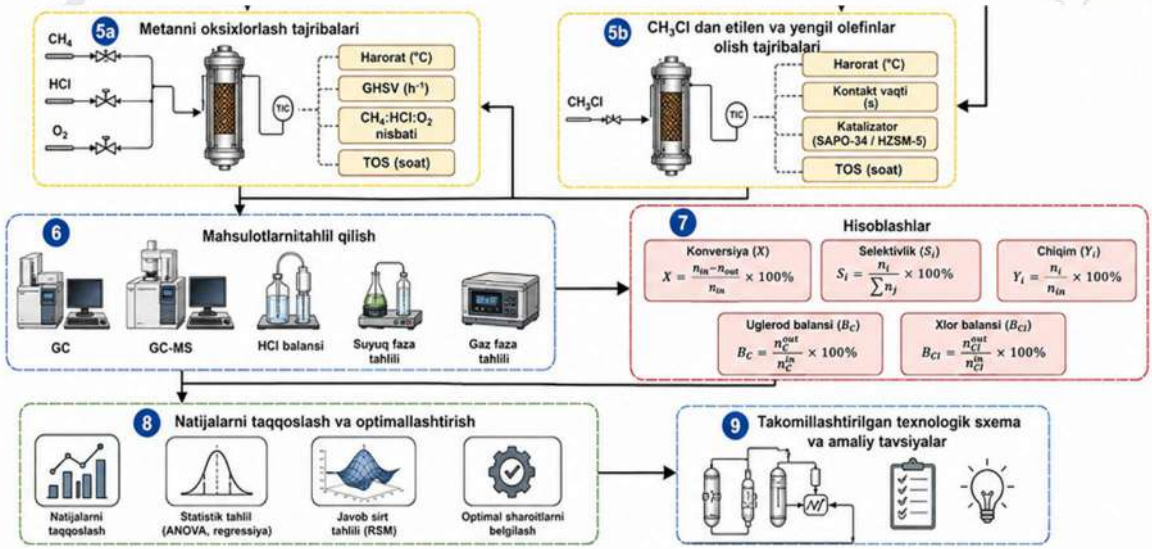
MATERIALLAR VA METODIK YONDASHUV

Jarayon ikki xil katalitik bosqichni bitta texnologik zanjirda baholashni talab qiladi: birinchi bosqichda metan HCl va O_2 ishtirokida xlorometanga aylantirildi; ikkinchi bosqichda xlorometan kislotali mikrog‘ovak katalizatorlarda etilen hamda boshqa yengil olefinlarga konversiyalandi [2–5; 46]. Shu sababli ikkinchi bobda xomashyo oqimlari, katalizator tarkibi, reaktor rejimi, mahsulot

ISSN 3030-3907

tahlili va material balans bir-biridan ajratilmagan holda, yagona metodologik tizim sifatida ko‘rib chiqildi.

Tajriba metodikasini ishlab chiqishda selektivlikni boshqarish, HCl aylanishini baholash, organoxlor qo‘shimcha mahsulotlarni nazorat qilish, katalizator deaktivatsiyasi va regeneratsiya imkoniyatini aniqlash asosiy mezonlar sifatida belgilandi. Bunday yondashuv $LaCl_3$/LaOCl tizimidagi OCl faol markazlari, SAPO-34 dagi hydrocarbon-pool mexanizmi va koks hosil bo‘lishining mikrog‘ovak tuzilmaga ta’sirini tajribaviy ravishda bog‘lash imkonini beradi [2; 3; 14; 46].



1.Rasm Tadqiqot metodologiyasining sxemasi

Tadqiqot obyekti, predmeti va metodologik yondashuv

Tadqiqot obyekti sifatida metanni oksixlorlash orqali xlorometan hosil qilish va keyinchalik xlorometanni mikrog‘ovak kislotali katalizatorlarda etilen hamda yengil olefinlarga aylantirish jarayoni tanlandi. Tadqiqot predmeti esa $LaCl_3$/LaOCl asosidagi oksixlorlash katalizatorining faol-selektiv xossalari, SAPO-34 va HZSM-5 tipidagi ikkinchi bosqich katalizatorlarining kislotaligi, g‘ovak tuzilishi, deaktivatsiyasi hamda texnologik rejim parametrlarining mahsulot taqsimotiga ta’siridan iboratdir.

Metodologik yondashuv “reaksiya–katalizator–reaktor–analiz–hisoblash” zanjiriga asoslanadi. Bunda reaksiya sharoiti alohida parametr sifatida emas, balki katalizator sirtidagi faol markazlarning holati, reaktor qatlamidagi issiqlik-massa almashinuvi va chiqish oqimining tarkibi bilan bog‘langan holda baholanadi [17–19]. Shuning uchun har bir tajribada gazlar sarfi, katalizator massasi, fraksiya o‘lchami, harorat, kontakt vaqti, TOS, mahsulot tarkibi va balans yopilishi birgalikda qayd etiladi.

Metanni etilenga aylantirishning mazkur ikki bosqichli yo‘li oddiy sintez sxemasi emas, balki selektiv C–H faollashuv va C–C bog‘ hosil qilish reaksiyalarini ketma-ket boshqarishga qaratilgan ilmiy-texnologik modeldir.

ISSN 3030-3907

Birinchi bosqichda metan molekulasining inertligi xlorometan hosil qilish orqali yengillashtiriladi; ikkinchi bosqichda esa xlorometan hydrocarbon-pool markazlari ishtirokida olefinlar hosil bo‘lishiga jalb qilinadi [3; 15].

Reagentlar, gazlar va xomashyo oqimlariga qo‘yiladigan talablar

Metanni oksixlorlash tajribalarida asosiy reagentlar sifatida metan, vodorod xlorid, kislorod va inert gaz ishlatiladi. Metan xomashyosi tarkibida etan, propan, CO_2, H_2S va suv bug‘lari miqdori nazorat qilinishi lozim, chunki bunday qo‘shimchalar metan konversiyasi, xlorometan selektivligi va katalizator sirtining barqarorligiga ta’sir ko‘rsatadi [20; 41]. Ayniqsa H_2S yoki namlik $LaCl_3$/LaOCl fazalarining barqarorligiga, HCl esa apparat korroziyasiga sezilarli ta’sir qiladi.

HCl birinchi bosqichda xlor manbai sifatida ishtirok etadi. Uning ortiqcha miqdori CH_4 dan CH_3Cl hosil bo‘lishini kuchaytirishi mumkin, ammo haddan tashqari ko‘p faol xlorlovchi turlar CH_2Cl_2, $CHCl_3$ va boshqa chuqur xlorlangan mahsulotlar ulushini oshiradi [2; 46]. Shu sababli HCl sarfi faqat reaktiv miqdor bo‘yicha emas, balki CH_3Cl selektivligi va ikkinchi bosqichga keladigan oqim sifatiga ko‘ra optimallashtiriladi.

Kislorod HCl ni qayta oksidlab sirt OCl turlarini hosil qilish uchun zarur, biroq uning ortiqcha miqdori CO va CO_2 hosil bo‘lishini kuchaytiradi. Shuning uchun O_2 ulushi xavfsizlik chegaralari, metan bilan portlovchi aralashma hosil qilish xavfi va reaksion selektivlikni hisobga olgan holda tanlanadi [2; 28]. Tajriba qurilmasida O_2 alohida mass-sarf rostlagich orqali berilishi, reaktor kirishida esa inert gaz bilan suyultirilishi tavsiya etiladi.

Ikkinchi bosqich tajribalarida model xomashyo sifatida toza CH_3Cl yoki birinchi reaktordan olingan real CH_3Cl-HCl-N_2 aralashmasidan foydalanish mumkin. Model aralashma katalizatorning o‘ziga xos faolligini baholashga, real aralashma esa bosqichlararo moslikni aniqlashga xizmat qiladi. Bu ikki yondashuvning birga qo‘llanishi OAK talablari bo‘yicha ilmiy natijalarning haqqoniyligini kuchaytiradi [1; 3; 4].

Reagentlar sifatini pasportlashtirish tajriba natijalarini takrorlash uchun zarur. Har bir gaz balloni bo‘yicha ishlab chiqaruvchi sertifikati, tozalik darajasi, namlik miqdori, aralashmalar chegarasi, ballondan foydalanish sanasi va sarf kalibrovkasi laboratoriya jurnalida qayd etiladi. Agar tabiiy gazdan foydalanilsa, tajribadan oldin uning komponent tarkibi GC-TCD orqali aniqlanadi va keyingi hisoblarda aynan shu tarkib asos qilib olinadi.

1-Jadval

Reagentlar va xomashyo oqimlariga qo‘yiladigan asosiy talablar

Reagent/oqim	Asosiy talab	Nazorat usuli	Tadqiqotdagi ahamiyati

ISSN 3030-3907

CH_4 yoki tabiiy gaz	CH_4 ulushi, C_2^+, CO_2, H_2S va namlik nazorati	GC-TCD, quritish, sertifikat	Konversiya va uglerod balansini to‘g‘ri hisoblash
HCl	Quruq, barqaror sarf, ortiqcha namliksiz	Mass-sarf rostlagich, titrlash	CH_3Cl selektivligi va xlor balansiga ta’sir qiladi
O_2	Suyultirilgan, portlash xavfsizligi chegarasida	MFC, xavfsizlik nazorati	OCl markazlari va COx hosil bo‘lishini boshqaradi
N_2/He	Inert va quruq	Gaz sertifikati, namlik nazorati	Suyultirish, purj va ichki standart vazifasi
CH_3Cl model oqimi	Aniq konsentratsiya, quruq holat	GC kalibrovka, balon sertifikati	CTO bosqichi faolligini baholash

Jadvaldagi qiymatlar laboratoriya sharoitida tajriba rejasini tuzish, analitik natijalarni standartlashtirish va bosqichlararo material balansini bir xil mezonda baholash uchun tavsiya etilgan ishchi diapazonlarni ko‘rsatadi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA.

$LaCl_3$/LaOCl asosidagi oksixlorlash katalizatorini tayyorlash metodikasi

Birinchi bosqich katalizatori sifatida $LaCl_3$/LaOCl tizimi tanlanadi, chunki adabiyotlarda u metanni HCl va O_2 ishtirokida xlorometanga selektiv oksixlorlash uchun istiqbolli katalitik tizim sifatida ko‘rsatilgan [2; 46]. Ushbu tizimning muhim jihati shundaki, faol markazlar faqat $LaCl_3$ yoki LaOCl fazasining o‘ziga emas, balki reaksiya sharoitida shakllanadigan xlorid–oksixlorid muvozanatiga bog‘liq bo‘ladi.

LaOCl prekursorini tayyorlashda lantan nitrat yoki lantan xlorid eritmasi cho‘ktirish agenti bilan ishlanadi. Cho‘kma pH qiymati 8,0–9,5 oralig‘ida ushlab turilib, 50–70 °C haroratda aralashtiriladi, so‘ng filtrlanadi, xlorid va nitrat qoldiqlaridan yuviladi hamda 100–120 °C da quritiladi. Quritilgan namuna 450–550 °C da kalsinatsiya qilinib LaOCl fazasiga yaqin prekursor olinadi [47].

Katalizatorni $LaCl_3$/LaOCl holatiga keltirish uchun kalsinatsiyalangan namuna HCl/N_2 yoki HCl/O_2/N_2 oqimida yumshoq xlorlanadi. Xlorlash harorati 250–400 °C oralig‘ida tanlanadi, chunki juda past haroratda sirt xloridlanishi yetarli bo‘lmasligi, juda yuqori haroratda esa solishtirma sirt yuzasi keskin

ISSN 3030-3907

kamayishi mumkin [47; 48]. Bu bosqichda namunadagi massa o‘zgarishi va chiqish oqimida HCl miqdori kuzatiladi.

Tashuvchili katalizator tayyorlash zarur bo‘lsa, γ-Al_2O_3, SiO_2 yoki termik barqaror inert materialga nam impregnirlanish usuli qo‘llanadi. Eritmadagi La prekursor miqdori yakuniy katalizatorda 5–20 massa % La_2O_3 ekvivalenti hosil qiladigan qilib hisoblanadi. Impregnirlanishdan keyin namuna 12 soat muvozanatlantiriladi, 110 °C da quritiladi va bosqichli kalsinatsiyalanadi. Bunday yondashuv faol fazaning bir tekis taqsimlanishini ta’minlashga xizmat qiladi [24; 25].

Katalizator tayyorlashda asosiy nazorat parametrlari quyidagilardan iborat: prekursor eritmasi konsentratsiyasi, pH, cho‘ktirish tezligi, quritish harorati, kalsinatsiya davomiyligi, xlorlash tartibi, zarracha fraksiyasi va tayyor namunaning mexanik mustahkamligi. Har bir partiya “OK-1”, “OK-2”, “OK-3” kabi shartli nom bilan belgilab, laboratoriya pasportiga kiritiladi. Bu keyingi katalitik natijalarni aniq namuna tarkibi bilan bog‘lash imkonini beradi.

SAPO-34, HZSM-5 va modifikatsiyalangan mikrog‘ovak katalizatorlarni tayyorlash

Ikkinchi bosqichda xlorometanni etilen va yengil olefinlarga aylantirish uchun SAPO-34 asosiy katalizator sifatida tanlanadi. SAPO-34 ning CHA tipidagi mikrog‘ovak tuzilishi yengil olefinlar selektivligini oshirishga xizmat qiladi, uning kislota markazlari esa CH_3Cl ni faollashtirib hydrocarbon-pool intermediatlari hosil bo‘lishini ta’minlaydi [3; 7; 10].

SAPO-34 sintezida alyuminiy manbai sifatida $Al(OH)_3$ yoki alyuminiy izopropoksid, fosfor manbai sifatida H_3PO_4, kremniy manbai sifatida kolloid SiO_2 yoki TEOS, strukturani yo‘naltiruvchi agent sifatida morfolin, TEAOH yoki boshqa organik aminlardan foydalanish mumkin. Gel tarkibi odatda Al_2O_3:P_2O_5:SiO_2:H_2O:SDA nisbatlari asosida beriladi, sintez esa avtoklavda 170–220 °C da 24–72 soat davomida olib boriladi [23; 45].

HZSM-5 qiyosiy katalizator sifatida qo‘llanadi, chunki uning MFI kanal tizimi SAPO-34 dan farqli ravishda aromatiklar va yuqori uglevodorodlar hosil bo‘lishiga moyilroq bo‘lishi mumkin [4; 21]. HZSM-5 ning Si/Al nisbati katalizator kislotaligini belgilaydi; kichik Si/Al nisbatida kuchli kislotalik yuqori, lekin kokslanish xavfi ham yuqori bo‘ladi. Shu sababli tajribada Si/Al = 25–80 oralig‘idagi namunalar solishtiriladi.

Modifikatsiyalangan SAPO-34 namunalarini tayyorlashda metal xloridlar, ishqoriy-yermetall komponentlar yoki mezog‘ovaklik hosil qiluvchi qo‘shimchalar qo‘llanishi mumkin. Masalan, Mg, Zn, Ni yoki La komponentlari kislota markazlari kuchini yumshatishi, CH_3Cl adsorbsiyasini o‘zgartirishi va etilen/propilen nisbatiga ta’sir qilishi mumkin [5; 48]. Biroq har qanday

ISSN 3030-3907

modifikatsiya kristall fazani buzmasligi va mikrog‘ovak hajmini haddan tashqari kamaytirmasligi lozim.

Katalizatorlarni amaliy tajribaga tayyorlashda kukunlar presslanib granulalanadi, 0,25–0,50 mm yoki 0,50–1,00 mm fraksiyalarga elakdan o‘tkaziladi. Juda mayda fraksiyalar qatlam bosim tushishini oshiradi, juda yirik zarrachalar esa ichki diffuziya cheklovini kuchaytiradi [38; 39]. Shu sababli granulometrik tarkib reaktor gidrodinamikasi va katalizatorning haqiqiy faolligini ajratib baholash uchun bir xil saqlanadi.

2-Jadval

Ikkinchi bosqich katalizatorlari uchun tavsiya etiladigan namunalar seriyasi

Namuna	Tarkib/tuzilma	Maqsad	Asosiy nazorat ko‘rsatkichi
CTO-1	H-SAPO-34, standart CHA	Bazaviy katalizator	CH_3Cl konversiyasi, C_2H_4 selektivligi
CTO-2	Mg-modifikatsiyalangan SAPO-34	Kislotalikni yumshatish	NH_3-TPD, etilen/propilen nisbati
CTO-3	Zn yoki Ni modifikatsiyalangan SAPO-34	CH_3Cl adsorbsiyasi va koksni boshqarish	TOS, koks miqdori
CTO-4	Hierarxik SAPO-34	Diffuziya cheklovini kamaytirish	BET, mikrog‘ovak/mezog‘ovak hajmi
CTO-5	HZSM-5, Si/Al 25–80	Qiyosiy katalizator	Aromatiklar va C_5^+ ulushi

Jadvaldagi qiymatlar laboratoriya sharoitida tajriba rejasini tuzish, analitik natijalarni standartlashtirish va bosqichlararo material balansini bir xil mezonda baholash uchun tavsiya etilgan ishchi diapazonlarni ko‘rsatadi.

XULOSA.

1. Adsorbsion quritish gaz yoki suyuq muhit tarkibidagi suv bug‘i molekulalarini qattiq adsorbent sirtida va g‘ovaklarida ushlab qolishga asoslangan murakkab fizik-kimyoviy jarayondir.

ISSN 3030-3907

2. Jarayonning asosiy mohiyati tashqi diffuziya, g‘ovak ichki diffuziyasi, faol markazlarda adsorbsiya, adsorbsion muvozanat va regeneratsiya bosqichlarining uzviy bog‘liqligida namoyon bo‘ladi.

3. Adsorbentning solishtirma sirt yuzasi, g‘ovaklar taqsimoti, gidrofilligi, mexanik mustahkamligi va regeneratsiyalanish qobiliyati quritish samaradorligini belgilovchi asosiy omillardir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Pall Corporation. Adsorbent Dehydration — Natural Gas. Technical information page. URL: https://www.pall.com/en/oil-gas/solutions/adsorbent-dehydration.html

2. IUPAC. Manual of symbols and terminology for physicochemical quantities and units: definitions of physisorption and chemisorption. URL: https://old.iupac.org/reports/2001/colloid_2001/manual_of_s_and_t/node16.html

3. Thommes M., Kaneko K., Neimark A.V., Olivier J.P., Rodriguez-Reinoso F., Rouquerol J., Sing K.S.W. Physisorption of gases, with special reference to the evaluation of surface area and pore size distribution. Pure and Applied Chemistry. 2015. Vol. 87. P. 1051–1069.

4. Pierotti R.A., Rouquerol J., Sing K.S.W. Reporting physisorption data for gas/solid systems with special reference to the determination of surface area and porosity. Pure and Applied Chemistry. 1985. Vol. 57. P. 603–619.

5. Ruthven D.M. Principles of Adsorption and Adsorption Processes. New York: Wiley, 1984. 464 p.

6. Yang R.T. Adsorbents: Fundamentals and Applications. Hoboken: Wiley-Interscience, 2003. 410 p.

7. Yang R.T. Gas Separation by Adsorption Processes. Boston: Butterworths, 1987. 352 p.

8. Farag H.A.A., Ezzat M.M., Amer H., Nashed A.W. Natural gas dehydration by desiccant materials. Alexandria Engineering Journal. 2011. Vol. 50. No. 4. P. 431–439.

9. Patel H. Fixed-bed column adsorption study: a comprehensive review. Applied Water Science. 2019. Vol. 9. Article 45.

10. Dynamic Sorption. Breakthrough curves and breakthrough measurement. URL: https://www.dynamicsorption.com/dynamic-sorption-method/breakthrough-measurement/

11. EMIS-VITO. Adsorption based dehydration: technology factsheet. URL: https://emis.vito.be/nl/tools/mapitccu/technologies/adsorption-based-dehydration

ISSN 3030-3907

12. Kohl A.L., Nielsen R.B. Gas Purification. 5th ed. Houston: Gulf Publishing Company, 1997. 1395 p.
13. GPSA Engineering Data Book. Gas Processors Suppliers Association. Latest industrial editions.
14. Breck D.W. Zeolite Molecular Sieves: Structure, Chemistry, and Use. New York: Wiley, 1974. 771 p.
15. Rouquerol F., Rouquerol J., Sing K.S.W., Llewellyn P., Maurin G. Adsorption by Powders and Porous Solids: Principles, Methodology and Applications. 2nd ed. Oxford: Academic Press, 2014.

ISSN 3030-3907