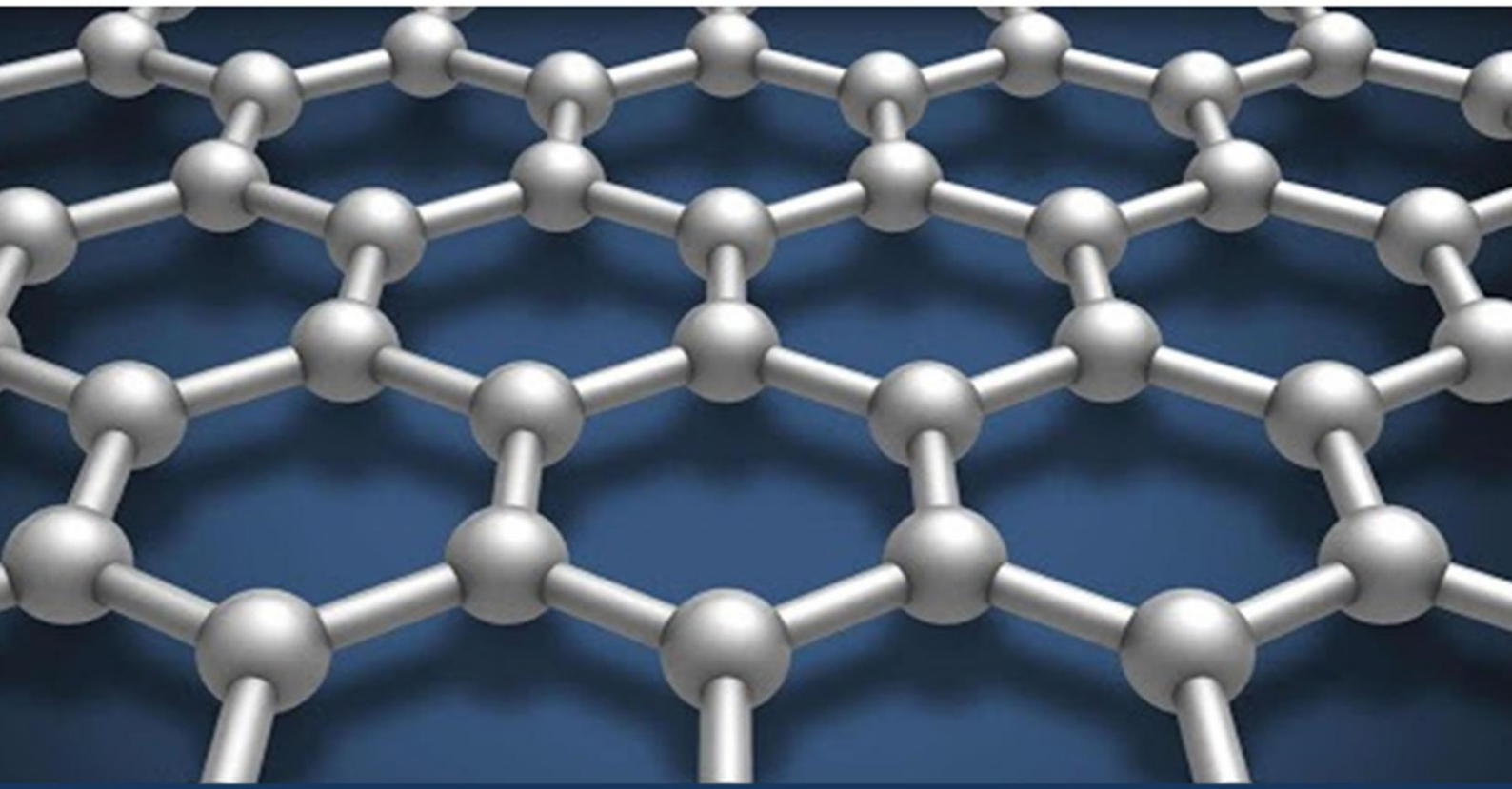
ISSN 2091-5527
№ 3/2025

O‘zbekiston

Kompozitsion Materiallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал

Композиционные материалы

UDK: 547.821

KOMPOZIT KATALIZATORLAR ISHTIROKIDA ATSETALDEGIDNING AMMIAK BILAN KONDENSATSIYLANISHI

[1]Umrzoqov A.T., [1]Muxiddinov B.F., [2]Ikramov A., [1]Vapoyev H.M., [1]Qodirov S.M.

[1]Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, [2]Toshkent kimyo-texnologiya instituti

Annotatsiya. Mahalliy tabiiy xom ashyolardan tayyorlangan kompozit katalizatoplar orqali asetaldegid ammonolizidan piridin va piridin hosilalari sintez qilindi. Katalizator o‘zaklari sifatida Oltintog‘ va Angren kaolinlari, Navbahor bentoniti va Karmana konidan olingan (KTJ) seolit tarkibli shaffof bo‘lmagan jinslardan foydalanilgan. Tegishli o‘zaklarga termik, kislotali va gidrotermik ishlov berish bilan rux va kadmiy birikmalari promotorligida turli modifikatsiyadagi katalizatorlar yaratildi. Tayyorlangan katalizatorlar yordamida asetaldegid va ammiakning katalitik kondensatsiyasi tadqiq qilindi. Mahsulot unumiga katalizatorlar tabiati va tarkibi, boshlang‘ich moddalar nisbatlari hamda haroratlar ta’siri o’rganildi. Piridin va piridin hosilalarini hosil qilish mexanizmi taklif qilingan. Sintez jarayoni uchun optimal harorat 400 ^oC ekanligi aniqlangan. Tegishli sharoitlarda RKTJ-4 katalizatori eng faol katalizator ekanligi ko‘rsatildi. RKTJ-4 katalizatorida maqsadli mahsulotlar umumiy unumi 91% ni tashkil etdi.

Kalit so’zlar: asetaldegid, ammiak, ammonoliz, piridin, α- pikolin, γ-pikolin, 2-metil-5-etilpiridin (MEP), asetonitri,. geterogen kataliz, katalizator, o’zak, promotor, harorat.

Kirish. Piridin va piridin hosilalari kimyo sanoatda ko‘plab organik va ba’zi noorganik moddalarning erituvchisi, ekstragentlar, vinilpiridinlar sintezi uchun yarim mahsulotlar, sirt-faol moddalar (SFM), yuqori sifatli sintetik kauchuklar, rezina vulkanizatsiya tezlatkichlari, ion almashinuvchi smolalar, farmatseftikada dorivor moddalar, to‘qimachilik sanoati bo‘yovchi vositalar, qishloq xo‘jaligida pestitsidlar olishda, kino va fotomateriallar sintezida boshlang‘ich moddalar, korroziya ingibitorlari ishlab chiqarish texnologiyasida keng miqiyosda ishlatiladi [1-4]. Aldegidlarning ammonolizida katalizatorlar uchun asosan $Al(OH)_3$, γ-Al_2O_3, seolit va kaolinlar o`zak sifatida ishlatiladi. Piridin, α-, β-va γ- pikolinlar sintezida kobalt, mis, rux, kadmiy, xrom va temir tuzlari hamda oksidlarining turli o‘zaklar orqali tayyorlangan katalizatorlari keng miqyosda qo‘llaniladi. Piridin va piridin hosilalari sinteziga - katalizatorlarning faol komponentlari va o‘zaklarning tabiati hamda miqdori, peptizatorlarning tabiati, harorat, boshlang‘ich moddalarning hajmiy nisbatlari, bosim, xom ashyolarning berilish tezligi, reagentlarning katalizatorga sorbsiyalanishi va desorbsiyalanishi, geterotsikllanishi kabi ko‘plab omillar ta’sir etadi [5-9].

Tabiiy qatlamli alyumosilikatlarning asosiy kimyoviy tarkibi SiO_2 (30-70%), Al_2O_3 (10-40%) va turli qo‘shimchalardan iborat. Tabiiy qatlamli (gil) va karkasli tuzilishiga ega silikatlar (seolitlar) yuqori ion almashinish qobiliyati, makro, mikro, nanog‘ovaklik tuzilishli va har xil tabiatdagi sirt faol markazlarining mavjudligi kabi noyob xususiyatlarga egaligi sababli katalizatorlar ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladi [10-12].

Ushbu tadqiqot ishida atsetaldegidning ammiak bilan katalitik kondensatsiyasidan olinadigan moddalar sintezi unumiga katalizator va o‘zaklar tabiati hamda miqdori, harorat, boshlang‘ich moddalarning hajmiy nisbatlari ta’siri o‘rganildi. Azot saqlagan geterotsiklik birikmalar sintezi uchun Oltintog‘ va Angren kaolinlari, Navbahor bentoniti va Karmana seolit tarkibli shaffof bo‘lmagan tog‘ jinslari o‘zak sifatida qayta ishlandi, turli metall birikmalari bilan modifikatsiyalangan katalizatorlar yaratildi. Yaratilgan katalizatorlar piridin va piridin hosilalari sintezi uchun selektiv ta’sir qiluvchi katalizator ekanligi aniqlandi.

Tadqiqot obekti va tadqiqot usullari. Geterotsikllanish reaksiyalari kompozit katalizatorlari mahalliy alyumosilikatli minerallardan tayyorlandi va ularning mineralogik tarkibi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Oltintog‘ (OK) va Angren (AK) kaolinlari, Navbahor bentoniti (NB) va Karmana seolit tarkibli shaffof bo‘lmagan tog‘ jinslari (KTJ) va minerologik tarkibi

Xomashyo nomi	Birikmalar tarkibi, mass %									
	Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	TiO_2	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	SO_{3um}/P_2O_5	k.y.m
OK	20,1	58,5	1,94	0,3	1,71	3,20	2,44	2,69	1,04	8,07
AK	36,9	46,8	0,5	0,4	0,18	0,24	0,02	0,38	-	13,2
NB	13,7	57,9	5,1	0,4	1,84	0,48	1,53	1,75	0,43	16,7
KTJ	9,57	80,6	1,59	-	0,8	0,27	-	-	0,76	4,82

Yangi turdagi tayyorlangan katalizatorlarning adsorbsiyasi va boshqa xususiyatlari kristall panjaralarining o‘ziga xosligi va sirt yuzasining turlichaligiga bog‘liq. Dastlabki reagentlar va katalizatorlarning tabiati, shuningdek, jarayonlarning maqsadli mahsulotlarining rentabelligi va ularning assortimentiga ta’sirini baholash ancha murakkabligi sababli sanoat miqyosida ishlab chiqarishda istiqbolli yo‘nalishlarning aniqlanishi muhim hisoblanadi. Kaolinitlardagi bir-biriga nisbatan parallel joylashgan gidroksil guruhlari qatlamlari oktaedr panjarasi kislorod atomlariga tutashgan tetraedrik qo‘shni qatlam o‘rtasida vodorod bog‘larini hosil qiladi. Montmorillonit - bu uch qatlamli tuzilishli: bir-biriga qaragan ikki qatlamli kremniy-kislorodli tetraedrik, ikkala tomoni alyumogidroksilli oktaedrik qatlamlari bilan qoplangan. Karmana tog‘ jinslari minerali geylandit tarkibli seolit tipidagi silikat karkasli mineral hisoblanadi. Tabiiy qatlamli alyumosilikatlar tarkibidagi qo‘shimcha moddalar sorbentlarning funksional xossalariga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Alyumosilikatli katalizatorlar reaksiya sharoitda protonli va aprotonli kislotali xossalari namoyon qiladi. Katalizatorlar tarkibida Al_2O_3 miqdori ortishi bilan aprotonlik kislotali markazlari (Lyuis kislotali markazlari (LKM)) ortib boradi va 50% dan ortishi bilan protonli kislotali markazlari (Brensted kislota markazlari (BKM)) kamayadi. Kaolinlarning (asosiy qismi kaolinit), Navbahor bentoniti (asosiy qismi montmorillonit), seolit tarkibli Karmana tog‘ jinslarining eng yaxshi tekstur xususiyatlarini saqlagan holda karbonilli birikmalarning geterotsikllanish jarayonlariga katalizatorlar ishlab chiqarish muhim ahamiyat kasb etadi.

Tajriba qismi. Piridin va piridin hosilalari sintezi uchun kislotali va termik qayta ishlangan, rux va kadmiy birikmalari bilan promotorlangan yangi turdagi kompozit katalizatorlar yaratildi. Katalizator o‘zagi sifatida Oltintog‘ va Angren kaolini, Navbahor bentoniti, seolit tarkibli Karmana tog‘ jinslari ishlatildi. Tegishli o‘zaklar kerakli o‘lchamgacha maydalanib, tarkibidagi turli organik moddalardan tozalash uchun haroratni 100 ^oC boshlab 50 ^oC intervalda 600 ^oC gacha haroratda toblandi [13-15]. Kolbada termik qayta ishlangan o‘zaklar 25% li HCl bilan ma’lum muddat magnitli meshalkada aralashtiriladi. Kislota o‘zak bilan o‘zaro ta’sirlashib, qatlamlararo bo‘shliqda joylashgan kalsiy va magniy kabi metall kationlarini olib tashlandi. Reaksiyadan so‘ng o‘zakdan kislota qoldiqlari va reaksiya mahsulotlarini chiqarish uchun suv bilan bir necha marta yuviladi. Keyin kerakli namlikka etguncha quritiladi. Kislota bilan ishlov berish qatlamlararo bo‘shliqning ko‘payishiga, sirt maydoni va g‘ovakligining oshishiga, o‘zak yuzasida kislota markazlarini yaratilishiga, muayyan sirt maydoni va g‘ovaklilikning ko‘payishi esa modifikatsiyalangan o‘zakni yanada samarali sorbentga aylantiradi. Keyin rux va kadmiy birikmalari bilan promotorlanadi va ma’lum intervalda haroratni oshirib 600-650 ^oC haroratda 5 soat davomida toblandi. Metall oksidlari bilan promotorlash mahsulolar unumi va katalizatorning ishlash muddatini oshiradi. So‘ngra termik va kislotali qayta ishlangan katalizatorlar 100-200 ^oC haroratda gidrotermik usulda qayta ishlanadi.

Modifikatsiyalangan kompozit katalizatorlar atsetaldegidning ammiak bilan katalitik kondensatsiyasi jarayonlarida qo‘llanildi. Geterogen katalitik jarayonlar mahsus oqimli sinov reaktorida amalga oshirildi. Atsetaldegidning polimerlanishining oldini olish uchun dastlab reaktorga tegishli haroratda ma’lum miqdorda ammiak berilib katalizator faollashtirib olindi. Reaktorning pastki qismiga simli to’r o’rnatilib, ustiga chinni bo’lakchalari qo’yiladi. Chinni bo‘lakchalarining ustiga 200 g tegishli kompozit katalizator namunasi joylashtiriladi va katalizatorning ustki qismi ham chinni bo’lakchalari (inert qavat) bilan to’ldiriladi. Inert qavat o’z navbatida moddalarning katalizator hajmi bo’yicha harorat bir xil bo’lishini ta’minlaydi. Bug‘lantirilgan asetaldegid (AA) va ammiak (A) 1:1,5 hajmiy nisbatlarda sarf o’lchagich orqali kerakli haroratda reaktorga kiritiladi. Jarayon 360-420 ^oC haroratlar oralig’ida olib boriladi. Reaktor elektr qizdirgichda qizdiriladi va reaktordagi harorat termoparalar orqali aniqlab boriladi. Jarayon harorati laboratoriya transformatori orqali nazorat qilinadi. Reaksiya natijasida hosil bo’lgan moddalar reaktorning chiqish qismi orqali chiqariladi hamda havo va Libix sovitgichlarda sovutiladi va katalizat yig’gichda yig’iladi. Reaksiya gazlari aralashmasi absorbsiya jarayoniga yuboriladi va absorberda suv orqali absorbsiya qilinadi va gaz moddalar sistemadan tashqi muhitga chiqariladi. Katalitik jarayonlarda suv, organik moddalar va turli smolalar aralashmasidan iborat katalizat hosil bo‘ladi. Katalizat etilefirida ekstraksiyalanadi, $CaCl_2$ bilan quritiladi va ekstragentdan sintez qilingan moddalar haydash yo’li bilan ajratib olinadi. Sintez qilingan mahsulotlar tarkibi HCl kislotasi bilan potensiometrik titrlash orqali, nur sindirish ko’rsatgichi URF refraktometri orqali aniqlandi. Piridin $t_{(qayn)}$= 115-116 °C, n_D^{20}= 1,5100; α-pikolin $t_{(qayn)}$= 128-129 °C, n_D^{20}= 1,5010; γ – pikolin $t_{(qayn)}$= 144-145 °C, n_D^{20}= 1,5058; 2-metil-5-etilpiridin (MEP) $t_{(qayn)}$= 176-177°C, n_D^{20}= 1,4961; asetonitril (ACN) $t_{(qayn)}$=81-82 °C; n_D^{20}= 1,3441.

Tadqiqot natijalari va muhokamasi. Piridin va piridin hosilalari unumining kompozit katalizatorlarning selektivligi o‘rganildi (2-jadval).

2-jadval

Modifikatsiyalangan kompozit katalizatorlar selektivligining piridin hosilalari unumiga ta'siri ($CH_3CHO:NH_3$ (AA:A) nisbati=1:1,5; t= 400 °C)

№	Katalizator tarkibi (%) va shartli belgisi	α- P	γ-P	P	MEP	ACN	Σ	q.m.
1	Oltintog' kaolini (OK)	21	17	-	10	-	48	52
2	Angren kaolini (AK)	26	16	1	10	-	53	47
3	Navbahor bentoniti (NB)	24	19	1	12	-	56	44
4	Karmana tog' jinslari (KTJ)	25	21	3	14	-	63	37
5	ZnO -4; OK - 96 (ROK-4)	26	22	3	17	2	70	30
6	ZnO -4; AK - 96 (RAK-4)	30	22	4	17	2	75	25
7	ZnO -4; bentonit - 96 (RNB -4)	30	24	5	19	3	81	19
8	ZnO 4; KTJ - 96 (RKTJ-4)	32	27	6	22	4	91	9
9	CdO - 4; OK - 96 (KOK-4)	25	19	4	15	2	65	35
10	CdO - 4; AK - 96 (KAK-4)	29	17	6	15	2	69	31
11	CdO - 4; bentonit - 96 (KNB-4)	28	21	7	17	2	75	25
12	CdO - 4; KTJ - 96 (KKTJ-4)	30	24	9	19	3	85	15

Sintez jarayonlari atmosfera bosimida, 350-425 °C haroratlarda, 4% gacha CdO, ZnO metal oksidlari bilan promotorlangan va promotorlanmagan katalizatorlar orqali amalga oshirildi. Katalizator tarkibiga promotorlar sifatida metall oksidlarini kiritish katalizatorning kislotaliligi ortishiga va promotorlanmagan katalizatorlarga qaraganda α- va γ-pikolinlar va 2-metil-5-etilpiridinlar sintezi uchun selektiv ekanligi aniqlandi. Jarayon murakkabligi sababli turli tarkibli qo'shimcha moddalar hosil bo'ladi. Tajribalar katalizatorlarni metall oksidlari bilan promotorlash mahsulot unumini oshirishini ko'rsatdi. Promotorlangan katalizatorlarda selektivlik KOK-4<ROK-4<KAK-4<KNB-4≈RAK-4<RNB-4<KKTJ-4<RKTJ-4 tartibida ortib borishi aniqlandi. Karmana tog' jinslari o'zakligida tayyorlangan RKTJ-4 katalizatorida piridin va piridin hosilalari: 32%-α-P, 27%-γ-P, 6%-P, 22%-MEP va 4%- ACN (umumiy 91%) unum bilan olindi. Angren kaolinli katalizatorlarda α- P unumi ortishi, γ-P unumi kamayishi kuzatildi.

Sintez jarayoniga katalizatorlar tabiati va miqdorining ta'siri o'rganildi (3-jadval).

3-jadval

Mahsulotlar unumiga katalizator tabiati va miqdorining ta'siri (AA:A nisbati=1:1,5; t= 400°C)

№	Katalizator tarkibi. %	α- P	γ-P	P	MEP	ACN	Σ	q.m.
1	RKTJ-1. ZnO -1; KTJ – 99	27	21	4	18	2	72	28
2	RKTJ-2. ZnO -2; KTJ – 98	29	23	5	21	2	80	20
3	RKTJ-3. ZnO -3; KTJ – 97	31	26	6	22	3	88	12
4	RKTJ-4. ZnO -4; KTJ – 96	32	27	6	22	4	91	9
5	RKTJ-5. ZnO -5; KTJ – 95	31	26	6	20	7	90	10
6	RKTJ-6. ZnO -6; KTJ – 94	28	24	5	17	8	82	18
7	RKTJ-7. ZnO -7; KTJ – 93	26	20	4	15	10	75	25
8	KKTJ-1. CdO -1; KTJ – 99	25	22	4	14	-	65	35
9	KKTJ-2. CdO -2; KTJ – 98	27	23	7	18	-	75	25
10	KKTJ-3. CdO -3; KTJ – 97	28	24	9	18	2	81	19
11	KKTJ-4. CdO -4; KTJ – 96	30	24	9	19	3	85	15
12	KKTJ-5. CdO -5; KTJ – 95	29	23	10	16	3	81	19
13	KKTJ-6. CdO -6; KTJ – 94	26	21	12	13	4	76	24
14	KKTJ-7. CdO -7; KTJ – 93	25	20	13	12	4	74	26

Mahsulotlar unimi 1-4% gacha rux va kadmiy birikmalari bilan promotorlangan RKTJ (KKTJ) katalizatorlarida α-P 27-32% (25-30), γ-P 21-27% (22-24), P 4-6% (4-9), MEP 18-22% (14-19) gacha ortishi kuzatildi. Tajriba natijalariga ko'ra, tegishli sharoitlarda katalizatorlar tarkibida ZnO miqdorining ortishi aldininlarning degidrogenlanishi natijasida atsetonitril unumi ortishi aniqlandi. CdO miqdorining ortishi bilan piridin miqdorining ko'payishi kuzatildi. Rux promotorligidagi katalizatorlar kadmiy promotorligidagi katalizatorlarga nisbatan pikolinlar sintezida selektiv ekanligi aniqlandi. Ma'lumki mahsulot unumiga ta'sir etuvchi omillardan yana biri harorat hisoblanadi va jarayonga haroratning ta'siri o'rganildi va uning natijalari 4-jadvalda keltirilgan. Tajribalar haroratning 380-400 °C dan ortishi promotorlangan katalizatorlarning faolligi pasayishini ko'rsatdi. Natijalar tahlili, ruxli katalizatorlar kadmiyli katalizatorlarga nisbatan haroratga chidamli ekanligini, promotorlanmagan katalizatorlar 440 °C haroratda ham piridin hosilalari uchun selektiv ekanligini ko'rsatadi. Ehtimol yuqori haroratlarda boshlang'ich va oraliq moddalarning krekingi sodir bo'lishi mumkun. Piridin va piridin hosilalari sintezi uchun maqbul harorat 400 °C ekanligi aniqlandi.

4-jadval

Mahsulot unumiga haroratning ta’siri (AA:A nisbati=1:1,5)

Katalizator tarkibi (%)	Harorat, °C	Katalizat tarkibi, %						q.m
		α- P	γ-P	P	MEP	ACN	Σ	
RKTJ-4. ZnO -4; KTJ – 96	360	23	18	2	14	7	64	36
	380	29	24	5	18	5	81	19
	400	32	27	6	22	4	91	9
	420	30	24	5	21	4	84	16
	440	26	20	4	17	2	69	31
KKTJ-4. CdO -4; KTJ – 96	360	22	18	2	12	2	56	44
	380	26	21	7	16	2	72	28
	400	30	24	9	19	3	85	15
	420	27	21	4	17	2	71	29
	440	18	10	-	14	-	42	58
Karmana tog‘ jinslari (KTJ)	360	19	14	-	9	2	44	56
	380	21	17	2	12	2	56	44
	400	25	21	3	14	-	63	37
	420	27	22	3	16	-	68	32
	440	27	22	3	17	-	69	31

Piridin hosilalari sinteziga boshlang‘ich moddalar mol nisbatlarining ta’siri ham o‘rganildi va uning natijalari 5-jadvalda keltirilgan.

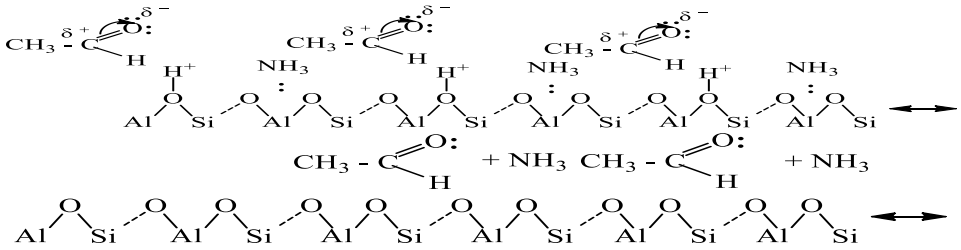
5-jadval

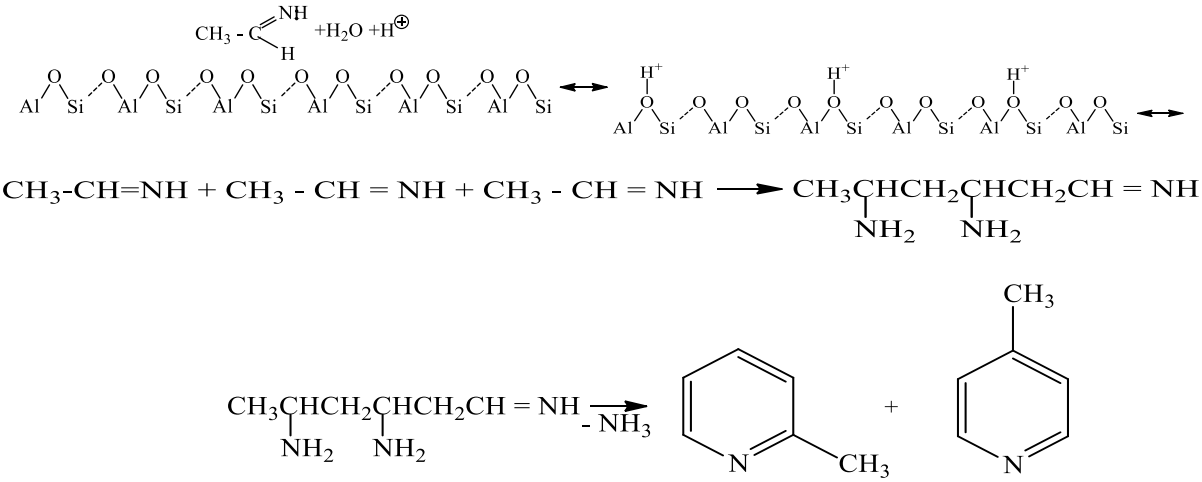
Piridin hosilalari sinteziga boshlang‘ich moddalar mol nisbatlarining ta’siri (t= 400°C)

AA:A	α-P	γ-P	P	MEP	ACN	q.m.	A:AA	α-P	γ-P	P	MEP	ACN	q.m.
RKTJ-4													
1:1	31	25	5	20	4	15	1:3	21	17	3	33	15	11
1:1,5	32	27	6	22	4	9	1:2,5	26	21	3	30	13	26
1:2	32	27	6	22	4	9	1:2	29	24	4	26	9	8
1:2,5	30	23	5	20	3	19	1:1,5	30	24	5	23	6	12
1:3	27	21	4	18	3	27	1:1	31	25	5	20	4	15
KKTJ-4													
1:1	29	21	9	16	2	23	1:3	18	13	5	30	12	22
1:1,5	30	24	9	19	3	15	1:2,5	22	17	5	25	9	22
1:2	30	23	9	19	3	16	1:2	26	20	7	21	7	19
1:2,5	27	20	8	18	3	24	1:1,5	29	21	9	17	4	20
1:3	25	17	8	15	3	32	1:1	29	21	9	16	2	23

Olingan natijalar tahlili (5-jadval) sintez jarayonida ammiakni 1,5-2 marta ko‘proq olinishi mahsulot unumini oshirishini, reaksion muhitda 2,5-3 martagacha ko‘payishi esa nisbatan unumning kamayishini ko‘rsatdi. Ko‘p miqdordagi ammiakning katalizatorga sorbsiyalanishi natijasida uning faol kislota markazlarining zaharlanishiga va selektivlikning kamayishiga olib keladi. Tajribalar ko‘ra, yuqori haroratda atsetaldegidning miqdori ortishi bilan MEP va ACN ning ortishi, aldollanish, kreking kabi qo‘shimcha reaksiyalar natijasida turli birikmalar hosil bo‘lishiga va katalizator faolligining pasayishiga olib keladi.

Atsetaldegidning ammonolizidan piridin hosilalarning hosil bo‘lishi iminlanish, iminoaldol kondensatsiya, geterotsikllanish, degidratlanish, degidrogenlanish kabi murakkab jarayonlar bilan boradi. Tajriba natijalari LKMda aldollanish, BKMda iminoaldollanish jarayonlari borishini ko‘rsatadi. Ushbu tadqiqot natijalari asosida ehtimoliy reaksiya mexanizmi taklif qilindi. Tegishli katalizatorlarda ammiak yaxshi sorbsiyalanadi. Atsetaldegidda kislorodning ikkita bog‘lanmagan juft elektronlari hisobiga karbonil guruhi yuqori qutblilikka ega. Kislorodning elektron juftlari karbonil guruhiga kuchsiz Lyuis asosining xususiyatlarini beradi. Katalizatorning kislotali markazlarda atsetaldegid protonlanib oksoniy kationini hosil qiladi, reagentlarning absorbsiyasidan va karbkationning nukleofil birikishi iminlar hosil bo‘ladi.





Xulosa. Atsetaldegidning ammiak bilan katalitik kondensatsiyasidan piridin va piridin hosilalari sintezi uchun katalizatorlar yaratildi va sintez jarayonini olib borishning optimal sharoitlari aniqlandi. Katalizator o'zaklari sifatida Oltintog' va Angren kaolinlari, Navbahor bentoniti hamda Karmana konidan olingan seolit tarkibli shaffof bo'lmagan jinslardan foydalanildi. Mahsulot unumiga katalizatorlar selektivligi, katalizatorlar tabiati va miqdori, harorat va boshlang`ich moddalar mol nisbatlarining ta`sirlari o'rganildi. Piridin va piridin hosilalari sintezida boshlang`ich moddalarning mol nisbatlari $CH_3CHO:NH_3$=1:1,5 tengligi, maqbul harorat 400 ^oC ekanligi ko'rsatildi. Tegishli haroratda kompozit RKTJ-4 katalizatorida umumiy 91% unum bilan maqsadli moddalar: 32% α-P, 27% γ-P, 6% P, 22% 2-metil-5-etilpiridin (MEP) sintez qilindi. Tegishliligicha promotorlangan va promotorlanmagan katalitik tizimlar quyidagi faollikni KOK-4<ROK-4<KAK-4<K**NB**-4≈RAK-4<RNB-4<KKTJ-4<RKTJ-4 va katalizator o'zaklari ushbu ketma-ketlikni OK<AK<NB<KTJ ko'rsatishi kuzatildi. Atsetaldegidning ammonolizidan piridin hosilalarning hosil bo'lishi iminlanish, iminoaldol kondensatsiya, geterotsikllanish, degidratlanish, degidrogenlanish kabi murakkab jarayonlar bilan borishi ko'rsatildi. Tajriba natijalari asosida jarayonning ehtimoliy mexanizmi taklif qilindi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. A.Gomtsyan. Heterocycles in drugs and drug discovery. *Chem. Heterocycl. Com*, 2012, 7-10.
2. J.Beilstein., M. Baumann and I.R.Baxendale. An overview of the synthetic routes to the best selling drugs containing 6-membered heterocycles. Org. Chem, 2013, 9, 2265-2319.
3. T.A.Khattab. A Review on Synthesis of Nitrogen-containing Heterocyclic Dyes for Textile Fibers. Egypt.J.Chem, 2018, 5, 897-937.
4. M.Saini. A Review: Biological Importance of Heterocyclic Compounds. J. Pharm. Sci. Res, 2013, 3, 66-77.
5. N.Kaur., D.Kishore. Montmorillonite: An efficient, heterogeneous and green catalyst for organic synthesis. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 2012, 991-1015.
6. A.K.Oluseyi., A.Olanrewaju., M.Pal., S.K.Das. Evaluation of Nigerian Source of Kaolin as a Raw Material for Mullite Synthesis, J. Chem, 2016, 1571-1582.
7. Guido Gambacorta., S.Sharley James and Ian R.Baxendale. A comprehensive review of flow chemistry techniques tailored to the flavours and fragrances industries, Beilstein J. Org. Chem, 2021, 1181–1312.
8. Н.Г.Григорьева., М.Р.Аглиуллин., С.А.Костылева., Н.А.Филиппова., Б.И.Кутепов., Нама Нарендер. Мезопористые алюмосиликаты в синтезе n-гетероциклических соединений [Mesoporous aluminosilicates in the synthesis of n-heterocyclic compounds]. *Кинетика и катализ, 2019, 1, 81–92.* DOI: 10.1134/S0453881119020023.
9. A.Ikramov., Kh.I.Kadirov., S.Dzh.Khalikova., N.Kh.Musulmonov., Sh.A.Ikramova. Modifitsirovaniye ftoridom alyuminiya kadmiyftoralyuminiyevykh katalizatorov [Aluminum Fluoride Modified Cadmium Fluorine Aluminum Catalysts]. *DAN ANRUz*, 2016, 1, 49-53.
10. Handbook of Clay Science / Edited by F. Bergaya, B.K.G. Theng, G. Lagaly Second Edition – Amsterdam: Elsevier, 2013. – 1246 c.
11. Е.Г.Куковский. Особенности строения и физико-химические свойства глинистых минералов / Киев: Наук. Думка, 1996. – 130 с.
12. А.Арипов, А.А.Агзамходжаев. Активные центры монтмориллонита и хемосорбция /Т: ФАН, 1983. 164 с/
13. А.Т.Умрзоқов., Б.Ф.Мухиддинов., А.Икрамов., Ҳ.М.Вапоев. Гетероген каталитик усулда ацетонитрил синтези / Фан ва технологиялар тараққиёти. 2023. №4. 56-64 б.
14. S.Kodirov, B.Mukhiddinov, A.Ikramov, Kh. Vapoyev, A.Umrzokov and S.Sharipov. Synthesis of methylpyridines by catalytic method in the gas phase / E3S Web of Conferences 417, 02010 (2023).
15. А.Т.Умрзоқов., Б.Ф.Мухиддинов., Ҳ.М.Вапоев., С.Э.Нурмонов. Альдол конденсацияланиш орқали акролеин синтези / Scientific-technical journal (STJ FerPI). 2023, Т.27, №4

G‘ulomova I.B., Mahkamov M.A., Islomov M.M. Karboksimetilkraxmal asosidagi bioparchalanuvchi polimer plyonkalar va ularning xossalari …….. 125

Umrzoqov A.T., Muxiddinov B.F., Ikramov A., Vapoyev H.M., Qodirov S.M. Kompozit katalizatorlar ishtirokida atsetaldegidning ammiak bilan kondensatsiylanishi 129

Eshbaeva U.J. Tarkibida yelimlovchi moddalar bo’lgan qog’ozning bosma xossalarini tadqiq qilish …….. 134

Хамдамова Ч.Х., Сайфиева П.О., Очилов Э.А., Абед Н.С., Камолов Т.О. Исследование влияния параметров магнитного сепаратора на эффективность извлечения магнитной фракции …… 137

Amonova M.M. Sapropel asosidagi sorbentlarning fazaviy tahlili: rentgenodifraksiya usulida baholash 140

Яхшиева З.З., Асророва З. Методика определения ионов Fe(III) в мясных продуктах …… 143

Бакахонов А.А., Яхшиева З.З., Султонов М.М. Карбоплатинни электрокимёвий таҳлил қилиш …….. 145

6. Проблемные обзоры

Исаходжаева Н.А. Анализ и исследование свойств композиционных материалов и правила адаптивного конструирования …… 149

Озодова Ш.О. Автоматизация метрологических измерений …… 151

Сайдалиева У.Р. Исследование свойств композиционных материалов, использующихся в цельномеховых головных уборах …… 154

Очилов Э.А., Юсупов О.Г., Холбозорова Д.Н., Сайдуллаева К.А., Абдурахимов К.Г., Хушвактова У.А. Исследование механизма процесса выщелачивания огарка соляной кислотой …… 156

Турганбаев. Б.Б., Калбаев Б.А., Нажимов Ж.Б., Мамутов У.Б., Танатаров О.Р. Исследование возможностей применения базальта Шехжелинского месторождения в производстве строительных материалов …… 158

Очилдиев К.Т., Мухаметджанова Ш.А., Маткаримов С.Т., Носирхужаев С.К. Исследования по улучшению способа обеднения шлаков медного производства, применяемые в процессе плавления в отражательной печи …….. 161

Parmonov G‘., Parmonov S. “O‘zbekiston texnologik metallar kombinati” AJ qoshidagi Nodir metallar va qattiq qotishmalar ishlab chiqarish zavodi volfram texnogen chiqindilarini tahlil qilish …… 165

Xandamov D.A., Xonqulov Sh.B., Bekmirzayev A.Sh., Xandamova D.K., Doniyorov S.A., Xudoyberdiyev A.I. Adsorbsiya muvozanat izotermalarining nazariy asoslari va tahlili …… 168

Курязов З.М., Кадырова З.Р., Эминов А.М., Азимов Х.Э. Альтернативный источник глинистого сырья-илистых отложений водохранилищ для производства керамических материалов …… 171

Yoqubov O.M. "Olmaliq KMK" AJda metall ishlab chiqarish texnogen xomashyolarining ahamiyati …… 174

Абдувалиева К.Х. К вопросу интенсификации технологии извлечения металлов платиновой группы …. 178

Egamberdiyeva Sh.U., Berdimurodov E.T., Akbarov Kh.I. Synthesis of carbon dot from pomegranate peel waste and its modification with Fe_3O_4 magnetic nanoparticle …….. 180

Daminov T.Z., Maxmarejabov D.B. Angren ko‘mir konidan olingan qo‘ng‘ir ko‘mir va kaolinli gil namunalarining moddiy tarkibi o‘rganish …… 183

Кулдеев Е.И., Негматов С.С. Диатомиты и потенциал их использования…… 186

Rasulov A.A., Berdimurodov E.T., Akbarov Kh.I. Preparation of magnetic Fe_3O_4 modified with carbon dots derived from orange peels extract and its application in Ni^{2+} adsorption …… 189

Ruzmetov A.Kh., Ibragimov A.B., Atajanov B.A. Crystal structure and UV–Vis spectroscopic correlation of [triaqua-μ_3-oxido-hexa(3-hydroxybenzoato)triiron(III)] chloride dihydrate …….. 192

Рахимов Х.Ю., Юсупходжаева Э.Н., Аюбова И.Х., Халматова Н.Г. Магистрал газ қувурларини коррозиядан ҳимоя қилиш йўллари …….. 195

Akbarova Z.O. Application of zardozi embroidery technique in clothing and methods for its improvement …… 197