



UDK: 668.44.675

GEKSAMETILEN BIS-[(ETILOILO)-KARBAMAT] NI N,N'-DIMETIL HOSILASINI SINTEZI VA FIZIK-KIMYOVIY XUSUSIYATLARI

Xatamova Muxabbat Sattarovna

Navoiy davlat universiteti professor v.b., Navoiy, Uzbekiston
Tel.raqami: (0890) 088-2212, E-mail: muhabbatxatamova7@gmail.com
ORCID: 0009-0005-3841-4078

Omanov Behruzjon Shuxrat o'g'li

Navoiy davlat universiteti dotsenti, Navoiy, Uzbekiston
Tel. raqami: (0891) 439-9393, E-mail: Bekhruzjonomanov@gmail.com
ORCID: 0009-0000-4971-0335

Allayorov Norbek Bahodir o'g'li

Navoiy konchilik va texnologiyalar universiteti o'qituvchisi, Navoiy, Uzbekistan
Tel. raqami: (0894) 254-2540, E-mail: asadjon_2515@gmail.com
ORCID: 0009-0007-5273-7708

Annotatsiya: Maqolada diizotsianatni etil spirti bilan I:II=1:2 mol nisbatda va 25-30°C haroratda, 3-4 soat davomida reaksiyasi olib borilishi natijasida rangsiz, qiyin suyuqlanuvchan, suvda va boshqa organik erituvchilarda deyarli erimaydigan geksametilen bis- [(etiloilo)-karbamat] olinib uning ba'zi fizik-kimyoviy tavsiflari berilgan. Shuningdek, geksametilen bis-[(etiloilo)-karbamat] ni N,N'-dimetil hosilasini sintezi qilish usullari va reaksiya mexanizmi keltirilgan.

Kalit so'zlar: izosianat, karbamat, diizosianat, etil spirt, metil xlorid, bis- [(etiloilo)-karbamat, N,N'-dinatriy, DMFA eritmasi, metilyod

СИНТЕЗ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА N,N'-ДИМЕТИЛ ПРОИЗВОДНОГО ГЕКСАМЕТИЛЕН БИС-[(ЭТИЛОИЛ)-КАРБАМАТА]

Аннотация: В статье в результате реакции диизоцианата с этиловым спиртом в мольном соотношении I:II=1:2 и при температуре 25-300°C в течение 3-4 часов получен гексаметилен-бис-[(этилоил)-карбамат] и приведены некоторые его физико-химические характеристики. Представлены методы и механизм реакции синтеза N,N'-диметилпроизводного гексаметилен бис-[(этилоил)-карбамата].

Ключевые слова: изоцианат, карбамат, диизоцианат, этиловый спирт, метилхлорид, бис-[(этилоил)-карбамат, N,N'-динатрий, раствор ДМФА, метилйод.

SYNTHESIS AND PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF THE N,N'-DIMETHYL DERIVATIVE HEXAMETHYLENE BIS-[(ETHYLOYL)-CARBAMATES]

Abstract: In the article, as a result of the reaction of diisocyanate with ethyl alcohol in a molar ratio I:II= 1:2 and at a temperature of 25-300 ° C for 3-4 hours, hexamethylene bis-[(ethyloyl)-carbamate] and some of its physico-chemical characteristics are given. The methods and mechanism of the synthesis reaction of N,N'-dimethyl derivative hexamethylene bis-[(ethyloyl)-carbamata].

Keywords: isocyanate, carbamate, diisocyanate, ethyl alcohol, methyl chloride, bis-[(ethyloyl)-carbamate, N,N'-disodium, DMFA solution, methyl iodine.

Kirish. Hozirgi kunda jahonda kimyo sanoati hamda qishloq xo‘jaligining ko‘plab sohalarida qo‘llanilayotgan karbamat va bis-karbamatlarning hosilalari turli xil biologik va farmakologik faollikka ega bo‘lgan moddalar bo‘lib, bu moddalardan ulardan qishloq xo‘jaligida pestitsidlar, gerbitsidlar, fungitsidlar, insektitsidlar, nematotsidlar, akaratsidlar, bakteritsidlar, o‘shishni tezlashtiruvchilar sifatida ham katta ahamiyatga ega. Bu esa farmatsevtika va xalq xo‘jaligining biofaol moddalarga bo‘lgan ehtiyojini qondirish va yangi birikmalar izlash, ularni olish texnologiyasini ishlab chiqish va amaliyotga tatbiq etish kimyo fanining oldida turgan dolzarb vazifalardan hisoblanadi.

Respublikamizda so‘ngi yillarda xalq xo‘jaligining barcha tarmoqlarini o‘z ichiga oluvchi keng qamrovli islohotlar amalga oshirilmoqda. Bunda xalq xo‘jaligining turli sohaları, neft-gaz, farmatsevtika va qishloq xo‘jaligi sanoatlarida ishlatiladigan yangi kimyoviy preparatlarni, ilmiy-texnikaviy loyihalarni qo‘llagan holda yaratish orqali muhim natijalarga erishmoqda. Bu o‘rinda O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018 yil 25 oktyabrdagi PQ–3983-son «O‘zbekiston Respublikasida kimyo sanoatini jadal rivojlantirish chora-tadbirlari», 2019 yil 3 apreldagi PQ-4265-son «Kimyo sanoatini yanada isloh qilish va uning investisiyaviy jozibadorligini oshirish chora-tadbirlari, va 2020 12 avgustdagi PQ-4805-sonli “Kimyo va biologiya yo‘nalishlarida uzluksiz ta‘lim sifatini va ilm-fan natijadorligini oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida” gi qarorlarida ushbu muhim vazifalar belgilab qo‘yilgan.

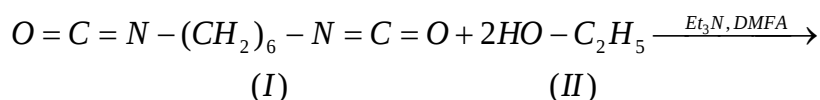
Bugungi kunda faol reaksiya markazlarga ega bo‘lgan moddalarning elektrofil va nukleofil reagentlar bilan biologik faol birikmalarni hosil qiluvchi, yo‘naltirilgan sintezlarni amalga oshirish, reaksiyalarning borishiga ta‘sir etuvchi omillarni o‘rganish va hosil bo‘lgan mahsulotlarni tuzilishini aniqlash borasida ko‘plab tadqiqotlar bajarilmoqda. Bu borada spirtlar asosida geksametilen bis-[(etiloilo)-karbamat] va ularning hosilalarini sintezi hamda fizik-kimyoviy xususiyatlari o‘rganildi.

Muammoni o‘rganilganlik darajasi: Bis-karbamat hosilalarining sintezi, kimyosi, texnologiyasi va xossalari yuqori reaksiyon markazga egaligi, biologik faol moddalarning yangi turlarini izlayotgan tadqiqotchilarining e‘tiborini tortmoqda. Bu yo‘nalishga oid bir qator ilmiy tadqiqot ishlari mavjud. Shunga qaramay, bugungi kungacha adabiyotlarda geksametilen bis-[(etiloilo)karbamat] hosilalari, shuningdek, hosilalarni olishning chiqindisiz texnologiyasi bo‘yicha ma‘lumotlar kam o‘rganilgan [1-2].

Tajriba qismi. Karbamatlar hosilalari bo‘yicha tizimli tadqiqotlarni davom ettirgan holda bizga geksametilendiizotsianat va kislorod tutgan birikmalar o‘rtasidagi chiqindisiz sintez texnologiyasini o‘rganish qiziqish uyg‘otdi.

Spirtlar asosida karbamatlar hosilalarini sintez qilishni davom ettirish mobaynida, biz diizotsianatlarni birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi alifatik spirtlar bilan reaksiyalarini o‘rgandik [3-4].

Diizotsianatni (I) etil spirt (II) bilan reaksiyasi I:II=1:2 mol nisbatlarida va 25-30°C haroratda, 3-4 soat davomida olib borildi:



Reaksiya natijasida rangsiz, qiyin suyuqlanuvchan, suvda va boshqa organik erituvchilarda deyarli erimaydigan modda geksametilen bis-[(etiloilo)-karbamat] olindi. Geksametilen bis-[(etiloilo)-karbamat]ni ba‘zi fizik-kimyoviy tavsiflari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Geksametilen bis-[(etiloilo)-karbamat]ni ba‘zi fizik-kimyoviy tavsiflari

T/r	R	Chiqish %	Suyuqlanish i, °C	R _f	Emperik asi	Element analizi N, %	
						Hisoblangan	Topilgan
1	C ₂ H ₅ -	94,9	252-254	0,59	C ₁₂ H ₂₄ N ₂ O ₄	10,77	10,56

1-jadvaldan ko‘rinib turibdiki, geksametilen bis-[(etiloilo)-karbamat]ning chiqish unumi 94,9% teng ekan. Olingan geksametilen bis-[(etiloilo)-karbamat]ning yuqori unum bilan chiqishining sababi tutashgan (-N=C=O) guruhni elektron bulutini yuqori zichligi va oson harakatlanuvchanligi bo‘lib, izosianat guruhidagi uglerod atomini musbat zaryadini ortishiga olib keladi, bu atomni nukleofil agentlariga hujumini osonlashtiradi, shuningdek sterik to‘siqlar bo‘lmaydi. Bundan tashqari, biz (-N=C=O) guruhi tuzilishiga va diizosianat molekulalarini statik ham dinamik holatidagi elektron zichligini taqsimlanishiga to‘xtalib o‘tishni lozim deb topdik, bunda, mana shu omillar ko‘pincha diizosianatlar kirishadigan reaksiyalar tabiatini aniqlaydi. Ma‘lumki, -NCO guruhini reaksiyon qobiliyati uning elektron tuzilishi orqali aniqlanadi [5].

Bizni ko‘proq -N=C va >C=O bog‘larini nisbiy reaksiyon qobiliyati masalasi qiziqtirganligi uchun, -N=C va >C=O bog‘lar tartibida reaksiyon qobiliyatidan indeks sifatida

va N, C va O atomlarini to‘liq π –elektron zaryadlaridan foydalanish maqsadga muvofiq bo‘lar edi. Chunki, aynan shu omillar nukleofil birikish (A_N) reaksiyalarida bog‘larni reaksiya qobiliyatini aniqlashtiradi.

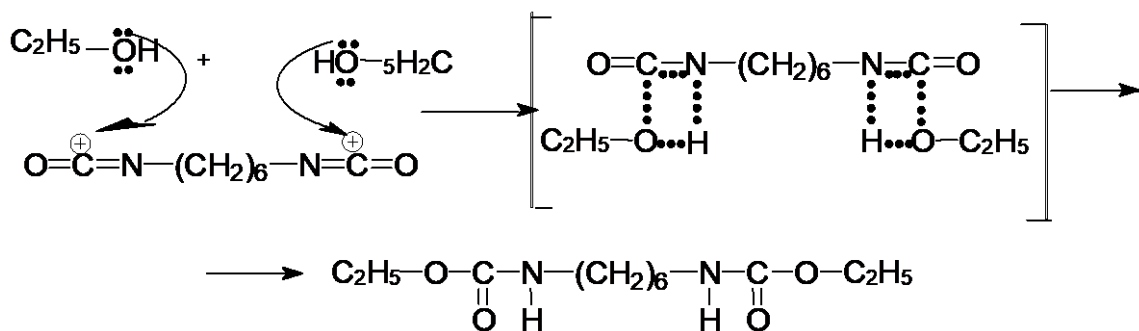
Hisoblashlarning ko‘rsatishicha, reaksiya davomida $>C=O$ bog‘iga nisbatan $-N=C$ bog‘ining katta kuchsizlanishlar orqali amalga oshadi. Elektronlarni joylashishini o‘zgarishi $-N=C$ bog‘ida $>C=O$ ga nisbatan yuqori. Ta’sirlashuvchi zarrachalar yaqinlashganda azot atomidagi manfiy zaryad $>C=O$ bog‘iga nisbatan keskin ortadi. Bu omil shuni ko‘rsatadiki, $-N=C$ bog‘ining qutblanuvchanligi $>C=O$ bog‘iga nisbatan katta va aynan $-N=C$ bog‘i nukleofil reagentlar bilan $-N=C=O$ guruhiga hujum qilinganda osonlik bilan uzilishi kerakligini ta’kidlaydi.

Kvant–kimyoviy hisoblashlar natijasidan shu narsa ma’lum bo‘ldiki, izosianat ($-N=C^+=O$) guruhidagi ugleroddagi katta musbat zaryad hisobiga elektrofilligi ustunroq bo‘lgan murakkab elektrofil-nukleofil tuzilishga ega bo‘ladi.

Demak, izosianatlar uchun nukleofil reagentlariga birikish reaksiyalari anchagina xarakterli bo‘ladi. Ammo ba’zi hollarda izosianat guruhi o‘zini xuddi psevdogalogen kabi tutadi va boshqa atom yoki atomlar guruhiga almashinishi mumkin. Bundan tashqari, izosianat guruhi aktivligiga $-N=C=O$ molekulasidagi R-radikallar tuzilishi muhim ta’sir ko‘rsatadi. Keltirilgan adabiyotlar va eksperimental ma’lumotlarga asosan shunday xulosa qilish mumkinki, nukleofil reagentlarga birikish reaksiyalarida izosianatlarni reaksiya qobiliyatini elektron-aktseptor o‘rinbosarlarini oshiradi, elektron-donorlarini esa kamaytiradi. Mualliflarini hisoblashlaricha, bu qonuniyat $-N=C^+=O$ guruhidagi musbat zaryadning tegishli ortishi va kamayishi bilan tushuntiriladi [6].

Yadroga elektron-aktseptor o‘rinbosarlar kiritilganda bu atomdagi musbat zaryadlarning σ -ulushini ortishi, o‘rinbosar o‘zgarishidan arilizosianatlarni reaksiya qobiliyatini o‘zgarishiga muvofiq keladi. $-N=C=O$ guruhidagi uglerod atomida elektron zichligining yetishmasligini ortishi nukleofil reagent ($R-OH$)ning izosianatga birikishini tezlik konstantasini oshishiga olib keladi. Biroq, bir qator ishlarda izosianat guruhlari uchun statistik holatlarda qat’iy tuzilishlar ham qo‘llaniladi. Kvant-kimyoviy hisoblashlar asosida, $R-N=C=O$ molekulasidagi o‘rinbosarlar almashininganda $-NCO$ guruhidagi atomda zaryad zichligi o‘zgarmaydi deb hisoblanadi. Izosianatlar reaksiya qobiliyatiga o‘rinbosarlarni ta’sirini izosianat guruhidagi bog‘larni o‘zgarishi bilan, yoki izosianatlarga nukleofil birikish (A_N) reaksiyalaridagi o‘tish holatidagi turlicha barqarorlashuvi bilan tushuntirish mumkin.

Shuning uchun, bizning reaksiyamizda etilspirtining OH -guruhi erkin elektron juftiga ega bo‘lganligidan geksametilendiizotsianat molekulasidagi elektrofil markaziga hujum qilib, o‘tish holatini hosil qiladi, u esa so‘ngra reaksiyaning oxirgi mahsulotiga qayta guruhlanadi. Etilspirtini geksametilendiizotsianat bilan bo‘lgan reaksiya jarayonini mexanizmini quyidagicha tasavvur qilish mumkin:



Shunday qilib, -OH guruhini nukleofilligini oshirish uchun (Et_3N yoki Py ishtirokida) birikish tezligi va oxirgi mahsulot chiqish unumi ortadi, asoslik xususiyatlarini kamayishi va radikallarning sterik omillari oshishi bilan oxirgi mahsulotlar chiqish unumi tezligi birmuncha kamaydi. Biroq, etilspirtini geksametilendiizotsianatga birikish mexanizmi to‘g‘risidagi masalani uzil-kesil isbotlash uchun reaksiyalar kinetikasini qo‘shimcha o‘rganish talab etiladi. Birinchi marta sintez qilingan geksameten bis-[(etiloilo)-karbamat]ni tuzilishi fizik-kimyoviy (IQ-, PMR– spektroskopik) usullarda o‘rganildi (2-jadval).

2-jadval

Geksameten bis-[(etiloilo)-karbamat]ni spektral ma’lumotlari

T/p	R-	IQ-spektr, $\nu \text{ cm}^{-1}$					PMR-spektr, δ . M.d,		
		-NH-CH ₂ -	=C=O	-NH-	-NHC(O)-O	-(CH ₂) _n -	-CH ₃	-CH ₂ -N	-CH ₂ -
I	CH ₃ -CH ₂ -	1420-1384	1675	3318	1284	757-720	1,87	3,03	1,37-1,04

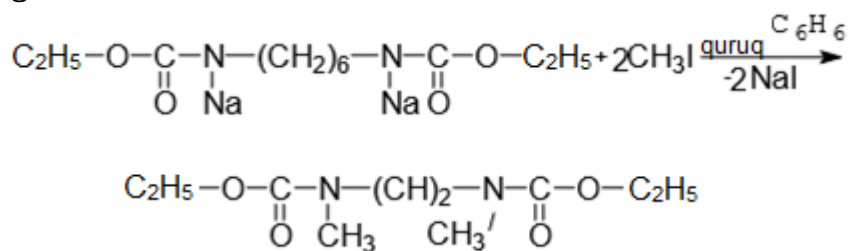
Bis-[(etiloilo)-karbamat] ni IQ-spektrida-NHCOO guruhi uchun (1284 cm^{-1}), karbamat guruhidagi $>\text{C}=\text{O}$ guruhi uchun (1675 cm^{-1}) va $(\text{CH}_2)_n$ guruhi uchun ($754-720 \text{ cm}^{-1}$) oralig‘ida keng va intensiv tebranish chiziqlari holda ko‘rinadi.

PMR spektrlarida 0,4 m.d. da spin-spinli taqsimlanish konstantasida 2 Gs etilspirtining sohasida protonlar signali metilen guruhini protoni ta’sirida kuchli siljishga uchrab, spektrning kuchsizroq 3,03 m.d. qismida ko‘rinadi. Shuni tasdiqlashimiz mumkinki, bis-etiloilo karbamatni olish texnologiyasini amalga oshirish mobaynida geksametilendiizotsianatni etilspirti bilan o‘zaro reaksiyalarida zararli gazlar (Cl_2 , HF, HCl, H_2S , CO, HCN, NO va boshqalar) chiqmasdan boradi.

Biz sintez qilingan geksameten bis-[(etiloilo)-karbamat]ni N,N'-dimetil hosilasini olish quyidagi tajriba orqali sintez qildik, buning uchun termometr, avtoaralashtirgich, teskari sovitgich bilan jihozlangan uch og‘izli kolbaga 3,6 g (0,01 mol) N,N'-dinatriy geksameten bis- [(etiloilo)-karbamat] va 10 ml DMFA eritmasi bilan joylashtiriladi. Sekin aralashtirilgan holda tomchilatib 2,9 g (0,02 mol) metilyodid qo‘shiladi. So‘ngra aralashma 9-10 soat davomida qaynab turgan suv hammomida qizdirilgan holda

aralashtiriladi. Eritma sovutilgandan keyin 25 ml suv quyiladi, cho‘kma ajratiladi, 50% - li spirtida qayta kristallanadi va quritiladi. Chiqish unumi: (94%). $T_{\text{suyuq.}} = 151^{\circ}\text{C}$. Topilgan%: N 9,51, hisoblangan %: $\text{C}_{14}\text{H}_{28}\text{N}_2\text{O}_4$ uchun N 9,72 ekanligi aniqlandi [8].

Karbamatlardagi N-H guruhini alkilgalogenidlar bilan alkillash N-H tutgan birikmalarini reaksiyon qobiliyatini aniqlash uchun katta qiziqish uyg‘otadi. Biz geksametilen bis-[(etiloilo)-karbamat]ni N,N’-dinatriyli hosilalarini metil yodid bilan benzolda, xona haroratida $25-26^{\circ}\text{C}$ ta’sirlashtirib, alkillash reaksiyalarini tomchilatib qo‘shgan holatda 3 soat davomida aralashtirib quyidagicha olib bordik:



Alkillash reaksiyalari N,N’-dagi azot atomi bo‘yicha borishi bu atom yonida karbonil guruhi borligi uchun natriy atomi nisbatan oson dissotsiyanishi bilan tushuntiriladi. Geksametilen bis-[(etiloilo)-karbamat]ni N,N’-dimetil hosilalarini fizik-kimyoviy tavsiflari 3-jadvalda ko‘rsatilgan.

3-jadval

Geksametilen bis-[(etiloilo)-karbamat]ni N,N’-dimetil hosilalarini fizik-kimyoviy tavsiflari

№	R-	Chiqish unumi, %	Suyuq. harorati, $^{\circ}\text{C}$	R_f	Emperik formulasi	Element analizi, N, %	
						Hisob.	Topilgan
1	C_2H_5-	94,0	151	0,63	$\text{C}_{14}\text{H}_{28}\text{N}_2\text{O}_4$	9,72	9,51

N,N’-dinatriy geksametilen bis-[(etiloilo)-karbamat]ni metillash reaksiyalarini tadqiqoti shuni ko‘rsatadiki, reaksiyaning borishi va izomer tarkibi radikal tabiatiga, molekulani tarmoqlanganligiga va uzunligiga, erituvchiga, metillovchi agentning «qattiq» yoki «yumshoqligi» va boshqa omillarga bog‘liq bo‘ladi [9].

Ko‘rsatilgan birikmalarni alkilgalogenidlar CH_3X yordamida alkillash, metillovchi agentni reagentdagi “X” galogeniddagi tabiatini o‘rin darajasini aniqlash uchun shubhasiz qiziqish uyg‘otadi. CH_3X ning fizikaviy xossalari 4-jadvalda berilgan.

4-jadval

CH_3X ning fizikaviy xossalari

Galogenli birikmalari	Qaynash harorati, $^{\circ}\text{C}$				d_4^{20}			
	F	Cl	Br	I	F	Cl	Br	I
CH_3X	-79	-24	4	42	-	0,991 (25°C)	1,732 (0°C)	2,279

Normal tuzilishli birlamchi birikmalarga tegishli galogen metillarni qaynash harorati va nisbiy zichligini ko‘rib chiqib, oson aniqlash mumkin. CH_3J da nisbiy zichlik va qaynash haroratlari tegishli brom-almashinganlarga qaraganda yuqori, o‘z o‘rnida brom-almashinganlarning zichligi va qaynash haroratlari xlor almashinganlarnikiga qaraganda yuqori bo‘ladi.

Xulosa qilib aytganda, CH_3X ning nisbiy zichligi molekula tarkibiga kiruvchi X atom og‘irligini ortishi bilan oshib boradi. Bundan tashqari, bog‘lanish energiyasiga, o‘lchamligi va boshqalarga ham bog‘liq bo‘ladi (5-jadval).

5-jadval

C-X dagi bog‘larning umumiy xossalari

Bog‘lanishi	Energiya, kkal/mol	Uzunligi, $\text{\AA}^0$	Qutbliligi, D	Qutblanuvchanligi, sm^3
C-F	102	1,40	2,3	1,7
C-Cl	78	1,76	2,3	6,5
C-Br	65	1,91	2,2	9,6
C-I	57	2,12	2,0	14,6

Organik molekularlar uchun qutblanuvchanlik xarakterli, ya‘ni hujum qiluvchi agent yaqinlashganda bog‘ hosil qiluvchi atomlarni elektron buluti qancha harakatchan bo‘lsa, bog‘ning qutblanuvchanligi shuncha yuqori bo‘ladi. Qutblanuvchanlikka moyillik C-X bog‘lari qatorida yaxshi kuzatiladi.

Agar $\text{CH}_3\text{-F}$, $\text{CH}_3\text{-Cl}$, $\text{CH}_3\text{-Br}$ va CH_3J bog‘larining qutbliligi qancha yaqin bo‘lsa, u holda C-J bog‘i qutblanuvchanligi C-F nikiga qaraganda sezilarli darajada katta bo‘ladi. Barcha nukleofil almashinish (S_N) reaksiyalarida qutblanuvchanlikka aniq muvofiqlikda C-J boshqa C-X larga nisbatan maksimal faoldir.

Shuning uchun $\text{yчyн} > \text{N-Na}$ holatida reaksiya azot atomi bo‘yicha borishi va yuqori unum bilan $\text{yчyн} > \text{N-CH}_3$ ga olib kelishi kuzatiladi. Etil spirtidagi etil radikali geksametilen bis-[(etiloilo)-karbamat]da reaksiya mahsulotlarining unumi yuqori bo‘ladi. Alkillash (metillash) reaksiyalarini faqatgina ikkita azot atomi bo‘yicha borishini, qo‘shni karbonil guruhi borligi tufayli $> \text{N-CH}_3$ nisbatan oson dissotsilanishi orqali tushuntiriladi.

Xulosa

Geksametilen bis-[(etiloilo)-karbamat]ni metil yodid bilan alkillash reaksiyalarini o‘rganish shuni ko‘rsatadiki, barcha ($\text{C}_1\text{-C}_{14}$) birikmalarida ham N,N’-dialkillanishni hosil bo‘lishi kuzatiladi. Yod metilat bilan N,N’-dialkillashni afzalligini termodinamik jihatdan N,N’-dialkillashni nazorat qilish mumkinligi bilan tushuntiriladi, ya‘ni metil guruhi borligi sababli olingan N,N’-dimetilgeksametilen bis- [(etiloilo)-karbamatlar]ni termodinamik turg‘un bo‘lishidadir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Патент США US 7547801 Int. Cl. C07C263/10. Process for the continuous preparation of isocyanates / F. Pohl et al. – Заявл. - 26.06.2006, опубл. - 16.06.2009. 2. Lebedev, A. V. Organosilicon synthesis of isocyanates: II. Synthesis of aliphatic, carbocyclic, and fatty-aromatic isocyanates / A. V. Lebedev et al. // Russ. J. Gen. Chem. – 2006. – Vol. 76, № 3. – P. 469-477.

3. Хатамова М.С., Махсумов А.Г., Бобаев И.Д., Убайдуллаева М.У. Синтез симметрично производных диалкил бис–карбаматов //Ж. Kimyo va kimyo texnologiyasi. Тошкент, – 2005. - № 3. – С. 38-40.

4. Hotamova M.S., Ro‘ziqulova N.B. Kimyo ta’limida ekologik toza karbamatlar mavzusini o‘qitish masalalari // Biologik xilma-xillikni saqlash, qayta tiklash va muhofaza qilish masalalari mavzusidagi ilmiy-nazariy anjuman. Nukus davlat pedagogika insituti. 2016 yil, sentyabr, 234-235 betlar.

5. Cunliffe, A. V. The kinetics of the reaction of isophorone diisocyanate with monoalcohols / A. V. Cunliffe et al. // Polymer. – 1985. – Vol. 26, № 2. – P. 301-306.

6. Six, C. Isocyanates, Organic / C. Six, F. Richter // Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. – Wiley-VCH, 2002. – Vol. 20. – P. 63-82. 135

7. Махсумов А.Г., Хатамова М.С., Бобаев И.Д. Синтез симметрично новых диалкил производных бис–карбаматов и их свойства // Илмий мақолалар тўплами, -Термиз, 2005. –С. 245-247.

8. Хатамова М.С., Махсумов А.Г., Бобаев И.Д., Убайдуллаева М.У. Синтез симметрично производных диалкил бис–карбаматов //Ж. Kimyo va kimyo texnologiyasi. Тошкент, – 2005. - № 3. – С. 38-40.

9. Хотамова М.С., Махсумов А.Г., Бобаев И.Д. Синтез новых полидиалкил производных бис-карбаматов и их свойства // Высокие технологии и перспективы интеграции образования, науки и производства: Труды международной научно-технической конференции. Том 1.-Ташкент, 2006. - С. 270-272.