ELEKTROLIZ USULI BILAN ANILIN SINTEZI

Muminov B.S.,
Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti. doktorant
Karimov M.U.
Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot institute, t.f.d. prof
Djalilov A.T.
Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot institute, k.f.d., prof. akademik
E-mail:baxriddin-muminov@mail.ru

Annotatsiya: Organik birikmalarni elektroliz orqali sintez qilish zamonaviy kimyo fanida muhim yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Bu maqolada elektroliz usulidan foydalanib anilin olish texnologiyasi o’rganilgan. Bu yerda biz nitrobenzolning anilinga yuqori samaradorlikdagi elektrokimyoviy qaytarilishini ko’rishimiz mumkin. Tajriba qurilmasining sxematik tuzilishi keltirilgan. Tajribada olingan moddani Gaz xromatografiya va IQ-spektral usulda o’rganish natijalari tahlil qilingan.

Kalit so’zlar: elektroliz, anilin, nitrobenzol, metanol, sulfat kislota, oksidlanish-qaytarilish, Xromatogragiya analiz, IQ-spektr.

Аннотация: Синтез органических соединений путем электролиза является одним из важных направлений в современной химической науке. В данной статье изучается технология получения анилина методом электролиза. Здесь мы можем наблюдать высокоэффективное электрохимическое восстановление нитробензола в анилин. Приведена схематическая структура экспериментальной установки. Проанализированы результаты исследования вещества, полученного в эксперименте, методами газовой хроматографии и ИК-спектроскопии.

Ключевые слова: электролиз, анилин, нитробензол, метанол, серная кислота, окислительно-восстановительный процесс, хроматографический анализ, ИК-спектр.

Abstract: The synthesis of organic compounds through electrolysis is one of the important areas in modern chemical science. This article examines the technology for producing aniline by electrolysis. We observe the highly efficient electrochemical reduction of nitrobenzene to aniline. A schematic diagram of the experimental setup is presented. The results of analyzing the substance obtained in the experiment using gas chromatography and IR spectroscopy methods are discussed.

Keywords: electrolysis, aniline, nitrobenzene, methanol, sulfuric acid, oxidation-reduction process, chromatographic analysis, IR spectrum.

ISSN 3030-3907

KIRISH. Respublikamizda elektroliz usulida aminlar olish, shuningdek, ular asosida import o’rnini bosuvchi mahsulotlar olish bo'yisha ma'lum ilmiy va amaliy natijalarga erishilmoqda. ushbu yo'nalishda amalga oshirilgan tadqiqotlar asosida ma'lum natijalarga erishildi, ayniqsa ko'p komponentli aminlar olishning ilmiy asoslarini ishlab chiqish va mahalliy bozorni import o'rnini bosuvchi mahsulotlar bilan ta'minlash bo'yisha keng ko'lamli chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. Bunda taqchil bo'lgan komponentlarni mahalliy xomashyo resurslariga - kimyo sanoatining ko'p tonnali ikkilamchi mahsulotlariga almashtirishda iqtisodiy samarador va innovatsion texnologiyalarini ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi.

Bugungi kunda ekologik toza sanoat jarayonlarini rivojlantirish tobora dolzarb bo‘lib bormoqda [1]. Biz ba’zi organik moddalarni, jumladan anilinni ishlab chiqarishda elektrolizdan foydalanishni ko‘rib chiqdik. Elektroliz usuli anilinni sintez qilishning yana bir usuli bo‘lib, unda elektr energiyasi yordamida kimyoviy qaytarilish amalga oshiriladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI. Anilin ($C_6H_5NH_2$) — aromatik amin bo‘lib, u ko‘pincha sanoatda nitrobenzolning qaytarilishi yo‘li bilan olinadi. Asosiy aromatik amin bo‘lgan anilin sanoatning turli sohalarida, ayniqsa, bo‘yoqlar, farmatsevtika preparatlari va polimerlar sintezida qo‘llanilishining boy tarixiga ega. Bu birikma dastlab 1826-yilda nemis kimyogari Fridrix Ryuning tomonidan ajratib olingan. Bu birinchi tadqiqot anilinni sanoat miqyosida o‘zlashtirishning boshlanishi edi. Biroq, faqat XIX asrning o‘rtalarida kimyoviy jarayonlar sohasidagi yutuqlar laboratoriya sintezidan keng ko‘lamli ishlab chiqarishga o‘tishga olib keldi [2]. Bu davrda anilinning asosiy manbai bo‘lgan toshko‘mir smolasi qazib olish sanoatining rivojlanishi hal qiluvchi ahamiyatga ega bo‘ldi. Bu uning mavjudligi va tijorat maqsadlarida foydalanishini sezilarli darajada oshirdi.

Anilin olish maqsadida nitrobenzolni qaytarish sanoatda eng ko‘p tarqalgan va keng qo‘llaniladigan usullardan biridir. Odatda bu jarayon katalitik qaytarish yo‘li bilan amalga oshiriladi. Yana bir ma’lum usul benzolni to‘g‘ridan-to‘g‘ri nitrolab anilin olishdir, ammo bu usul elektrofil almashinish reaksiyalari bilan bog‘liq muammolar tufayli kamroq qo‘llaniladi [3].

Anilin ishlab chiqarishning zamonaviy usullari ancha takomillashgan. Ular fotokimyoviy jarayonlarning yutuqlaridan foydalanadi va atrof-muhitga ta’sirni kamaytirish hamda samaradorlik va xavfsizlikni oshirishga qaratilgan yashil kimyo tamoyillariga amal qiladi [4].

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Bizning yondashuvimiz elektroddagi nitrobenzolning boshlang'ich moddasining to'g'ridan-to'g'ri qaytarilishini chetlab

ISSN 3030-3907

o'tadi. Bu jarayonda nitrobenzolni qaytarilish uchun zarur bo'lgan protonlar va elektronlarni ta'minlaydigan suvli muhitda o'tkaziladi.

Organik birikmalarni elektroliz orqali sintez qilish istiqbolli yo‘nalish bo‘lib, u ekologik toza va samarali usul hisoblanadi.

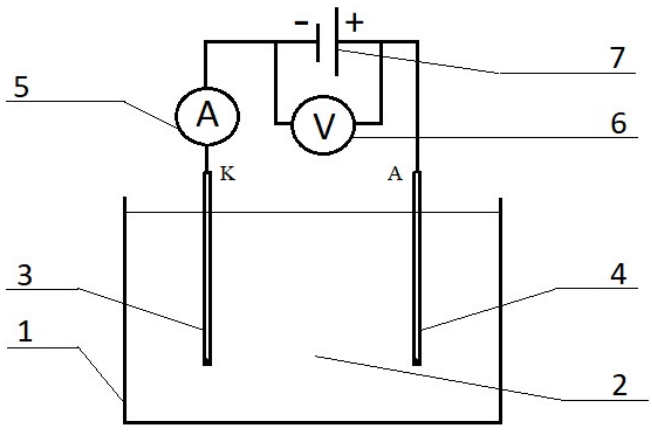
Nitrobenzol ($C_6H_5NO_2$) elektroliz yordamida anilinni sintez qilishda asosiy xom ashyo hisoblanadi. Bu jarayonda nitrobenzol molekulasidagi nitro guruhi ($-NO_2$) gidroksil guruhga ($-NH_2$) elektrokimyoviy qaytariladi. Tajribaning umumiy reaksiyasi quyidagicha bo’ladi:

$$C_6H_5NO_2 + 6e^- + 6H^+ \rightarrow C_6H_5NH_2 + 2H_2O$$

Nitrobenzolning anilinga elektronlar bilan qaytarilishi reaksiyasi katodda yuz beradi. Anod elektrodda esa suvning oksidlanishi yoki boshqa yon mahsulotlar hosil bo‘ladi:

$$2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$$

Nitrobenzol dastavval nitrozobenzol (C_6H_5NO) va undan gidroksilamin (C_6H_5NHOH) ga qaytariladi. So’ngra gidroksilamin aromatik anilin hosil qilish uchun yana qaytariladi. Elektrolit sifatida sulfat kislota (H_2SO_4), katod va anod elektrodlar sifatida qo’rg’oshindan foydalandik. Kuchlanishni 4V berdik, juda yuqori kuchlanish kerak emas, chunki bu yon mahsulotlarning hosil bo‘lishiga olib kelishi mumkin. Reaksiya past yoki o‘rtacha haroratda amalga oshiriladi (20–50 °C). Reaksiyada yaxshi natijalar uchun neytral yoki biroz kislotali eritma optimal hisoblanadi. Yon mahsulotlarning oldini olish uchun nitrobenzolning polimerizatsiyasi yoki boshqa yon mahsulotlarning hosil bo‘lishiga yo‘l qo‘ymaslik uchun kuchlanishni va elektroliz vaqtini nazorat qilish zarur.



1-rasm. Qurilmaning sxematik tuzilishi:

1-elektrolizator; 2–reaksiyaga kirishuvchi moddalar; 3-katod; 4-anod; 5-ampermetr; 6-voltmetr; 7- elektr toki manbayi.

ISSN 3030-3907

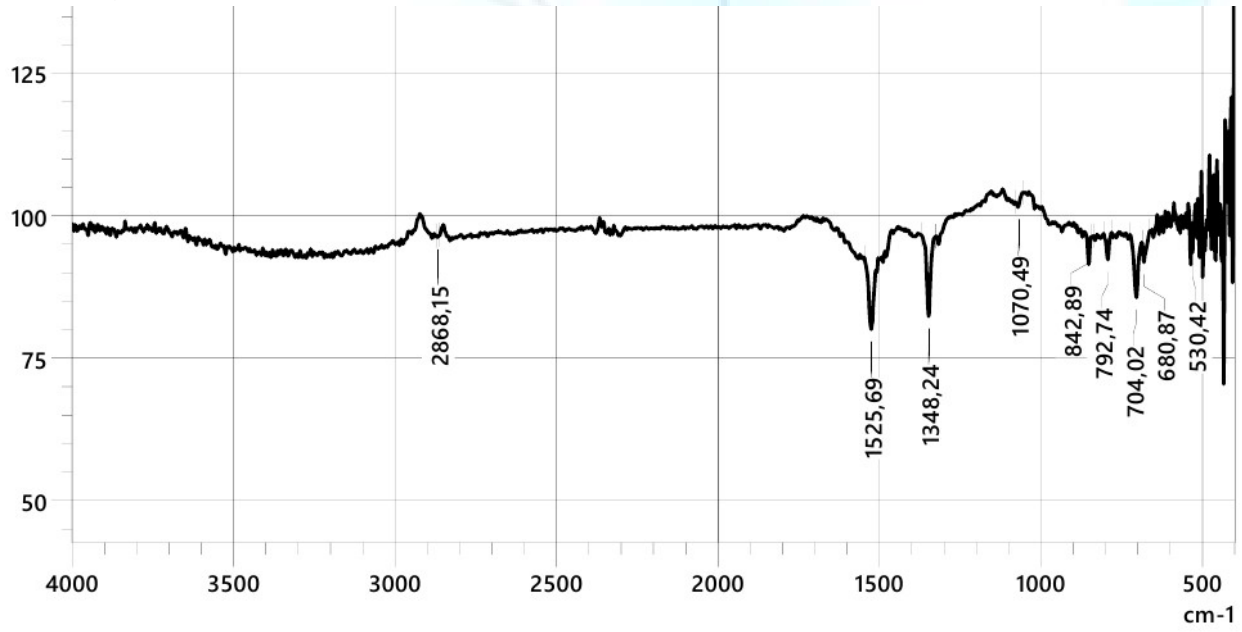
Suv metanol aralashmasini tayyorlab nitrobenzolni yaxshilab aralashtirib eritib oldik, bu ionlarning harakatini ta'minlashga xizmat qiladi. Eritmani 100 ml hajmda tayyorladik. Sulfat kislotaning miqdori agar ko‘p bo‘lsa, elektrodlarning korroziyasi kuchayishi va reaksiyada yon mahsulotlar hosil bo‘lishiga olib keladi, biroq kam miqdordagi kislota qaytarilish reaksiyasi uchun yetarli protonni ta'minlay olmaydi, bu esa samaradorlikni pasaytiradi. Bunda anilinni yuqori sof holda olish imkoniyati mavjud. Ammo elektrodlar korroziyasi yoki yo‘qolishi tufayli sintez jarayoni davomida elektrodni almashtirish talab qilinadi.

Nitrobenzolni elektroliz usuli bilan anilinga qaytarish jarayonida sulfat kislota elektrolit sifatida ishlatiladi. Sulfat kislota miqdori eritmadagi protonlarning (H^+) konsentratsiyasini ta'minlash uchun muhim, chunki H^+ ionlari nitrobenzolni anilinga qaytarish reaktsiyasida ishtirok etadi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR. Tajribada sintez qilingan moddaning tarkibi va tuzilishi IQ-spektroskopiya va Gaz xromatografiya usuli yordamida o’rganildi.

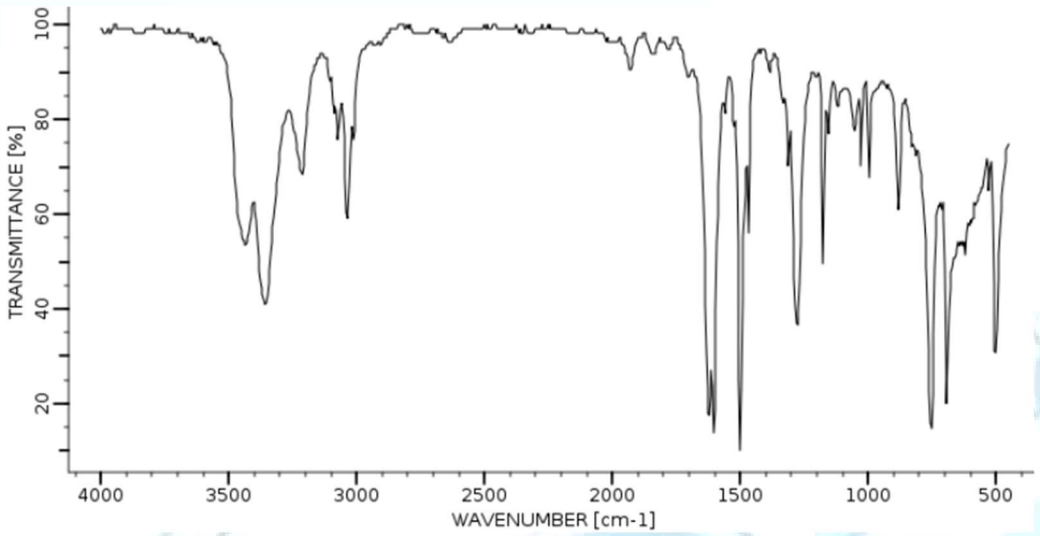
IQ-spektroskopiya tahlili. IQ spektroskopik tahlillardan moddalar tarkibida tegishli funktsional guruhlar mavjudligini aniqlashda keng qo'llaniladi. Bu funksional guruhlar miqdori qancha ko’p bo’lsa, ularning intensivligi shuncha yuqori bo’ladi.

a) nitrobenzol

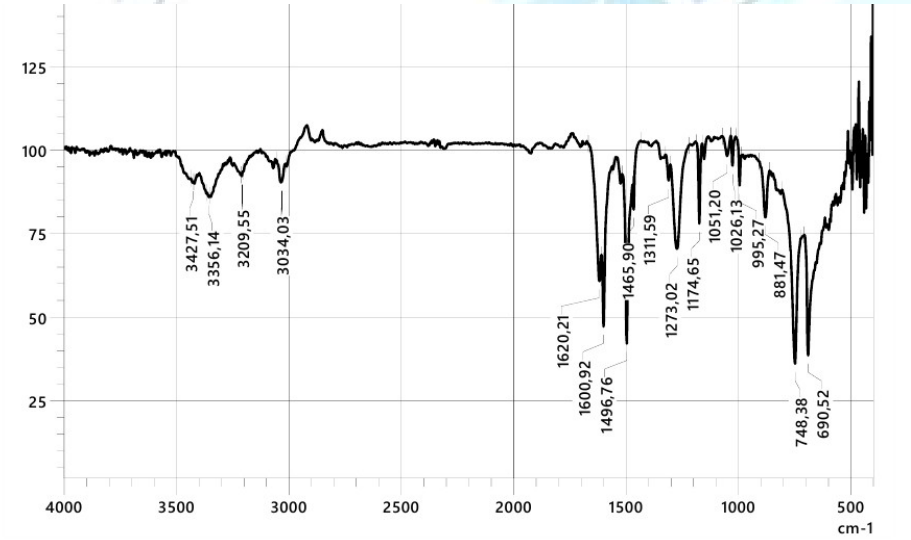


b) anilin standart namunasi

ISSN 3030-3907



c) sintez qilingan modda



2-rasm: Nitrobenzol, anilin va sintez qilingan moddaning IQ spektri

Yuqorida 2-rasmda a) reaksiyadan oldingi nitrobenzolning spektri ko'rsatilgan. Buning ostida b) anilin standart namunasi spektri keltirilgan. Pastki spektr esa c) reaksiyadan keyingi sintez qilingan moddaning IQ spektri. 2.c. spektrda anilinga tegishli bo'lgan 3427, 3356, 3209, 3034 sohadagi piklarni ko'rishimiz mumkin. Bundan ko'rishimiz mumkinki, reaksiyadan keyin anilin hosil bo'lgan.

Gaz xromatografiyasi tahlili. 3-rasmda sintez qilingan anilinning xromatografik tahlili keltirilgan. Ushbu xromatografiyada tahlil o'tkazish shartlari quyidagicha: azot va vodorod gazlarini bir xil tezlikda o'tkazish lozim [5]. Azot oqimi tezligi 90 ml/min, ajratish tezligi 20 ml/min, vodorod oqimi tezligi 5 ml/min, havo oqimi tezligi 400 ml/min, detektor harorati 250°C, T-ustun harorati 275°C, T-ustun harorati 170°C-200°C, tahlil vaqti 40 daqiqani tashkil etdi. Namuna hajmi 0,1 mkl edi.

ISSN 3030-3907

Library Search Report

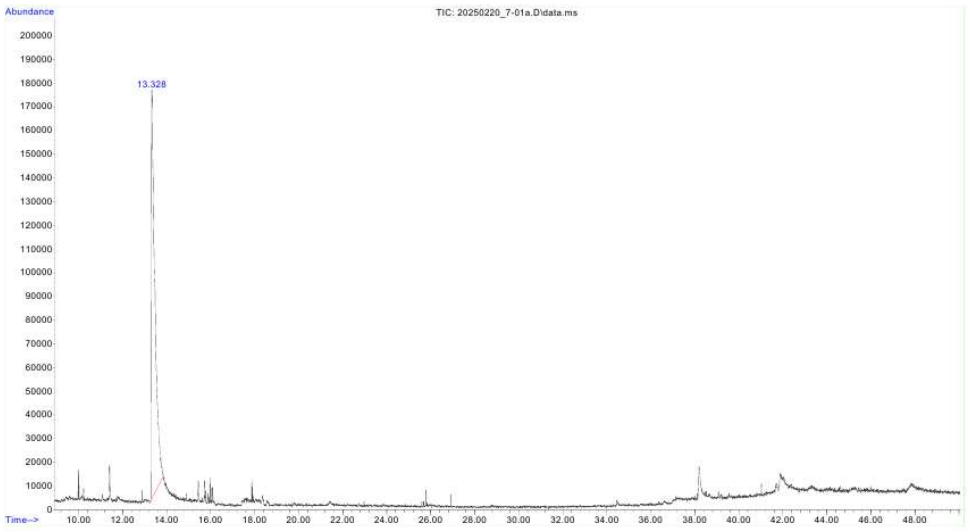
Data Path : C:\msdchem\1\DATA\2025\Others\BSB\
Data File : 20250220_7-01a.D
Acq On : 21 Feb 2025 00:06
Operator : Bobakulov Kh.M.
Sample : No 7.01
Misc : Muminov B.
ALS Vial : 5 Sample Multiplier: 1

Search Libraries: D:\DATABASE\NIST17.L Minimum Quality: 75
D:\DATABASE\W9N11.L Minimum Quality: 75
D:\DATABASE\W8N05ST.L

Unknown Spectrum: Apex
Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	13.328	100.00	D:\DATABASE\NIST17.L Aniline	2771	000062-53-3	91

File :C:\msdchem\1\DATA\2025\Others\BSB\20250220_7-01a.D
Operator : Bobakulov Kh.M.
Acquired : 21 Feb 2025 00:06 using AcqMethod ESSENTIALOIL.M
Instrument : GC MSD
Sample Name: No 7.01
Misc Info : Muminov B.
Vial Number: 5



3-rasm. Elektrosintez qilingan anilinning xromatogrammasi

Reaksion aralashma tarkibiy qismlarining massa konsentratsiyasini elektrosintez yo‘li bilan olingan anilinning xromatografik signal maydonidan ham kuzatish mumkin. Ma’lumki, asosiy signallarni bergan anilin 13,328 daqiqada 91 foizni tashkil etadi. Elektrosintez mahsulotiga tegishli signal 48 daqiqagacha saqlanish vaqti bilan xarakterlanadi.

Olingan spektr tahlil natijalari sintez qilingan anilinning tuzilishini tasdiqlaydi.

XULOSA VA TAKLIFLAR. Bu yerda biz nitrobenzolning anilinga yuqori samaradorlikdagi elektrokimyoviy qaytarilishini ko’rishimiz mumkin. Bu jarayon an’anaviy usullarga qaraganda afzal bo‘lib, vodorod gazi, yuqori harorat va qimmatbaho katalizatorlar talab qilmaydi. Bu jarayon xona harorati va bosimida suvli eritmada amalga oshiriladi. Bunda nitrobenzolni qaytarish uchun zarur bo‘lgan elektronlar va protonlar suvdan va sulfat kislotadan olinadi. Elektroliz usuli

ISSN 3030-3907

samaradorligi odatda 90% dan yuqori. Anilinni ishlab chiqarish bilan bog‘liq ko‘lami va atrof-muhitga ta’sirini hisobga olgan holda, ushbu elektrokimyoviy usul bu muhim kimyoviy xom ashyoni ishlab chiqarish uchun yanada barqaror jarayonlarni rivojlantirishda katta istiqbolga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO’YXATI

1. Athanasios D. Stergiou, Mark D.Symes. High yield and selective electrocatalytic reduction of nitroarenes to anilines using redox mediators. Cell Reports Physical Science 3, 100914 July 20, 2022
2. U. Dighe, Shashikant, Fabio Juliá, Alberto Luridiana, James J. Douglas, and Daniele Leonori. A photochemical dehydrogenative strategy for aniline synthesis. Nature 584, no. 7819 (2020): 75-81.
3. Муминов Б.С., Каримов М.У., Джалилов А.Т. Использование метода электролиза при синтезе органических веществ (на примере синтеза этилендиамина). Universum: Технические науки 8 (125), 2024г. 40-44 с.
4. Zhang, Chengji, Hong Chen, Gang Xue, Yanbiao Liu, Shanping Chen, and Chuan Jia. A critical review of the aniline transformation fate in azo dye wastewater treatment. Journal of Cleaner Production 321 (2021): 128971.
5. Muminov B.S., Karimov M.U., Djalilov A.T., Khaitov B.T. Production of melamine using the electrolysis method. Recent Contributions to Physics. №4 (91). 2024. 86-92 p.

ISSN 3030-3907