

UOT 541.128.3

AROMATİK KARBOHİDROGENLƏRİN ELEKTROKİMYƏVİ SİSTEMDƏ XLORLAŞMASI

MURADOV MAHAL MAYIL oğlu*Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent*mailoglu@mail.ru

Açar sözlər: elektrokimyəvi üsul, xlorüzvi maddələr, abqaz hidrogen xlorid, asidof maddələr, elektrofil əvəzedici

Məlumdur ki, xlorüzvi maddələrin kimyəvi üsulla alınması zamanı külli miqdarda tullantı abqaz hidrogen xlorid alınır və bu da ekoloji təhlükə mənbəyinə çevrilir. Alınan abqaz hidrogen xloriddən istifadə edərək bəzi üzvi maddələrin elektrokimyəvi üsulla xlorlaşmasını həyata keçirməklə ekoloji təhlükəsizlik kifayət qədər təmin olunur.

Fenol və onun törəmələrinin kimyəvi xlorlaşdırılmasında molekulyar xlor, qələvi metalların hipoxloritləri, sulfuril xlorid, fosfor 3-xlorid, fosfor 5-xlorid və s. xlorlaşma agentləri kimi istifadə olunur. Bu reagentlərin əksəriyyəti zərərli maddələrdir. Onların alınması, daşınması və saxlanması həm iqtisadi, həm də ekoloji cəhətdən səmərəli deyildir.

Tərəfimizdən aparılan elektrokimyəvi yolla xlorlaşmada göstərilən xlorlaşma agentlərinin bəziləri proses zamanı alındığı üçün yuxarıda qeyd olunan məsələnin həll olunması üçün mühüm şərtidir.

Sulfuril xloridlə alkilfenolların elektrokimyəvi xlorlaşmasında sulfuril xlorid, həmçinin də sulfuril xloridin alınması üçün tələb olunan SO_2 və Cl_2 qazları proses zamanı alınır və qarşılıqlı təsirdə olaraq xlorlaşma agentləri kimi xlorlaşmada iştirak edir.

Prosesdə susuz inert həlledicidən CCl_4 -dən istifadə olunur, suyun miqdarı minimuma endirildiyi üçün baş verə biləcək oksidləşmə prosesini minimuma endirmək mümkün olur.

2,4 və 2,6-dimetilfenolların xlorlaşması zamanı xlorfenollar 2,4 və 2,6-dixlorfenollardan ayrılaraq sistemə verilir ki, bu da bütün xlorfenolların öz-özünə və ya bir-biri ilə kondensləşməsi nəticəsində çoxsaylı dioksinlərin əmələ gəlməsinin qarşısını kifayət qədər almış olur.

Toluolun qatı xlorid turşusu ilə platin elektrod iştirakında fotokimyəvi, qaz halında xloru sulfat turşusu ilə qurutmaqla və digər üsullarla xlorlaşması nəticəsində benzil xloridin alınması məlumdur. Bu üsullarda bir sıra çatışmayan cəhətlər mövcuddur:

- prosesin yüksək temperaturda aparılması;
- xüsusi, qiymətli avadanlıqlardan (platin) istifadə olunması;
- qaz halında xlordan, qələvidən, qatı sulfat turşusundan istifadə olunması;
- məqsədli məhsulun aşağı çıxımla alınması;
- fotokimyəvi xlorlaşmada vahid gücə malik reaktorların yaradılmasının çətinliyi və s.

Yuxarıda qeyd olunanlardan aydın olur ki, tərəfimizdən elektrokimyəvi yolla xlorlaşma prosesinin aparılması zamanı reagentlərin əksəriyyəti elə prosesin özündə alınır, zərərli aralıq məhsulların miqdarı kifayət qədər azalır. Zərərli maddələrin atmosfərə atılması xeyli dərəcədə azalmış olur və ekoloji təhlükəsizlik təmin edilir. Alınan məqsədli məhsulun təmizlik dərəcəsi və çıxımı yüksək olur.

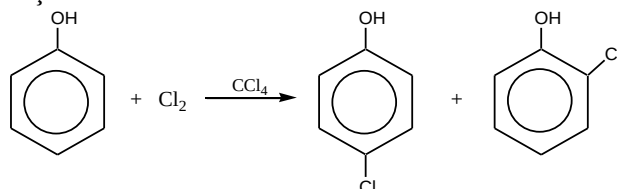
Elektronoakseptor dezaktivləşdirici əvəzedicilər olduqda aromatik birləşmələrin halogenləşməsində katalizatordan istifadə olunması mütləqdir.

Bu reaksiyalar yüksək temperaturda baş verir.

Fenollar güclü və zəif elektrofil əvəzedicilərin bütün tipik reaksiyalarına daxil olur. Fenolun

molekulyar xlor yaxud bromla polyar mühitdə halogenləşməni monohalogenləşmə mərhələsində saxlamaq çətin olur. Fenolyat ionunda çox güclü oksidləşdirici qrup – oksigen atomu olduğu üçün fenolyat ionu ilə halogenləşmə fenoldan daha sürətli gedir. Halogenəvəzli fenol fenola nisbətən daha güclü turşu xassəlidir. O, asan dissosiasiya edərək ikinci və üçüncü halogen atomunun –orta və -para vəziyyətə daxil olmasını asanlaşdırır. Fenolun halogenləşməsində Lyuis turşuları ($FeCl_3$, $FeBr_3$, $AlCl_3$) tələb olunmur və molekulyar halogenlərin təsiri ilə asanlıqla halogenləşirlər.

Fenolun monohalogenli törəmələrini qeyri-polyar mühitdə halogenləşmə ilə almaq olur, bu zaman fenolun dissosiasiyası baş vermir.



Halogenləşmə agenti kimi halogenlərin dioksanla kompleksindən də istifadə olunur.

Xlorlaşma CCl_4 həlledicisində aşağı temperaturda aparıldıqda uçucu o-izomerin çıxımı 25%-ə qədər olur. Temperaturu $60^\circ C$ -yə qədər artırıdığında o-izomerin çıxımını kifayət qədər artırmaq olur.

Halogenləşmə agenti $NaOCl$, SO_2Cl_2 , PCl_3 , PCl_5 və s. iştirakı ilə monoxlor törəmələrin kimyəvi üsulla alınması da həyata keçirilmişdir.

Məlumdur ki, bir çox xlorüzvi maddələrin alınması zamanı külli miqdarda abqaz hidrogen xlorid alınır və ekoloji təhlükə mənbəyinə çevrilir. Tullantı abqaz hidrogen xloriddən elektrokimyəvi yolla fenolun, krezoların, naftolların, aromatik aminlərin və s. xlorlaşmasını həyata keçirməklə ekoloji təhlükəsizlik təmin olunur.

Fenolun monoxlor törəmələrinin elektrokimyəvi sistemdə tullantı abqaz hidrogen xlorid, natrium hipoxlorit və sulfuril xlorid iştirakı ilə alınması tərəfimizdən tədqiq olunmuşdur [1]. Proses termostat, əks soyuducu və qarışdırıcı ilə təchiz olunmuş silindrik şüşə (qabda) özəkdə həyata keçirilmişdir.

Xlorlaşdırıcı agent kimi abqaz hidrogen xloriddən istifadə etdikdə elektrod olaraq qrafit katod və ORTA anoddan istifadə olunmuşdur. Xlorfenolun çıxımını və xlorlaşma prosesinin sürətini artırmaq üçün homogen mühitdə hidrogen xloridin elektrolizindən alınan molekulyar xlor inert həlledicidə (CCl_4) həll olunmaqla istifadə olunur. Reaksiya $20 - 30^\circ C$ temperaturda aparılır, elektroliz zamanı ayrılan xlorə kalium yodid məhlulu ilə nəzarət olunur. Reaksiyaya daxil olmayan fenol xlorlaşmış məhsullardan reaksiya qarışığının efir məhlulundan 10%-li potaş məhlulu ilə ayrılır. o- və p- izomer qarışığı isə fraksiyalı distillə ilə ayrılır.

Seçilmiş şəraitdən asılı olaraq p- və o- xlorfenol yaxud 2,4 dixlorfenol, həmçinin az miqdarda trixlorfenol da alınır. Prosesi natrium hipoxlorit iştirakı ilə apardıqda da elektrod kimi qrafit (katod) və ORTA (anod), həlledici kimi CCl_4 –dən istifadə olunub, proses $10^\circ C$ -də aparılmışdır. Burada monoxlor fenolun çıxımı molekulyar xlorə nisbətən yüksək, di və trixlorfenolun çıxımı isə nisbətən aşağı olur.

Proses $20-30^\circ C$ temperaturda $0.1 A/sm^2$ cərəyan sıxlığında aparılmışdır. Bu prosesdə də o- və p-xlorfenolların qarışığında, p-izomer üstünlük təşkil edir. Onların uyğun mol nisbətləri 0.15:1 kimidir.

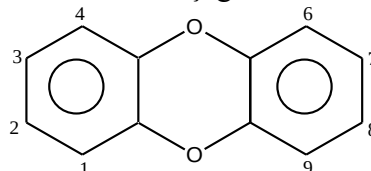
Reaksiyaya daxil olmayan fenol xlorlaşmış məhsullardan reaksiya qarışığının efir məhlulundan 10% -li potaş məhlulu ilə, o- və p- izomerlər qarışığı isə fraksiyalı distillə üsulu ilə ayrılır.

Xlorlaşma agentlərinin - xlor, $NaOCl$, SO_2Cl_2 prosesin gedişi zamanı alınması iqtisadi və ekoloji cəhətdən böyük əhəmiyyət kəsb edir. Aralıq məhsullar kifayət qədər az alınır, reaksiya məhsullarının təmizlik dərəcəsi yüksək olur [2].

Məlumdur ki, 2,4-dixlorfenoksisirkə turşusundan kənd təsərrüfatı bitkilərinin alaq otlarından mühafizəsində geniş istifadə olunur. 2,4-*D* herbisidinin bitkilərə təsir mexanizmi öyrənilmişdir.

2,4-*D*-nin elektrokimyəvi metodla sintezi ilk dəfə tərəfimizdən aparılmış, onun tətbiqində qarşıya çıxan bəzi ekoloji problemlərə nail olunmuşdur.

Aydınlaşdırılmışdır ki, 2,4-*D*-nin sənayedə alınması prosesində özlərini iki yerdən oksigen atomları ilə birləşmiş benzol halqası sistemi kimi göstərən dibenzo-*p*-dioksinin müxtəlif xlorlaşmış törəmələri də alınır. Əmələ gələn dioksinin forması aşağıdakı kimidir:



Müəyyən olunmuş optimal şəraitdə fenolun xlorlaşdırılması 2,4-dixlorfenolun alınmasına gətirir ki, bu törəmələr də biri-birindən benzol halqasında xlor atomlarının sayı və vəziyyəti ilə fərqlənir. Fenolun xlorlaşması 2,4-dixlorfenoldan başqa, benzol halqasında bir-birindən həm xlor atomlarının sayına, həm də vəziyyətinə görə fərqlənən digər xlorfenolların alınmasına da səbəb olur. 2,4-dixlorfenol fenolun xlorlaşma məhsullarından biridir və onun çıxımı digər xlorfenollardan çox yüksək olur. Digər xlorfenolların çıxımı isə reaksiya kütləsinin təxminən 10–11%-ni təşkil edir (2,4,6-trixlorfenol 4%, 2,4,5-trixlorfenol 2%).

Mövcud texnologiyaya görə, monoxlorsirkə turşusu ilə kondensləşmə mərhələsinə fenolun birinci mərhələdə alınan bütün qarışığı 2,4-*D*-an ayrılmadan və təmizlənmədən verilir. Bu isə bütün xlorfenolların öz-özünə kondensləşməsinə və ya kondensləşmə nəticəsində bir-biri ilə müxtəlif nisbətlərdə çoxsaylı dioksinlərin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Bütün bu tədqiqatlardan sonra 2,4-*D*-nin istehsalı və tətbiqi ilə bağlı məsələ çox müzakirələrə səbəb olmuşdur [3].

Kənd təsərrüfatında onun əvəz olunmasını təmin edəcək başqa preparat olmadığına görə 2,4-*D*-nin istehsalı və tətbiqi bu gün də genişləndirilməkdədir, göstərilən çatışmazlıqlar istiqamətində axtarışlar davam etdirilir.

Hazırkı texnologiya üzrə alınan herbisidlərin dioksinlərdən tamamilə azad olunması mümkün deyil və bu gün də aktual olaraq qalır. Odur ki, prosesdə alınan dioksinlərin miqdarını minimuma endirmək və alınan məhsulda onların miqdarını azaltmaq məqsədilə ənənəvi texnologiyanın təkmilləşdirilməsi istiqamətinə böyük üstünlük verilir. Son zamanlar 2,4-*D*-nin istehsalı və tətbiqi zamanı yaranan ekoloji problemlər diqqət mərkəzindədir. Bu, əsasən fenoksi turşuların sintezi zamanı çoxlu miqdarda dioksinlərin alınması ilə 2,4-*D*-nin özü, həm də onun çevrilmə məhsulları ilə ətraf mühitin və qida məhsullarının çirklənməsidir [4].

İlk dəfə olaraq tərəfimizdən elektrokimyəvi sistemdə 2,4-*D*-nin sintezi tədqiq olunmuşdur [5].

Proses termostat, soyuducu, qarışdırıcı və sifonla təchiz olunmuş silindrik şüşə qabda (elektrokimyəvi özək) aparılmışdır [6].

Elektrod olaraq qrafit (katod) və ORTA (anod) istifadə olunmuşdur. Xlorlaşma agentı olaraq, kimya sənayesində tullantı kimi alınan abqaz xlorid turşusunun elektrolizi nəticəsində əmələ gələn molekulyar xloridan istifadə olunmuşdur.

Alınan 2,4-dixlorfenolu natrium qələvisi ilə kondensləşdirərək natrium-dixlorfenolyat alınır. Dixlorfenolyata monxlorsirkə turşusunun natrium duz əlavə edilərək elektrokimyəvi sistemdə məqsədli məhsulun (2,4-*D*) alınması həyata keçirilir.

Kimyəvi üsuldən fərqli olaraq, elektrokimyəvi üsulla proses aparıldıqda aralıq dioksanların miqdarı kifayət qədər az olur, məhsulun təmizlik dərəcəsi yüksəlir, proses aşağı temperaturda az müddətdə aparılmaqla 2,4-dixlorfenolun çıxımının yüksəlməsi təmin edilir. Bu isə, 2,4-*D*-nin istehsalı və tətbiqi imkanlarını artırır. Proses ekoloji cəhətdən təmiz və əlverişlidir, belə ki, ətraf mühitə zərərli və zərərli maddələrin atılmasını nəzərəcərpacaq dərəcədə azaldır.

Məhz bu səbəbdən də texnologiyanın təkmilləşməsi ilə prosesdə alınacaq dioksinlərin miqdarının hazır məhsulda minimuma çatdırılması üçün tərəfimizdən proses elektrokimyəvi sistemdə aşağı temperaturla aparılmışdır.

Xlorlaşma prosesi daha aşağı temperaturda ($40 - 60^{\circ}\text{C}$) aparılır və alınan 2,4-dixlorfenol isə II mərhələyə digər xlorfenollardan ayrılıb təmizləməklə verilir. Belə şəraitdə 2,4-*D*-nin yüksək çıxımla təmiz alınmasını təmin etmək və prosesdə alına biləcək dioksinlərin miqdarını minimuma endirmək mümkündür.

Bəzi istehsalçılar temperaturu aşağı salmaqla yanaşı, fenoksirkə turşuları dioksinlərdən perxloretilenlə ekstraksiya etməklə təmizləyirlər. Bu üsul herbisidlərin keyfiyyətinə müsbət təsir göstərsə də, dioksinlərin azalmasına və ətraf mühitin çirklənməsinə müsbət təsir göstərmir.

Elektrokimyəvi üsulla 2,4-*D*-nin alınması kimyəvi üsulla müqayisədə bir sıra üstünlüklərə malikdir:

- prosesin aparıldığı sistem sadədir;
- alınan dioksinlərin miqdarı minimuma endirilir;
- xlorlaşma prosesi aşağı temperaturda aparılır və alınan 2,4-dixlorfenolun II mərhələyə digər xlorfenollardan ayrılaraq və təmizlənərək verilir;
- alınmış məhsulun keyfiyyəti və təmizlik dərəcəsi yüksəkdir;
- proses ekoloji cəhətdən əlverişlidir.

Kimyəvi metodla o-krezolun xlor və digər xlorlaşdırıcı agentlərlə xlorlaşmasından alınan qarışığın tərkibində 65–70% 7-xlor-2-metilfenol, 6 xlor-metilfenol və 4,6-dixlor-2-metil fenol alınır. Bu zaman təmiz məhsul 4-xlor-2-metilfenolu ayırmaq üçün texniki məhsul rektifikasiyaya uğradılır.

Proses CCl_4 həlledicisinin iştirakı ilə aparıldıqda alkil qrupunda xlorlaşma azaldığı üçün məqsədli məhsulun çıxımı bir qədər artır.

Xlor-2-metilfenol o-krezolun xlor, qələvi metalların hipoxloritləri yaxud sulfuril xloridlə xlorlaşmasından alınır. Ən təmiz məhsul o-krezolun sulfuril xloritlə xlorlaşmasından alınır.

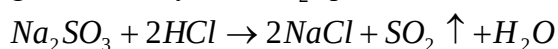
Xlor-o-ktezol (5-xlor-2-oksitoluol) suda çətin həll olur, onu o-krezolun son fraksiya qarışığının Na_2CO_3 məhlulunda qarışığını xlorlaşdırmaqla alırlar. Azoboyaların alınmasında istifadə olunur [6].

Çoxsaylı ədəbiyyat və patent mənbələrindən məlum olur ki, alkilfenolların mono- və di-əvəz olunmuş xlorlu törəmələrinin alınması elektrokimyəvi sistemdə aparılmamışdır.

Bu məqsədlə ilk dəfə olaraq (tərəfimizdən) o-, m- və p- krezolların elektrokimyəvi yolla xlorlaşmaları həyata keçirilmişdir. Bu zaman elektrokimyəvi sistemin özündə alınan Cl_2 və SO_2 -dən istifadə olunmuşdur. Aktiv kömür katalizatoru iştirakında Cl_2 və SO_2 -nin qarşılıqlı təsirindən $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 = \text{SO}_2\text{Cl}_2$ xlorlaşma agentli olan sulfuril xlorid alınmışdır [7].

Xlorlaşma reaksiyası yuxarıda qeyd olunan termostat, sabit cərəyan mənbəyi, qrafit elektrod, əks soyuducu, qarışdırıcı ilə təchiz olunmuş silindrik şüşədən hazırlanmış elektroliz qurğusunda həyata keçirilmişdir.

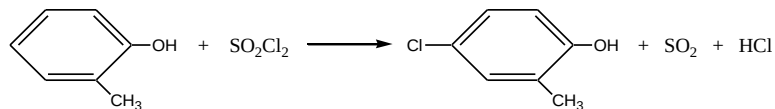
Kükürd qazının alınması üçün natrium sulfit və xlorid turşusundan istifadə olunmuşdur. Reaksiya qurğusuna CCl_4 , hesablanmış miqdarda natrium sulfit və 15–30%-li xlorid turşusu 1:2 ekvimolyar münasibətdə yüklənir. Reaksiya qarışığına termostat vasitəsilə $40 - 50^{\circ}\text{C}$ temperatur verilir, qarışdırılır, nəticədə, aşağıdakı reaksiya ilə SO_2 qazının alınması təmin olunur:



Bundan sonra sabit cərəyan mənbəyindən verilən cərəyanla HCl turşusunun elektrolizindən Cl_2 qazı alınır.

Yuxarıda qeyd olunduğu kimi SO_2 , Cl_2 və aktiv kömür iştirakında SO_2Cl_2 əmələ gəlir. Bir neçə dəqiqə müddətdən sonra reaksiya qurğusuna o-krezol əlavə olunur, qarışdırıcı işə salınır və xlorlaşma prosesi davam etdirilir.

Alınmış SO_2Cl_2 o-krezolla aşağıdakı reaksiya ilə əsasən 4-xlor-2-metil-fenol əmələ gətirir.

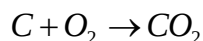


Reaksiyanın benzol nüvəsində getməsi əsasən xlor və kükürd anhidridinin miqdarı, reaksiya şəraitindən asılıdır. Xlorid turşusunun qatılığının, temperaturun, cərəyan sıxlığının, reaksiyanın davam etmə müddətinin, reagentlərin münasibətlərinin xüsusən də SO_2 və Cl_2 benzol nüvəsində əvəzlənməmədə mühüm amillərdir.

Aşağı qatılıqlı xlorid turşusundan o-krezolun xlorlaşmasında istifadə olunduqda cərəyanın bir hissəsi xloratların əmələ gəlməsinə sərf olunduğu üçün o-krezolun cərəyana görə çıxımı azalır.

Xlorid turşusunun qatılığı 15%-dən aşağı olduqda o-krezolun alınan xlorlu məhsullarının çıxımı azalır, belə ki, xlorun ayrılması ilə yanaşı, oksigenin $H_2O - 2e \rightarrow \frac{1}{2}O_2 + 2H^+$ sxemi ilə generasiyası baş verir.

Xlorid turşusunun çox aşağı qatılıqlarında oksigen əmələ gəlir və qismən anodun oksidləşməsinə sərf olunur.

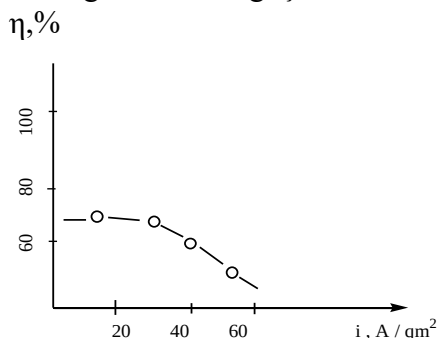


Prosesə təsir edən faktorlardan biri də temperaturdur. Temperaturun təsiri 15–30%-li xlorid turşusu və $10 - 15 \frac{A}{dm^2}$ cərəyan sıxlığında öyrənilmişdir. Alınmış nəticələr şəkil 3-də verilmişdir.

Anod-qrafit, cərəyan sıxlığı $25 - 30 \frac{A}{dm^2}$, temperatur $70 - 75^\circ C$

o-krezolun xlorlaşması zamanı elektrolizerin maksimum məhsuldarlığını müəyyən etmək üçün cərəyan sıxlığının xlorlaşma məhsulunun cərəyana görə çıxımından asılılığı tədqiq olunmuşdur. o-krezol stexiometrik hesablanmış miqdarından 10% artıq götürülür, temperatur $50^\circ C$, xlorid turşusunun qatılığı 15–30% olmaqla proses aparılır.

Cərəyana görə çıxımın cərəyan sıxlığından asılılığı şəkil 4-də verilmişdir.



Şəkil 4. p-ksilolun yan zəncirdə xlorlaşmasında xlorlaşma məhsulunun cərəyana görə çıxımının cərəyan sıxlığından asılılığı: anod - qrafit, temperatur $70 - 75^\circ C$, $C_{HCl} = 30\%$

Temperaturun azalması SO_2 ilə qarşılıqlı təsirdə olan xlorun miqdarının azalmasına səbəb olur. Həmçinin xlor və kükürd qazının CCl_4 -də həll olması xlorlaşma prosesinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir edir (monoxlorlu törəmələrinin alınmasına).

Aparılmış təcrübələr göstərir ki, o-krezolun xlorlaşması ilə monoxlor törəmələrin alınmasında məhsulun çıxımına təsir edən faktorlar: xlorid turşusunun qatılığı, elektrolitin temperaturu, cərəyan sıxlığı və aparılan reaksiya mühitidir.

Aromatik karbohidrogenlərin elektrokimyəvi sistemdə xlorlaşması

Tələb olunan 15 – 30%-li qatılıqda xlorit turşusundan istifadə etdikdə aktiv xlorun ayrılması asanlaşır, aktiv kömür katalizatoru iştirakında SO_2Cl_2 -in yumşaq şəraitdə əmələ gəlməsi şərtləndirilir.

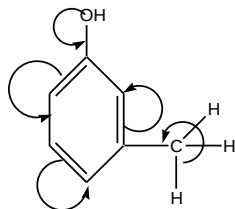
CCl_4 iştirakında monoxlor-o-krezolun alınması asanlaşır. Maksimum çıxım cərəyan sıxlığının 10 – 15 A/dm² qiymətində alınır.

o-krezolun elektrokimyəvi xlorlaşma prosesi ekoloji təmiz prosesdir, alınan aralıq zərərli maddələr kifayət qədər az olur.

Həmçinin qeyd olunan şəraitlərdə p- və m-xlorfenolların da xlorlaşması elektrokimyəvi yolla həyata keçirilmişdir. Bu zaman alınan p- və m- xlorfenolların çıxımı o-xlorfenolla müqayisədə bir qədər aşağı olur (~ 75%). m-krezolun xlorlaşması 40 – 50⁰ C temperaturda aparıldıqda çıxım daha yüksək olmuşdur [8].

p-krezolun SO_2Cl_2 iştirakında xlorlaşması reaksiyası nəticəsində əsasən 2-xlor, 4-metilfenol alınır.

Metilfenolların aromatik nüvələrində iki tip əvəzedici - OH və CH_3 qrupu onların π - elektron buludu ilə eyni qarşılıqlı təsirdə olur. Metilfenolların əksər fiziki və kimyəvi xassələri fenol hidroksili ilə benzol nüvəsinin π -aromatik sistemi arasındakı qarşılıqlı təsirlə müəyyən olunur.



OH – qrupunda olan oksigen atomunun bölünməmiş elektron cütlərindən biri benzol halqasındakı π – sisteminə daxil olub benzol nüvəsindəki –orto və –para vəziyyətində elektron sıxlığını artırır, elektrofil hissəciklərin hücumunu asanlaşdırır və hidrogen atomunun həmin vəziyyətdə əvəz olunmasını asanlaşdırır. Beləliklə birinci qrup əvəzedici olan OH qrupu – J və + M effektlə xarakterizə olunur. Metil qrupu da birinci qrup əvəzedici olmaqla müsbət induktiv effektdə (+ I) malikdir [9].

Metil qrupunun sayı artdıqda aromatik fenolların xlorlaşması nisbətən asanlaşır. Xlorlaşmanı monoxlor istiqamətində aparmaq üçün xlorlaşma agentii kimi sulfuril xloridən, inert həlledicidən və susuz mühitdən istifadə etmək daha əlverişli üsuldur.

Sulfuril xlorid aromatik karbohidrogenlərin, son zamanlar isə alifatik karbohidrogenlərin də xlorlaşması üçün daha çox istifadə olunan xlorlaşma agentidir. Onun tətbiq olunma sərhədləri müxtəlif təcrübə şəraitlərində çox genişdir. Sulfuril xloridlə xlorlaşmanı həlledicisiz, geniş temperatur sərhədlərində 0⁰C-dən 30 – 45⁰ C (bəzən xlorlaşan maddənin qaynama temperaturunda) aparmaq olur. Bəzən də məhlulda (karbon 4-xlorid, xloroform, efir və s.) 20⁰C-dən həlledicinin qaynama temperaturuna qədər istifadə olunur. Hərdən katalizator: alüminium xlorid, kükürd xlorid və nəhayət, benzoil peroksid daha maraqlı katalizatorlardır, hansı ki, təcrübədə sulfuril xloridin tətbiq olunma sərhədlərini daha da genişləndirir.

Sulfuril xloridlə xlorlaşmanın mexanizmi şəraitdən asılı olaraq müxtəlifdir. Katalizator iştirak etmədikdə sulfuril xlorid asan dissosiasiya etdiyi üçün $SO_2Cl_2 \rightarrow SO_2 + Cl_2$ molekulyar xlor mənbəyidir. Parçalanma az-çox dərəcədə şəraitdən, xlorlaşan maddənin təbiətindən və bu və ya digər əlavələrin daxil olmasından asılı olaraq baş verir.

Katalizator iştirakında (alüminium xlorid, dəmir xlorid, fosfor 5-xlorid və s.) benzolun homoloqlarının xlorlaşması asanlaşır. Maraqlıdır ki, Sb, Bi, Fe, Mo, Al, Fe və Se xloridləri nüvədə xlorlaşmanı müvəffəqiyyətlə həyata keçirir, P, As, Mg xloridləri iştirakında xlorun yan zəncirə daxil olması baş verir. Məsələn, p-ksilol alüminium xlorid katalizatorunun iştirakı ilə 2-xlor-p-ksilol, m-ksilol fosfor 5-xlorid katalizatorunun iştirakı ilə m-ksilolxlorid əmələ gətirir.

Sulfuril xloridlə o-, m-, p- krezollar, ksilenollar, timol və s. asan xlorlaşır.

Xlorfenollar, xüsusən də onların alkil törəmələri mühüm dezinfeksiyaedici vasitə və antiseptiklərdir [10].

Çoxsaylı ədəbiyyat və patent mənbələrindən görünür ki, xlorlaşma ilə alkilfenolların mono və di əvəz olunmuş xlorlu törəmələrinin elektrokimyəvi sistemdə alınması aparılmamışdır [11].

İlk dəfə olaraq alkilfenolların, o cümlədən də 2,6-dimetilfenolun elektrokimyəvi sistemdə xlorlaşması həyata keçirilmişdir.

Xlorlaşma agenti kimi sulfuril xloriddən istifadə olunmuşdur.

Əvvəlcə natrium sulfitin hidrogen xloridlə qarşılıqlı təsirindən CCl_4 həlledicisində SO_2 qazı alınır. Sonra sabit cərəyan mənbəyindən cərəyan verməklə hidrogen xloridin elektrolizi ilə Cl_2 qazı alınır. Aktiv kömür katalizatorunun iştirakı ilə SO_2 və Cl_2 qazlarının qarşılıqlı təsirindən SO_2Cl_2 xlorlaşma agenti alınmaqla, xlorlaşma prosesi həyata keçirilmişdir.

Benzol halqasında əvəz olunma reaksiyası əsasən xlorun, kükürd qazının miqdarından və reaksiya şəraitindən asılı olur.

Hidrogen xlorid turşusunun qatılığı, temperatur, cərəyan sıxlığı və reaksiyanın davam etmə müddətlərinin təsiri də ətraflı tədqiq olunmuşdur.

Təcrübənin nəticələri qrafiki olaraq verilmişdir.

Yuxarıda qeyd olunanlar 2,4-dixlorfenol üçün də öyrənilmişdir.

Aparılmış tədqiqatlar göstərmişdir ki, 2,6 və 2,4-dimetilfenolların monoxlorlu törəmələrinin alınmasında çıxıma əsasən xlorid turşusunun qatılığı, temperatur, cərəyan sıxlığı və aparılan reaksiyanın mühiti, həmçinin prosesdə alınan SO_2 və Cl_2 qazlarının mol nisbətləri təsir edir.

Alınan məhsul təmiz, proses isə ekoloji təmiz prosesdir. Belə ki, əsas xamallar elə prosesin özündə alınır, zərərli maddələrin miqdarı kifayət qədər azalmış olur.

Məlumdur ki, 2,6-dimetilfenolun xlorlu törəmələri əsasən bakterisidlərin istehsalında və dezinfeksiya vasitəsi kimi istifadə olunur. Əgər əvəllər fenolun bu törəmələri daş kömür qətranından alınırıdysa, hal-hazırda əsas maraq dimetil homoloqların fenol və metanolla bir- və ikimərhələli metodla sintezinə yönəlib.

Digər tərəfdən klassik xlorlaşma üsullarından fərqli olaraq, HCl iştirakı ilə 2,6-dimetilfenolun elektrokimyəvi xlorlaşması daha böyük əhəmiyyət kəsb edə bilər.

2,6-dimetilfenolun katalizator iştirakında 2-metilfenolla metanolun alkilləşməsindən alınması, həmçinin alınmış 2,6-dimetilfenolun sulfuril xloridlə elektrokimyəvi sistemdə xlorlaşması da tədqiq olunmuşdur [12].

2,6-dimetilfenolun 2-metilfenolun metanolla alkilləşməsi əsasında alınması manqanla modifikasiya olunmuş kobalt-ferrit katalizatorunun iştirakı ilə həyata keçirilmişdir. Müəyyən olunmuş şəraitdə 2,6-ksililfenolun çevrilmə reaksiyası və o-krezola görə hesablanmış başlanğıc çıxım 97.5 % və 33.4 % təşkil edir.

Prosesdə alınmış alkilatın sadə tərkibi onların sonrakı emalını asanlaşdırır, həmçinin yüksək səviyyədə təmiz məhsul – 2,6-dimetilfenolun (99.0%) alınmasını təmin edir.

Sulfuril xlorid fenol və onun törəmələrinin xlorlaşması üçün geniş istifadə olunan reagentlərdən olsa da, təklif olunan üsulla xlorlaşmanın aparılması yüngül şəraitdə və məqsədyönlü gedir, ona nəzarət xeyli asanlaşır.

Alkilaromatik karbohidrogenlərin xlorlu törəmələrindən ən çox praktiki əhəmiyyət kəsb edən xlorun alkil qrupunda olanlardır. Bunlara benzilxlorid, benzotrixlorid, p-ksilendixlorid, heksaxlor-m- və heksaxlor-p- ksilolları aid etmək olar.

Onlar turşu korroziyası üçün effektiv inqibitorların, kauçuku vulkanlaşdırma agentı kimi, istiyədavamlı plastiklərin alınmasında istifadə olunur.

Bütün bu məhsullar uyğun karbohidrogenlərin – toluol və ksilolların yan zəncirdə radikal – zəncir prosesi ilə xlorlaşması ilə alınır.

Sənayedə prosesin maye fazada reaksiya təhlükəli ultraşəvəli şüalarında, şüalandırmaqla, inisiyator iştirakında (məs, azobirləşmələr və peroksidlər) həyata keçirilir.

Alkilbenzolların maye fazada xlorlaşmasında eyni zamanda ardıcıl və paralel əvəzlənmə reaksiyaları yan zəncirdə və nüvədə baş verir.

p-ksilolda metil qrupunda nəzərəcarpacaq xlorlaşma azobisizobutironitril iştirakında müvəfəqiyyətlə həyata keçirilə bilər.

Ksilolların fotoxlorlaşması reaksiyasında reaksiya qabiliyyətli meta→para→orta sırası kimidir. Həddən çox şüalanma intensivliyi prosesin selektivliyini azalda bilər, belə ki, xlor radikalı molekulyar xlorla rekombinasiyaya başlaya bilər.

Fotokimyəvi xlorlaşmanın çatışmayan cəhəti (vahid gücə malik böyük reaktorların yaradılması, xüsusi işıq mənbələrinin hazırlanması, istismarında istifadə olunmanın mürəkkəbliyi, yanğın təhlükəsi, onun qarışıqlara xüsusi həssaslığı) sənayedə yayılma imkanını məhdudlaşdırır.

Toluol və ksilolların inisiyator iştirakı ilə yan zəncirdə xlorlaşmasında inisiyator olaraq ümumi kütlənin 0,1-0,2 %-i qədər porofor azot götürülür.

Hal-hazırda çoxlu birbaşa və dolayısı yolla halogenin üzvi maddəyə daxil edilməsi üsulları vardır. Ən qədim və ümumən qəbul olunan metod sərbəst halogenlə halogenləşmə metodudur ki, bu metod da həmişə qəbul oluna bilmir. Birincisi, sərbəst halogenlə halogenləşmə hidrogen halogenidin ayrılması ilə müşahidə olunur ki, bu da asidof maddələr üçün adi metodikanın tətbiqini istisna edir. İkincisi, bütün təhlükəsizlik tədbirlərinə baxmayaraq, (durulaşma, soyudulma və s.) sərbəst halogenlə halogenləşmə reaksiyası hərdən çox sürətli baş verir ki, nəticədə halogenləşən maddə dağıla bilər.

Son iki-üç onillikdə çoxlu halogenləşmə agentləri təklif olunmuşdur.

Halogenləşmə agentləri katalitik əlavə kimi halogenin verilməsini asanlaşdırır.

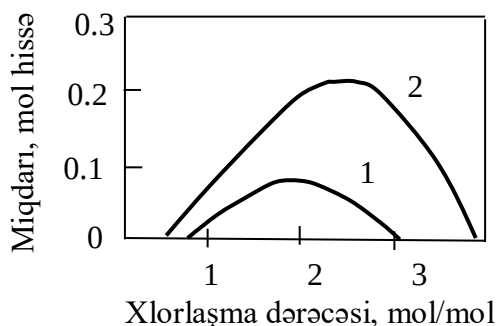
Bəzi hallarda bu əlavələr halogenlə birləşmənin molekulyar parçalanması xarakterinə təsir edir [13].

Aktiv halogen ionu yaxud halogen atomu mənbəyi olan halogenləşmədə istifadə olunan maddələr halogenləşdirici agentin əlavə aktivləşməsinin vacibliyini aradan qaldırır. Bundan başqa, bu zaman halogenləşmə reaksiyası kifayət qədər sakit və yumşaq gedir, belə ki, halogenləşmə istiliyinin bir hissəsi reagentin dissosiasına sərf olunur.

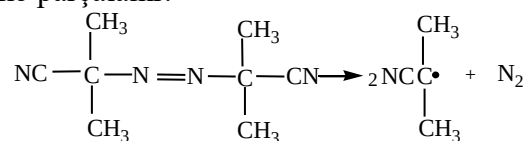
p-ksilolda 50 °C-də C-H əlaqəsində hidrogen atomunun əvəzlənməsi göstərir ki, CH₃-qrupunda yerləşən xlor atomu radikal xlorlaşmada C-H əlaqəsinin reaksiya qabiliyyətini azaldır, əvəzlənmə CH₃ qrupunun özündə getdikdə, C-Cl əlaqəsi əmələ gəldikdə daha çox nəzərə çarpır. Bunu p-ksilolun xlorlaşmasından alınan p-ksilidendixloridin qeyri-simmetrik dixlor törəmələrinin az miqdarının p-ksilidendixloridlərin simmetrik xloridləri ilə müqayisəsindən də aydın görmək olar (şəkil 1).

Ksilolların aromatik nüvələrində metil qruplarının müxtəlif vəziyyətlərdə yerləşməsi onların reaksiya qabiliyyətini müqayisə etmək üçün böyük maraq doğurur. p-ksilolun zəncirdə xlorlaşması 80 °C-də xlorlaşdırıcı agent olaraq SO₂Cl₂, inisiyator porofor, həlledici olaraq CCl₄-dən istifadə etməklə aparılmışdır. Prosesi aşağıdakı sxem üzrə, ardıcıl-paralel reaksiya ilə göstərmək olar.

1 – p-ksilidendixlorid, 2- p-ksilidendixlorid.



İnisiyatorun köməyi ilə reaksiyanın kimyəvi aktivliyi bütünlüklə effektivdir. 2,2'-azobisizobutironitril yaxud benzilperoksid qızdırıldıqda reaksiya kütləsində radikal əmələ gəlməklə parçalanır.



Çox vaxt reaksiya kütləsinə xlorlaşmanı sürətləndirmək və aralıq məhsulun əmələ gəlməsini azaltmaq üçün fosfor-3-xlorid əlavə edirlər. Hesab edirlər ki, bu hadisədə katalitik təsiri fosfor 3 – xloriddən əmələ gələn fosfor 5-xlorid və reaksiya kütləsində xlor göstərir.

Qızdırma zamanı o dissosiasiya edir, atomar xlor əmələ gətirir.



m-ksilolun yan zəncirdə SO_2Cl_2 ilə qrafit elektrodarda elektrokimyəvi xlorlaşması ilk dəfə (tərəfimizdən) aparılmışdır [14].

Əvvəlcə natrium sulfitlə xlorid turşusunun qarşılıqlı təsirindən SO_2 qazı alınmışdır. Sonra xlorid turşusunun elektrolizi ilə alınan Cl_2 -nin SO_2 ilə reaksiyasından xlorlaşma agentı alınmışdır. P-ksilolun inisiator porofor N iştirakında xlorlaşması aparılmışdır. Xlorlaşma reaksiyası yan zəncirdə baş vermişdir, ~ 75% çıxımla p-ksilol-xlorid alınmışdır.

Prosesə təsir edən amillər - HCl -in qatılığı, temperatur, cərəyan sıxlığı, SO_2 və Cl_2 -nin mol münasibətləri öyrənilmişdir. Nəticələr qrafiki olaraq verilmişdir.

Aparılmış təcrübələr göstərmişdir ki, p-ksilolun xlorlaşması ilə alınan ksilolxloridin çıxımına cərəyan sıxlığı temperatur və reaksiyanın mühiti mühüm təsir göstərir.

Aparılan prosesin optimal şəraiti $70-75^{\circ}C$ temperatur, $25-35A/dm^2$ cərəyan sıxlığı, $pH > 7$ olan mühitdir. Alınan məhsulun çıxımı ~ 73% təşkil edir.

p-ksilolun yuxarıda qeyd olunan xlorlaşması kimi toluolun xlorlaşması ilə benzilxloridin alınması da aparılmışdır.

Son onilliklərdə halogenərkibli maddələrin alınması üçün təklif olunmuş halogenləşdirici agentlərdən biri də hipohalogenid turşuları və onların duzlarıdır. Bu birləşmələrin sərbəst halogenlə müqayisədə bir çox üstünlükləri vardır. Belə ki, halogenləşmə zamanı halogen tamamilə halogen törəmələrinin əmələ gəlməsinə sərf olunur, hidrogen halogenidin ayrılması müşahidə olunmur. Bu turşular və onların duzlarının halogenli agent kimi çatışmayan cəhəti isə onların oksidləşdirici xassələrə malik olmaları, duru məhlullarında isə az davamlı olmalarıdır. Odur ki, onların təzə hazırlanmış məhlullarından, əsasən də bu turşuların və onların duzlarının neytral yaxud zəif turşu və qələvi məhlullarından istifadə etmək daha münasibdir.

4-alkilfenolların elektrokimyəvi üsulla xlorlaşması halogenləşdirici agent olaraq $NaOCl$ istifadə etməklə aparılmışdır.

Alınan 4-benzil-2-xlorfenol benzoatın, 4-tsikloheksil-2-xlorfenol isə onun metil efirinin alınması üçün istifadə edilir.

Anilin susuz mühitdə azot-3-xlorid, N,N-dixloretilamin, N, 2,4-trixlorasetanilid və sulfuril xloridlə xlorlaşması aparılmışdır.

Mono-, di- və trixloranilin anilin xlor, qələvi metalların hipoxloritləri və sulfuril xloridlə xlorlaşması nəticəsində alınır. Qeyd olunan maddələrin elektrokimyəvi üsulla alınması aparılmamışdır [15].

Hipohalogenid turşusu və onun duzları ilə halogenləşmə.

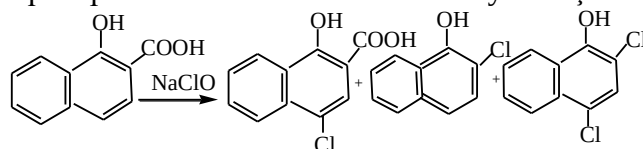
Halogenləşmə agenti kimi hipohalogenid turşusu və onun duzları sərbəst halogenə nisbətən bir sıra üstünlükləri vardır. Hipohalogenit turşusu (duzları) ilə halogenləşmədə hidrogen halogenid ayrılmır, halogen bütövlükdə halogen törəmələrin alınmasına sərf olunur. Hipoxlorit turşusu asan dozirovka olunur, halogenləşmə prosesi kifayət qədər yumşaq baş verir. Ancaq hipoxlorit turşusunun halogenləşmə agenti kimi bir sıra çatışmazlıqları da vardır. Hipoxlorit turşusu oksidləşmə xassəsinə malikdir və çox vaxt halogenləşmə təsirindən başqa, üzvi maddənin molekulunun oksidləşməsi də baş verə bilər. Bunu asan oksidləşən maddələrin xlorlaşmasında nəzərə almaq vacibdir. Hipoxlorit turşusundan istifadə olunmasının çətinliyindən biri də onların durulaşdırılmış məhlullarında az davamlı olmalarıdır. Nəhayət, hipohalogenid turşusu və duzlarının sulu məhlullarından istifadə olunur, su isə əksər üzvi maddələr üçün sərfəli həlledici sayılmır. Bu iş üçün bu turşunun və duzlarının təzə hazırlanmış məhlullarından istifadə etmək sərfəlidir. Adətən,

hipoxlorit turşusunun duzlarından istifadə olunur. Qeyd etmək lazımdır ki, hipoxlorit turşusunun güclü qələvi məhlulları ancaq oksidləşdirici xassə göstərir. Bütünlüklə hipoxloritlə xlorlaşmanı hazır duzun məhlulundan istifadə etməklə deyil, sərbəst halogenlə üzvi maddənin qələvi məhlulunun qarşılıqlı təsirində aparmaq lazımdır.

Fenol, naftollar və oksiantraxionların hipoxloritlə xlorlaşması daha çox istifadə olunan metoddur. D.Tişenko fenolun, krezolların, timolun, β -naftol və digər aromatik oksibirləşmələrin məhlulda, emulsiyada və bərk maddənin soda məhlulunda xlorə təsirinin öyrənilməsini təklif etmişdir [16].

Bu üsulla xlor törəmələrin çıxımı 70-80%-ə çatır. Hipoxloritin və oksibirləşmənin miqdarı münasibətlərindən asılı olaraq, yalnız mono- deyil, dixlorlu törəmələri də almaq olur. Qələvi hipoxloritlərlə fenolun 2,4,6-trixlorfenola kimi xlorlaşdırılmasını aparmaq olur.

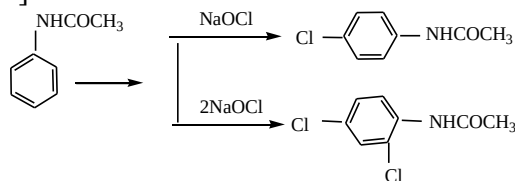
Aromatik oksiturşuların xlorlaşması hərdən karboksil qrupunun parçalanması ilə də müşahidə olunur. Hipoxloritə artıq miqdarda salisil turşusu ilə təsir etdikdə mono və dixloritlərin qarışığı əmələ gəlir və turşunun dekarboksidləşməsi baş verir. Hərdən karboksil qrupunda parçalanma hətta daha yumşaq xlorlaşma şəraitində də baş verə bilər. Məs., natrium hipoxloritin 1-oksinaftoy turşusu ilə qarşılıqlı təsirindən otaq temperaturunda 1-oksi-4-xlornaftoy-2 turşusu alınır [17].



Hipoxloritlərdən benzoy turşusunun xlorlaşmasında da istifadə oluna bilər. Bu halda reaksiyanı daha sərt şəraitdə aparmaq tələb olunur. F.F.Beylşteyn və A.Kulberq göstərmişlər ki, benzoy turşusunun ağardıcı əhəngin şəffaf qatı məhlulu ilə qaynadılmasından mono-, di- və trixlorbenzoy turşusu əmələ gəlir. Müəlliflər bunu xüsusilə 3,5- dixlorbenzoy turşusunun alınması üçün təklif edirlər. Bu və ya digər son məhsulun alınması əsasən qaynama vaxtından və ağardıcı əhəngin miqdarından asılıdır.

Aromatik aminlərdə amin qrupu ilə tutulmamış karbon atomlarındakı hidrogenləri hipoxloritlə xlorlaşmada xlorla əvəz etməklə, xlorlu törəmələrini almaq olur.

Amin qrupları ilə tutulmamış aromatik aminlər hipoxloritlə güclü qarşılıqlı təsirdə olub, oksidləşmə məhsulları, polimer yaxud xloramin əmələ gətirir. Amini asetilləşdirməklə nüvədə xlorlaşdırma aparmaq asan olur. Məs., ağardıcı əhəngin təsirindən asetat turşusu məhlulunda reagentlərin münasibətinə uyğun xlor asetanilid yaxud 2,4-dixlorasetanilid yaxud 2,4 – dixlorasetanilid əmələ gəlir [18].



2-Asetotoluidid də analogi olaraq 4-xlor-2-asetotoluidid və 4,6-dixlor -2-asetotoluidid verir. Natrium hipoxloritdən istifadə etməklə aminqrupu ilə tutulmuş aromatik aminsulfoturşuları da xlorlaşdırmaq olur.

Hetrotsiklik birləşmələrin xlorlaşması üçün hipoxloridlərdən, demək olar ki, istifadə olunmamışdır. Hipoxloritin qələvi məhlulunun pirrola təsirindən pirrol tetraxlorpirrola kimi xlorlaşır və tədricən dixlormalein turşusuna qədər oksidləşir.

Yuxarıda qeyd olunan kimyəvi üsullarla sulfuril xlorid və hipoxloritlə xlorlaşmanın əksəriyyətinin elektrokimyəvi üsulla xlorlaşması aparılmamışdır.

Hal-hazırda tərəfimizdən göstərilən halogenləşmə agentləri ilə həmçinin abqaz hidrogen xloridlə bir sıra aromatik karbohidrogenlər və onların törəmələrinin elektrokimyəvi üsulla xlorlaşması müvəffəqiyyətlə həyata keçirilir. Belə ki, benzol, toluol, etil benzol, ksilollar, kumol, fenol, alkil fenollar, naftollar, alkil naftolların bəzi nümunələrinin elektrokimyəvi üsulla xlorlaşması

həyata keçirilmiş, dienlər, aromatik aminlər, aromatik oksitürşular və digər birləşmələrin xlorlaşması üzrə tədqiqatlar davam etdirilir.

Bundan başqa polimerlərin alınması və xlorlaşdırılması, sulfoxlorlaşdırılması istiqamətində də laboratoriyamızda tədqiqatlar aparılır.

ƏDƏBİYYAT

1. Hətəmov M.M., Şahgəldiyev F.X., Muradov M.M., Abdullayeva M.B. Elektrokimyəvi sistemdə fenolun xlorlaşması / Boloniya təhsil prosesində universitet-sənaye əlaqələrinin müasir problemləri. Beynəlxalq simpozium. Gəncə-2016, s.223-225
2. Muradov M.M., Hətəmov M.M., Hüseynova İ.H., Ağayev Ə.Ə. Elektrokimyəvi üsulla fenolun xlorlaşması / M.Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutunun 80 illik yubleyinə həsr olunmuş respublika elmi konfransı, 15-16 noyabr, Bakı, 2016, s.188-189
3. Федоров Л.А. Диоксины как экологическая опасность: Ретроспектива и перспективы, М.: Наука, 1993, 266 с.
4. Мельников А.А. Новые средства защиты растений, М.: Знание, 1969, 80 с.
5. Hətəmov M.M., Muradov M.M., Bayramov A.A., Abdullayeva M.B. 2,4-Dixlorfenoksisirkə turşusunun elektrokimyəvi üsulla sintezi // Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi, 2017, cild 17, № 1. Sumqayıt, SDU, s. 29-32
6. Патент СССР №187752 (RU 187752), Способ получения п-хлорфенола, Бюллетень №21, 20.X.1966
7. Aghaev A.A., Muradov M.M., Huseynova I.H., Gatamov M.M. Chlorination of o-cresol in the electrochemical system. Norwegian Journal of Development of the International Science, 2017, № 2, V.1, pp.17-21
8. Мурадов М.М., Гусейнова И.Г., Гатамов М.М. Электрохимическое хлорирование м-ксилола в солянокислом растворе // Colloquium-journal Certificate uczestnika czasopisma naukowe, Redaktor naczelny Pawel Nowak 20.02.2018 zeszyt № (13) "Colloquium-journal"
9. Ушакова И.П., Брачина А.А., Миронов А.Ф. Методы галогенирования в тонком органическом синтезе. Уч. Пособие, М., 2005, с.35-38
10. А Авт. Свидетельство №199139, И.Наумов и З.Г.Лаптева, Способ получения мета-хлорфеноле, Оpub. 30 сентября 1949 г.
11. Авт свид. №365351. Б.Я. Либман, В.Ш. Мирзаянов, Е.А. Винников, И.Л.Богатырев и В.И.Носенко. Способ получения моноклорзамещенных алкилфенолов. Заявлено 06.11.1971 (№1619469/23-4), дата опуб. описания 16.V.1973
12. Мурадов М.М., Гусейнова И.Г., Гатамов М.М., Агаев А.А. Хлорирование 2,6-диметилфенола в электрохимической системе // Евразийский союз ученых (ЕСУ) Ежемесячный научный журнал. ч. III, № 8(53), 2018, с.49-52
13. Muradov M.M., Huseynova I.G., Nazarova M.K., Gatamov M.M., Prochokina T.R., Aghayev A.A. Electrochemical method of chlorination 2,4-dimethylphenol // Scientific research of the sco countries: sunergy and integration, Materials of the International Conference, Beijing, China 2019, june14, pp.100-108
14. Мурадов М.М., Гусейнова И.Г., Гатамов М.М. Электрохимическое хлорирование м-ксилола в солянокислом растворе // Colloquium-journal Certificate uczestnika czasopisma naukowe, Redaktor naczelny Pawel Nowak 20.02.2018 zeszyt № (13) "Colloquium-journal"
15. Патент СССР №187752 (RU 187752), Способ получения п-хлорфенола, Бюлл. №21, 20.X.1966
16. Тищенко Д. ЖРХО, 60, 153 (1928)
17. Reissert, Ber, 44, 865 (1911)
18. Chatta Way, Orton, Proc. Chem. Soc., 17, 39 (1920)

РЕЗЮМЕ
ХЛОРИРОВАНИЕ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ
В ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Мурадов М.М.

Ключевые слова: электрохимический метод, хлорорганические вещества, абгаз хлорида водорода, асидофные вещества, электрофильный заместитель.

В представленном обзоре проведен анализ изданий (литература и патент), посвященных процессу хлорирования ароматических углеводородов химическими методами. На основе анализа литературных сведений было выявлено, что некоторые недостатки, возникающие при хлорировании ароматических углеводородов химическими методами, можно устранить электрохимическим путем. В отличие от химического метода, продукт полученной электрохимическим путем обладает относительно высокой степенью чистоты и выходом, а сам процесс проводится на упрощенной электролизной установке и при низкой температуре. При электрохимическом хлорировании образование побочных продуктов в меньшем количестве, а также образование хлорированных агентов, а также образование хлорированных агентов во время процесса обеспечивают экологическую безопасность.

В настоящее время успешно проводится хлорирование электрохимическим методом ряда ароматических углеводородов и их производных с указанными галогенагентами, в том числе с абгазом хлорида водорода. Таким образом, электрохимическим методом проведено хлорирование некоторых образцов бензола, толуола, этилового бензола, ксилолов, кумола, фенола, алкилфенолов, нафтолов, алкилнафтолов, а исследования по хлорированию диенов, ароматических аминов, ароматических оксикислот и других соединений продолжаются.

SUMMARY
CHLORINATION OF AROMATIC HYDROCARBONS IN THE ELECTROCHEMICAL SYSTEM
Muradov M.M.

Key words: electrochemical method, chlorine organic substances, abgas hydrogen chloride, acidol substances, electrophilic substitutes.

The presented review analyses publications (literature and patents) on the chlorination of aromatic hydrocarbons by chemical methods. On the basis of the analysis of the literature data, it was found that some deficiencies in chlorination of aromatic hydrocarbons by chemical methods can be overcome by electrochemical method. Thus, unlike chemical methods, the degree of purity and discharge of electrochemical products is relatively high, and the process is carried out at a simple electrolysis device and at low temperatures. Insufficient amount of intermediate products in electrochemical chlorination, as well as the acquisition of chlorination agents in the process, ensures environmental security.

Electrochemical chlorination of a number of aromatic hydrocarbons and their derivatives is successfully carried out with the currently mentioned halogenation agents, as well as with abgas hydrogen chloride. Thus, chlorination of some samples of benzene, toluene, ethyl benzene, xylenes, phenol, alkyl phenols, naphthols, and alkyl naphthols by electrochemical method was carried out, and studies on chlorination of dienes, aromatic amines, aromatic oxidants and other compounds are in progress.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	21.02.2020
	Son variant	28.05.2020