

UOT 537. 525

**ELEKTRİK BOŞALMALARININ TƏSİRİNƏ MƏRUZ QALAN
BƏZİ QAZ VƏ ÖZLÜ MÜHİTLƏRDƏ BAŞ VERƏN
ELEKTROFİZİKİ VƏ KİMYƏVİ PROSESLƏR****ƏHMƏDOV E.N.***Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyası*

Təqdim olunmuş məqalədə elektrik boşalmalarının təsiri şəraitində bəzi qaz və özlü mühitlərdə baş verən elektrofiziki və kimyəvi proseslər araşdırılmış, onlar arasında ümumi qanunauyğunluqların aşkar edilməsi məqsədilə mexanizmlər müqayisə edilmişdir.

Son illər xassələri yüksəldilmiş yeni maddələrin alınması, mövcud materialların modifikasiya edilməsi və yeni effektiv texnologiyaların işlənilməsi məqsədilə elektrik boşalmalarının təsiri şəraitində müxtəlif növ kimyəvi proseslərin aparılmasına aid çoxsaylı işlər həsr edilmişdir [1, 2].

Məlum olduğu kimi qaz boşalmalarında yaranan yüksək enerjili zərrəciklər: həyəcanlaşmış atom və molekullar, ionlar və cəld elektronlar mühitdə müxtəlif növ elektrofiziki və kimyəvi proseslərin yaranmasına səbəb olur.

Bunlara konkret nümunələr misalında baxaq:

- Qeyri taraz elektrik boşalmalarında ozonun alınması, texnologiyada həyata keçirilmiş ilk proseslərdən biri olmasına baxmayaraq hələ də onun yaranma mexanizmlərində aydın olmayan cəhətlər vardır. Göstərilir ki [3], ozonun sintezi oksigen atomunun molekulu ilə ya üçüncü zərrəciyin iştirakı ilə ya da divarlarda rekombinasiyası nəticəsində baş verir. Həmçinin elektronun zərbəsi nəticəsində neytral oksigen atomunun və ozonun yarandığı da bildirilir. Bir sıra hallarda isə elektronların təsiri nəticəsində həyəcanlaşmış oksigen atom və molekulları hesabına ozonun ayrılması da nəzərə alınır. Burada qeyd edilən mexanizmlərdən hansının daha vacib rol oynadığı göstərilmir, molekulların, həmçinin ozonun rəqsi həyəcanlaşması nəzərə alınmır. Lakin ozonun yaranmasında və parçalanmasında həyəcanlaşmanın əhəmiyyətli rol oynadığı qeyd edilir [3].

- Közərmə boşalmasında karbon oksidinin ayrılması zamanı təmiz şəkildə karbon qazının və divarlarda isə his əmələ gəlməsi müşahidə olunur [4]. Digər mümkün prosesləri nəzərə almadan molekulların elektron zərbəsi ilə birbaşa dissosasiya olunması nəticəsinə gəlirlər [3]. Əksinə, [4] - də belə nəticəyə gəlirlər ki, CO₂ - nin yaranması disproporsiya reaksiyasının hesabına baş verir. Yəni, bir CO₂ molekulu yaranmasına iki CO molekulu sərf olunur. Lakin qeyd edilən mexanizmlərin heç birində konsentrasiyalar nəzərə alınmamışdır. Elektron zərbəsi ilə hidrogenin ayrılma sürətlərinin hesabatdan alınmış nəticələrinin təcrübədən alınmış göstəricilərlə müqayisəsi dissosasiya mexanizmini təsdiq edir [5]. Lakin, hesabat zamanı belə ehtimal olunmuşdur ki, elektronların enerjiyə görə paylanma funksiyası – maksvel funksiyasıdır. Digər tərəfdən, burada ionlar, hidrogenin rəqsi və elektronla həyəcanlaşması nəzərə alınmamışdır, hansı ki, boşalma daxilində rəqsi həyəcanlaşmış molekulların konsentrasiyası olduqca çox ola bilər [6, 7].

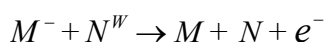
Digər ədəbiyyatda hidrogenin ölçülmüş dissosasiya sürətlərinin hesabat qiymətlərinin müqayisəsindən belə nəticəyə gəlinmişdir ki [8], $p \geq 20 \text{ mm} \cdot \text{civ.} \cdot \text{süt}$ olduqda yüksək tezlikli boşalmada hidrogenin dissosasiyası zamanı başlıca amil əsas vəziyyətdəki rəqs səviyyələrinin mərhələli həyəcanlaşmasıdır. Lakin bu ehtimal olunan mexanizm elə həmin müəlliflər tərəfindən də [3], əsas vəziyyətdə sürətin yüksəlməsinin hidrogen molekulu rəqsi həyəcanlanmasından asılı olmasını göstərməklə, imtina edilmişdir.

Yuxarıda qeyd edilən proseslər sabit cərəyanda aşağı təzyiqlərdə aparılmasına baxmayaraq, elektrofiziki və kimyəvi proseslərin mexanizmləri və kimyəvi çevrilmələr haqqında əldə edilmiş nəticələr müxtəlif növ boşalmaların təsiri şəraitində digər qazlarda baş verə

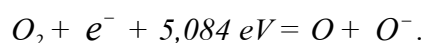
biləcək proseslərin mexanizmlər barəsində də müəyyən nəticələrin çıxarılmasına imkan verir.

Məlum olduğu kimi, qaz molekulları ilə elektronların toqquşması zamanı ionlaşma ehtimalı elektronun enerjisinin artması ilə çoxalır. Elektronların enerjisi isə elektrik sahə gərginliyindən (E) və təzyiqdən (p) asılı olur. Qazın təzyiqi artdıqca isə elektronun sərbəst qaçış məsafəsinin azalması hesabına onların enerjisi də aşağı düşür və əksinə.

Əgər elektron nisbətən aşağı enerjiyə malikdirsə, onun molekul tərəfindən şüalanma baş vermədən tutularaq mənfi ion yaratması ehtimalı artır (xüsusən ikiatomlu qazlarda). Bu vaxt enerji molekulun rəqs sistemi tərəfindən udulur. Həmin alınmış əlavə rəqs enerjisi toqquşma zamanı digər molekula ötürülür və elektron ilkin molekul ilə birləşmə əmələ gətirərək mənfi ion yaradır. Oksigen üçün bu enerji 1 eV – a bərabərdir [9]. Göstərilən proses $0 \leq E/p \leq 16 \text{ V/sm} \cdot \text{mm} \cdot \text{civ.süt}$ hədlərində elektronların orta enerjisi $0 - 2 \text{ eV}$ olduqda baş verə bilər. Əksinə, əgər toqquşma zamanı ion M^- , elektronun birləşməsi zamanı ayrılan enerjiyə bərabər enerjini N^W molekulların həyəcanlaşmış rəqs sistemindən alarsa, onda həmin ion tərəfindən elektronun itirilməsi ehtimalı yaranır:



Daha güclü elektrik sahələrində ($E/p > 20 \text{ V/sm} \cdot \text{mm} \cdot \text{civ.süt}$) mənfi işarəli ionların yaranmasının digər mexanizmi də mümkündür [9, 10]. Əgər elektronun enerjisi molekulun disosiasiya enerjisindən çox olarsa toqquşma nəticəsində molekul parçalana bilər. Məsələn, oksigen üçün bu proses aşağıdakı kimi baş verə bilər:



Qaz boşalmalarında yaranan effektlərdən istifadə etməklə son zamanlar müxtəlif növ üzvi birləşmələrin polimerləşmə proseslərinə də tətbiq edilməyə başlanmış və yüksək ərimə temperaturuna malik termostabil polimer plyonkalar əldə edilmişdir [10].

İlk dəfə olaraq bizim tərəfimizdən güclü elektrik sahəsinin və arakəsməli elektrik boşalmasının təsiri şəraitində polietilenin (aşağı sıxlıqlı xətti polietilenlə (ASXP) nitril-akril turşusunun (NAK)) calaq sopolimerin sintezi prosesi həyata keçirilmişdir [11]. Sintez prosesi daxilində yüksək gərginlikli elektrod yerləşdirilmiş və xarici səthi torpaqlanmış metal folqa ilə əhatə edilmiş şüşə reaktorda aparılmışdır. Sistemə tətbiq edilən elektrik təsirləri müxtəlif rejimlərdə (sintez prosesinin birbaşa gedişi prosesinə və reaksiyada iştirak edən reagentlərin qabaqcadan işlənilməsi) kəskin və zəif qeyri bircinsli elektrik sahələrində verilmişdir. Calaq sopolimerləşmə prosesi aşağıdakı şəraitdə aralınmışdır:

- kəskin qeyri bircinsli elektrik sahəsində $U_{kqs} = (11-15) \text{ kV}$;
- zəif qeyri bircinsli elektrik sahəsində $U_{zqs} = (17-21) \text{ kV}$;
- reaksiyanın temperaturu $(323 - 353) \text{ K}$;
- polimerin konsentrasiyası $(3 - 7) \% \text{ kütlə}$;
- monomerin konsentrasiyası $(0,21 - 0,77) \% \text{ kütlə}$.

Alınmış son məhsulun fiziki-kimyəvi analizlərinin nəticələri əsasında tərkibdə onun keyfiyyətini aşağı sala bilən və kənar məhsul hesab edilən homopolimerin yaranmadığı aşkar edilmişdir [12]. Kəskin qeyri bircinsli elektrik sahəsində calaq sopolimerin çıxışı (85-90)%, zəif qeyri bircinsli elektrik sahəsində isə (90-95)% olmuşdur. Bu onunla izah edilə bilər ki, birinci halda daxili və xarici elektrodların elektrik sahə gərginlikləri bir-birindən kəskin şəkildə fərqlənirlər ($E_{kqs.d} = 100 \text{ kV/sm}$, $E_{kqs.x} = 1,6 \text{ kV/sm}$). İkinci halda isə xarici və daxili elektrodların elektrik sahə gərginlikləri bir - birindən çox az fərqlənirlər ($E_{kqs.d} = 25 \text{ kV/sm}$, $E_{kqs.x} = 16,6 \text{ kV/sm}$).

Qiymətləndirmələr göstərmişdir ki, zəif qeyri bircinsli elektrik sahəsində elektrodlar aralığında minimal elektrik sahə gərginliyi $16,6 \text{ kV/sm}$, kəskin qeyri bircinsli elektrik sahəsində daxili elektrodun səthində çox kiçik bir məsafədə daha doğrusu $x = 1,3 \text{ mm}$ – məsafəsində müşahidə edilir. Bu o deməkdir ki, kəskin qeyri bircinsli elektrik sahəsində sahə gərgin-

inliyi $16,6 \text{ kV/sm}$ olan elektrik sahəsi çox kiçik bir aralıqda – daxili elektrodun səthi yaxınlığındakı həcmə təsir edir. Aralığın böyük bir həssəsində isə sahə gərginliyinin qiyməti zəif olur. Lakin zəif qeyri bircinsli elektrik sahəsində isə molekulların həyəcanlaşması və ionlaşması elektrodlar arası bütün həcmdə baş verir. Ona görə də belə sahədə calaq prosesi daha effektiv gedir.

Məlum olduğu kimi hər bir fiziki-kimyəvi prosesin baş verməsi üçün burada olan hissəciklərin aktivləşdirilməsi tələb olunur. Tədqiqatlar göstərmişdir ki, elektrik təsir şəraiti sintez prosesinin gedişinə müəyyən təsir göstərir. Həqiqətən də kəskin qeyri bircinsli elektrik sahəsində «məftil-silindr» sistemində gərginliyin 11 kV qiymətinə qədər və zəif qeyri bircinsli elektrik sahəsində «silindr-silindr» sistemində isə gərginliyin 17 kV qiymətinə qədər (bu qiymətlər uyğun konfigurasiyalarda başlanğıc qiymətlərinə uyğundur) calaq prosesinin kəsməsi müşahidə edilməmişdir.

Hesablamalar göstərmişdir ki [12], kəskin qeyri bircinsli elektrik sahəsində $U_{kqs} = 11 \text{ kV}$ olduqda ($E/p = 0,6 \text{ V/sm}\cdot\text{Pa}$) elektrodun səthi yaxınlığında elektronun mümkün maksimal enerjisi isə $W \approx 4,5 \text{ eV}$ olur. Lakin elektrodun səthindən çox kiçik məsafələrdə isə elektronun enerjisi kəskin şəkildə aşağı düşür. Ona görə də belə nəticəyə gəlmək olar ki, məhz bu səbəbdən də həmin enerji C – H - rabitəsinin (rabitə enerjisi $3,4 \text{ eV}\cdot\text{dur}$) qırılmasına və, beləliklə də, reaksiyanın getməsinə kifayət etmir.

Zəif qeyri bircinsli elektrik sahəsində $U_{kqs} = 17 \text{ kV}$ olduqda ($E/p = 0,41 \text{ V/sm}\cdot\text{Pa}$) elektronun enerjisi $W \approx 3,5 \text{ eV}$ olur ki, bu da C – H - rabitəsinin intensiv şəkildə qırılmasına kifayət etmir.

Sintez prosesinin kəskin qeyri bircinsli elektrik sahəsində $U_{kqs} \geq 11 \text{ kV}$, zəif qeyri bircinsli elektrik sahəsində isə $U_{kqs} \geq 17 \text{ kV}$ olduqda, yəni artıq elektrodlararası mühitdə boşalmanın intensiv şəkildə inkişaf etdiyi şəraitdə müşahidə edilmişdir. Təxmini hesablamalar göstərmişdir ki, bu zaman elektronların orta kinetik enerjisi $\sim 20 \text{ eV}$ -a qədər olur. Belə enerji doğrudan da, C – H - rabitəsinin qırılmasına və heç bir kimyəvi inisiator iştirak etmədən sintez prosesinin getməsinə kifayət edir.

Göründüyü kimi, elektrik qaz boşalmasının təsiri şəraitində calaq prosesi radikal mexanizm üzrə gedir və radikal sopolimerləşmə zamanı sərbəst radikallar aktiv mərkəz rolunu oynayırlar.

Kimyəvi proseslərdə əhəmiyyətli fiziki və kimyəvi təsir üsulları ilə kimyəvi inisiatorlarının iştirakı olmadan aktiv mərkəzlər yaradılaraq, radikal sopolimerləşmə üzrə ASXP-ə NAT-nun calaq edilməsi prosesinin aparılması praktiki olaraq mümkün deyil.

Beləliklə, güclü elektrik sahəsinin və qaz boşalmasının kompleks təsirləri nəticəsində zəif rabitəli hidrogen atomu qırılaraq polietilenin makroradikalı əmələ gəlir. Cütləşməmiş elektronlar hesabına həmin makroradikallar NAT monomeri ilə çox asanlıqla birləşmə əmələ gətirərək calaq sopolimerini yaradırlar.

Bu vaxt calaq olunma reaksiyasının sürəti NAT monomerinin homopolimer yarada biləcək sürətindən xeyli böyük olduğu üçün son məhsulun tərkibində homopolimer yaranmır.

Təqdim olunan yeni üsulun köməyi ilə iqtisadi cəhətdən səmərəli, ekoloji cəhətdən təmiz, elektrofiziki, mexaniki və kimyəvi xassələri üstün olan materialın əldə edilməsi mümkün olmuşdur.

Yuxarıda göstərilən elektrik boşalmasının təsiri ilə müxtəlif mühitlərdə baş verən proseslərin fiziki-kimyəvi mexanizmlərinin analizindən aşağıdakı nəticəyə gəlmək mümkündür:

Elektrik boşalmalarının təsiri nəticəsində qaz və özlü mühitlərində baş verən proseslərin elektrofiziki və kimyəvi mexanizmləri həmin mühitin xassələrindən: maddələrin həyəcanlaşma, rabitə (dissosasiya), ionlaşma enerjilərindən, yüklü zərrəciklərin konsentrasiyasından və E/p nisbətindən asılıdır.

2. *Плазмохимические реакции и процессы*. Под. ред. Л.С.Полака. М.: Наука, 1977. 316 с.
3. *Механизмы химических реакций в неравновесной плазме* – М.: Наука. 1980. 380 с.
4. *Комаров В.Н., Волченко В.И., Егоров Н.П.* и др. –ЖТФ, 1976, Т.14, с.2541-2550.
5. *Khare S.P.* – *Phys. Rev.*, 1966, vol. 149, p.33-37; 1967, vol.157, p.107-112.
6. *Nelson L.Y., Saunder A.W., Jr., Haruey A.B.* et ol. *O. Chem. Phys.*, 1971. Vol. 55, p. 5127-5128.
7. *Shaub W.M., Nibler J.W., Jr., Haruey A.B.*- *J.Chem. Phys.*, 1977. Vol. 67, p.1883-1886.
8. *Capitelli M., Dilonardo M.* - *J.Chem. Phys.*, 1977, vol. 20, p.417-429.
9. *Техника высоких напряжений*. Под. ред. М.В.Костенко, М., Высш. Школа, 1973, 528с.
10. *Ясуда Х.* Полимеризация в плазме, перевод с английского языка, М., Мир, Наука, 1980, 215 с.
11. *Ахмедов Э.Н.* Интенсификация некоторых химических реакций воздействием электрических полей и разрядов. Проблемы энергетики, Баку, Элм, 2000, №4, с. 118-123.
12. *Мехтизаде Р.Н., Ахмедов Э.Н.* Физико- химические механизмы получения привитого сополимера с применением электроразрядных воздействий. Проблемы энергетики, Баку, Элм, 2001, №4, с. 93-96.

**ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ,
ПРОИСХОДЯЩИЕ В НЕКОТОРЫХ СРЕДАХ, ПОДВЕРГАЮЩИХСЯ
ВОЗДЕЙСТВИЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАЗРЯДОВ**

АХМЕДОВ Э.Н.

В статье исследованы электрофизические и химические процессы, происходящие в некоторых газообразных и вязких средах, подвергающихся воздействию электрических разрядов, и были сравнены механизмы с целью нахождения общих закономерностей между этими процессами.

**ELECTROPHYSICAL AND CHEMICAL PROCESS TAKING PLACE IN THE
SOME MEDIUMS SUBJECTED BY EFFECT OF ELECTRIC DISCHARGES**

AKHMEDOV E.N.

In this article the electrophysical and chemical process existent in some gaseous and viscosity environments subjected by electrical discharge effect are investigated. The comparison of mechanisms for the find the general conformity to natural laws between the processes is carried out.