



AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA ELMİN İNKİŞAFI FONDU

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında
Elmin İnkişafı Fondunun 2015-ci ilin əsas qrant müsabiqəsi
çərçivəsində təqdim olunmuş kompleks elmi-tədqiqat
proqramlarının (EIF-KETPL-2015-1(25)) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə

YEKUN ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: Atmosfer azotun pilot qurğuda hidrogen peroksidlə azot-1 oksidinə koherent-sinxronlaşdırılmış fiksasiyası

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: Əli-zadə Nəhməd İslam oğlu

Qrantın məbləği: 200 000 manat

Layihənin nömrəsi: EIF-KETPL-2-2015-1(25)-56/18/4-M-13

Müqavilənin imzalanma tarixi: 11 yanvar 2017-ci il

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: 24 ay

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): 01 fevral 2017-ci il – 01 fevral 2019-cu il

Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır

Diqqət! Uyğun məlumat olmadığı təqdirdə müvafiq bölmə boş buraxılır

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

1 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə yerinə yetirilmiş işlər, istifadə olunmuş üsul və yanaşmalar

Pilot qurğunun quraşdırılması istiqamətində işlərin görülməsi.

Atmosfer azotunun hidrogen peroksidlə koherent-sinxronlaşdırılmış oksidləşdirici fiksasiyası laboratoriyaya qurğularından fərqli, iri miqyaslı pilot qurğuda yerinə yetirilmişdir.

Layihə müddətinin (01.02.2017 - 01.02.2019) ilk günündən başlayaraq pilot qurğunun qaydaya salınması, analiz metodlarının işlənilməsi və hazırlanması və təcrübələrin aparılması üzrə geniş tədqiqat işləri yerinə yetirilmişdir:

1) Daxili divarı H_2O_2 -ə qarşı davamlı materialla işlənmiş, temperatur rejiminin tənzimlənməsini təmin edən termocüt bloku quraşdırılmış 4 litr həcmində metal reaktora maye reagentin seksiyalarla verilməsi üçün pilot qurğu pnevmatik sistemlə təchiz edilmişdir. Kompressor vasitəsilə işləyən bu pnevmatik sistemlə H_2O_2 məhlullarının seksiya üzrə reaktora verilmə sürətləri tənzimlənir. H_2O_2 -in 0,1÷1.5 l/saat verilmə sürətləri müəyyən edilmişdir.

Azot qazı qaz balonundan reduktor vasitəsilə verilərək reometrə 5-30 l/saat sərfində reaktora

daxil edilir. Alınan maddələrin soyudulması, qaz və maye hissələrə ayrılması üçün uzunluğu 140 sm, diametri 23 sm olan istidəyişdirici (soyuducu) aparat təmir olunub və quraşdırılıb.

Soyuducu, plastik boru vasitəsi ilə əsas su xəttinə qoşulmuş, əlavə olaraq soyuducunun müntəzəm və effektiv işləməsi üçün xüsusi termostat qoyulmuşdur.

Təmiri və yığılması işləri başa çatdırılmış pilot qurğuda sınaq təcrübələri, ardınca prosesin eksperimental tədqiqi aparılmışdır.

İlk təcrübələr H_2O_2 -in reaktorun ancaq bir seksiyasına (yuxarıdan birinci) verilməklə $t=600^{\circ}C$, N_2 qazı və 30%-li H_2O_2 -in $V_{N_2}=14$ l/saat və $V_{H_2O_2}=300$ ml/saat verilmə sürətlərində aparılır.

Prosesdə istifadə olunan və alına biləcək məhsulların kimyəvi analiz metodlarının seçilməsi.

İlk növbədə, reaktora $150-200^{\circ}C$ -ə qədər qızdırılıb 300 ml/saat həcmi sürətlə $600^{\circ}C$ temperaturu reaktora verilən 30%-li H_2O_2 -in çıxışda alınan suyun tərkibində olub-olmaması yoxlanılıb. Aparılan kimyəvi-analitik üsullarla H_2O_2 -in heç bir qalığının qalmadığı, yəni tam parçalandığı müəyyən edilir. Bu da, reaksiya zamanı alınan maye məhsulun tərkibindəki azot turşularının titrlənmə metodu ilə keyfiyyət və kəmiyyətə düzgün təyini üçün vacib məsələlərdən biridir.

Bunun üçün 2 cür analitik üsuldən istifadə olunub:

1) Kalium permanqanat ($KMnO_4$) üsulu:

Üsul $2KMnO_4+5H_2O_2+3H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4+2MnSO_4+8H_2O+O_2$ reaksiyasına əsaslanır.

Bu üsulla 1-6%-li məhlulda H_2O_2 həm keyfiyyət, həm də kəmiyyətə təyin olunur:

0,1n $KMnO_4$ məhlulu hazırlanır; 100ml 0,1n məhlul hazırlamaq üçün 0,316q $KMnO_4$ 100ml suda həll edilir. Reaktordan çıxan məhluldan 0,6-0,8q götürüb H_2SO_4 turşusu ilə turşulaşdırılır və hazırlanmış $KMnO_4$ məhlulu ilə titrlənir. H_2O_2 -in mövcudluğu $KMnO_4$ məhlulunun rəngsizləşməsi və O_2 qazının çıxması ilə təyin olunur, miqdarı isə titrə sərf olunan $KMnO_4$ məhlulunun həcmi ilə hesablanır:

$$H_2O_2(\text{küt. \%}) = \frac{34.0 (V_{KMnO_4}, \text{ ml})(n_{KMnO_4})}{\text{nümunənin çəkisi, q}} \%$$

Əgər nümunə $KMnO_4$ məhlulu ilə rənglənirsə, deməli, suda H_2O_2 qalmayıb.

2) Yodometik üsul (Kinqset üsulu).

Bu üsul da zəif H_2O_2 məhlullarının təyini üçün tətbiq olunur və

$H_2O_2 + 2KJ + H_2SO_4 \rightarrow J_2 + K_2SO_4 + 2H_2O$ reaksiyasına əsaslanır.

Analiz aşağıdakı qaydada aparılır:

50 ml 1%-li KJ məhlulu götürülür, üzərinə cüzi miqdar ammonium molibdat (katalizator kimi) əlavə edilir və 1 ml H_2SO_4 turşusu ilə turşulaşdırılır. Üzərinə H_2O_2 -in 1-3%-li sulu məhlulu əlavə edilir. Bu zaman alınan sarımtıl rəng, məhlulda H_2O_2 olduğunu göstərir. Yüksək qatılıqlı H_2O_2 ilə tünd rəngli çöküntü əmələ gəlir.

Bu üsuldən məhlulda $H_2N_2O_2$ turşusunu təyin etmək üçün də istifadə etmək olar. 1%-li KJ məhluluna $H_2N_2O_2$ və ya digər azot turşusu olan məhlulu əlavə etdikdə də tünd rəng alınır və 5

dəqiqədən sonra tünd rəngli çöküntü (yod kristalları) əmələ gəlir.

Deməli, maye məhsulun tərkibində $H_2N_2O_2$ və ya azot turşularının olmasını bu metoddla ayırmaq və ya təyin etmək mümkün deyil.

$H_2N_2O_2$ turşusu üçün xarakterik olan $H_2N_2O_2 + AgNO_3 = AgN_2O_2 \downarrow + HNO_3$ reaksiya ilə onun maye məhsulda vəsfi təyini mümkündür. Tərkibində $H_2N_2O_2$ turşusu olan maye məhsula $AgNO_3$ məhlulu əlavə etdikdə açıq sarımtıl çöküntü əmələ gəlir.

Ədəbiyyatdan məlumdur ki, $H_2N_2O_2$ və HNO_2 məhluluna $KMnO_4$ əlavə etdikdə nitrat turşusu əmələ gəlir:

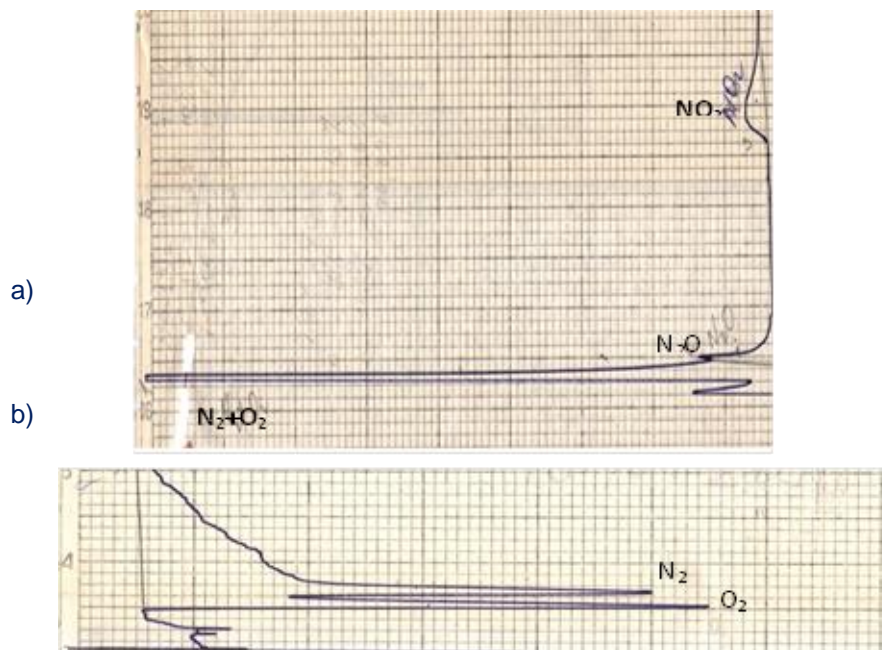


Reaksiyadan görüldüyü kimi H_2O_2 -dən fərqli olaraq azot turşularının $KMnO_4$ ilə qarşılıqlı təsiri nəticəsində $KMnO_4$ məhlulunun ancaq rəngsizləşməsi baş verir, O_2 qazının alınması müşahidə olunmur.

Bu səbəbdən, reaksiyada alınan maye məhsulun tərkibindəki azot turşularını həm kəmiyyət, həm də keyfiyyətə ($KMnO_4$) kalium permanqanat üsulu ilə təyin etmək daha məqsədəuyğundur.

Bundan başqa maye məhsulun İQ-spektrskopiya üsulu ilə də analizi aparılıb.

Reaksiyaya daxil olan və çıxan qaz məhsulların analizi LXM-80 markalı qaz-maye xromatoqrafında aparılır. Qazların tam dəqiq analizi üçün 2 paralel birləşdirilmiş NaX (13X) və Paropak-Q daşıyıcısı olan kalonkalardan istifadə olunub. Birinci kalonkada azot-oksidləri N_2+O_2 qarışığından ayrılır, ikinci kalonkada isə N_2 və O_2 qazları bir-birindən ayrılır və bununla qaz məhsulun tam tərkibi təyin olunur.

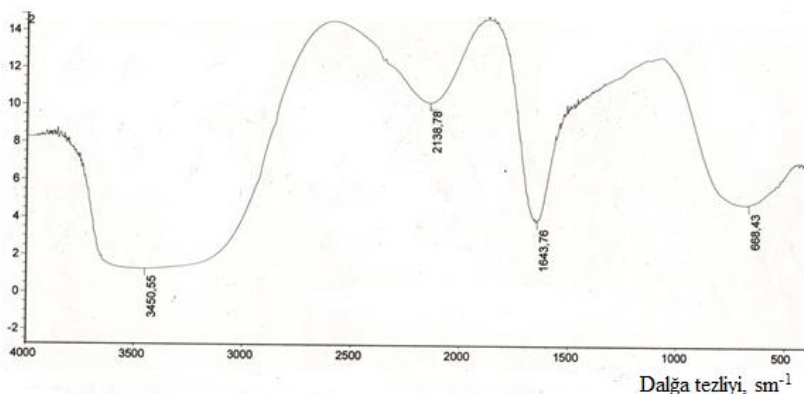


Şek. 1. Reaksiyadan alınan qazın analizi.

Maye reaksiya məhsulunda HNO_3 turşusunun olması mayeni qızdırarkən NO_2 qazının

ayrılması ilə təsdiqlənir. Təmiz HNO_3 turşusunu qızdırarkən NO_2 qazı və onun xromatoqrafik analizi zamanı alınan pik, mayedən alınan qazın və reaksiyadan alınan qaz məhsulun xromatoqrafik analizində alınan NO_2 -in piki ilə üst-üstə düşür (şək. 1).

Reaksiyadan alınan maye məhsulun İQ-spektral analizi onun tərkibində azot turşularının olduğunu göstərir. 2138,78 dalğa tezliyi zonasında N-oksidləri qeyd olunur (şək.2).



Şək. 2. Maye məhsulun İQ-spektroskopik analizi.

N_2O alınması prosesinin kinetik qanuna-uyğunluqlarının tədqiqi.

Atmosfer azotunun hidrogen peroksidlə koherent-sinxronlaşdırılmış oksidləşdirici fiksasiyasının kinetik uyğunluqlarının pilot qurğuda tədqiqi prosesin əsas parametrlərinin geniş intervalında yerinə yetirilmişdir.

Qeyd etdiyimiz kimi, oksidləşdirici kimi istifadə olunan H_2O_2 -in sulu məhlulu reaktora hündürlüyü boyu təchiz olunmuş 6 seksiya üzrə daxil edilə bilər [1]. Oksidləşdiricinin belə bir prinsiplə reaktora verilmə metodunun prosesin gedişində rolunu öyrənmək məqsədilə ilk təcrübələr hidrogen peroksidin sulu məhlulunu reaktordan kənar qızdıraraq reaktorun yuxarı hissəsindən birinci seksiyaya verməklə aparılmışdır.

Temperaturu $t = 600\text{ C}$, hidrogen peroksidin verilmə sürətini $V_{\text{H}_2\text{O}_2} = 300\text{ ml/saat}$ və onun sulu məhlulda qatılığını $C_{\text{H}_2\text{O}_2} = 30\text{ küt.\%}$ sabit saxlayıb, azotun reaktora verilmə sürətini dəyişməklə aparılan təcrübələrin nəticələri göstərir ki, molekulyar azotun maksimal konversiyası (24,35%) azot qazının 14 l/saat verilmə sürətində əldə edilmişdir. Bu zaman 11,7% N_2O , 11,3% NO_2 qazları və o cümlədən reaktordan çıxan suyun tərkibində 1,35% azot turşuları təyin olunmuşdur (Cədvəl 1, təcrübə 4).

Hidrogen peroksidin reaktorun birinci seksiyasına verilmə sürətinin dəyişilməsinin, prosesinin digər parametrlərini sabit saxlamaqla, reaksiyanın gedişinə təsirini öyrənmək məqsədilə aparılan təcrübələrin nəticələri (Cədvəl 1, təcrübə 4) göstərir ki, maksimal nəticələrin alınması üçün $V_{\text{H}_2\text{O}_2} = 300\text{ ml/saat}$ verilmə sürəti daha optimaldır.

Həmçinin, aparılan tədqiqatlardan müəyyən edilmişdir ki, prosesin temperaturunun $t = 600^\circ\text{C}$ -dən yuxarı və aşağı intervallarında dəyişilməsi müsbət nəticələr verməmişdir və birinci seksiya üçün $t=600^\circ\text{C}$ optimal temperatur olaraq saxlanılmışdır.

Hidrogen peroksidin sulu məhlulunun qatılığından asılı olaraq aparılan tədqiqatlarda 30%-li hidrogen peroksidin istifadəsi daha effektiv nəticələr verir. Bu səbəbdən də, bütün təcrübələrdə 30%-li hidrogen peroksidin istifadəsi əsas yer tutur.

Cədvəl 1.

№	t, °C	V _{N2} l/saat	V _{H2O2} ml/saat	C _{H2O2} %	Alınan qazın xromatoqrafik analizi, %				N ₂ -a görə çıxım, %			Konv.N ₂ , %
					N ₂	O ₂	N ₂ O	NO ₂	N ₂ O	NO ₂	Azot turşuları	
1	600	16	350	30	42,6	44,3	6,6	6,5	6,6	3,2	1,1	10,9
2	600	14	380	30	44,0	44,0	11,0	-	12,2	-	2,53	14,73
3	600	14	300	30	39,4	43,5	9,9	7,2	11,29	4,12	0,9	16,31
4	600	14	300	30	33,46	37,43	10,0	19,1	11,7	11,3	1,35	24,35
5	600	14	300	25	48,08	36,12	10,68	5,1	14,88	2,56	0,79	17,52
6	---	---	---	25	39,76	47,24	7,59	5,34	---	---	0,89	17,62
7	600	14	300	20	33,9	55,3	5,7	5,1	5,76	2,56	0,26	8,58
8	600	14	200	30	53,2	39,8	7,0	-	8,12	-	1,15	9,27
9	600	14	250	30	42,6	48,4	9,0	-	8,99	-	0,36	9,35
10	600	12	300	30	43,9	39,94	11,54	4,62	11,6	1,4	2,03	15,92
11	570	14	300	30	41,9	42,9	8,3	6,9	8,3	3,52	0,38	12,2
12	600	10	300	30	48,51	49,69	1,8	-	2,25	-	0,76	3,01
13	600	12	250	30	49,79	37,52	5,91	6,76	7,04	3,9	6,55	17,49

Cədvəl 2.

№	t, °C	V _{N2} l/saat	V _{H2O2} ml/saat	C _{H2O2} %	Alınan qazın xromatoqrafik analizi, %				N ₂ -a görə çıxım, %			KonvN ₂ , %
					N ₂	O ₂	N ₂ O	NO ₂	N ₂ O	NO ₂	Azot turşuları	
1	580	12	I 300 III 200	30	92		6,0	2,0	10,48	1,9	2,0	14,35
2	580	12	I 300 III 100	30	45,7	42,1	7,8	4,4	9,02	2,54	6,02	17,6
3	580	10	I 300 III 100	30	47,3	39,0	12,8	0,9	17,7	0,63	3,43	21,8
4	584	12	I 300 III 100	30	36,9	54,8	6,7	2,1	8,2	1,3	22,22	31,72
5	585	12	I 300 III 100	30	40,14	53,86	12,5	1,0	17,16	0,68	6,5	24,34
6	580	12	I 300 III 80	30	84,6		12,8	2,6	12,8	1,3	18,54	32,64
7	580	12	I 300 III 80 IV 60	30	91,5		8,5	-	8,48	-	56,23	64,7
8	584	9	I 300 III 80	30	94,26		5,73	-	5,72	-	48,29	54,01

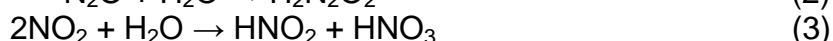
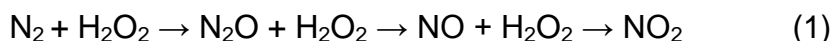
Sonrakı təcrübələr reaktorun birinci seksiyasından istifadə zamanı azotun maksimum çevrilmə dərəcəsi üçün təyin olunmuş optimal şəraitdə hidrogen peroksidin reaktora iki (I və III) seksiya ilə verilməsi ilə aparılmışdır. 30%-li H₂O₂-in birinci seksiya ilə birlikdə üçüncü seksiya ilə də verilməsi molekulyar azotun fiksasiya dərəcəsinin artmasına və eyni zamanda suda həll olmuş azot turşularının miqdarının tədricən artmasına səbəb olur (cədvəl 2, təcrübə 4).

H₂O₂-in üç seksiya ilə eyni zamanda verilməsi konversiyanın daha da artmasına səbəb olur. Qaz halında alınan azot oksidlərinin isə miqdarı azalır. Bu, onunla izah oluna bilər ki, reaktorun yuxarı hissəsində birinci seksiyada alınan azot oksidləri ondan aşağıda III və IV seksiyalarda reaktora verilən H₂O₂-lə NO₂ oksidinə oksidləşir və NO₂ qazı əlavə daxil olan suda demək olar ki, tam həll olur (təcrübə 7).

Molekulyar azotun hidrogen peroksidlə oksidləşdirici fiksasiyası prosesinin sərbəst-radikal mexanizmi və kinetik modeli.

Eksperimental tədqiqatlardan məlumdur ki, molekulyar azotun hidrogen peroksidlə oksidləşdirici fiksasiyasında qaz məhsulların tərkibində azot-1 oksidlə yanaşı azot-4 oksidin alınması müşahidə olunmuşdur. Reaktordan çıxan maye məhsulların tərkibində həll olunmuş $\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2$ və HNO_2 turşuları keyfiyyətcə, göstərildiyi kimi, AgNO_3 məhlulu ilə sarımtıl rəngdə $\text{Ag}_2\text{N}_2\text{O}_2$ və AgNO_2 duzlarının çöküntü şəklində ayrılması yolu ilə, HNO_3 turşusu isə Cu metalı ilə təyin edilmişdir. İQ- və UF- spektroskopiya üsulları ilə də maye məhsulda $\text{N}_2\text{O}_2^{-2}$, NO_2^{-1} və NO_3^{-1} ionlarının mövcudluğu müəyyən edilmişdir.

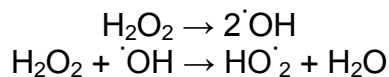
Deməli, reaksiya zonasında hidrogen peroksidin iştirakı ilə $580\text{-}600^\circ\text{C}$ temperaturda molekulyar azotun fiksasiyası nəticəsində qaz fazasında azot oksidlərinin alınması və sonradan azot turşularına çevrilməsi aşağıdakı ardıcılıqla baş verir.



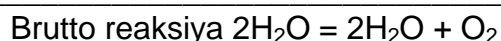
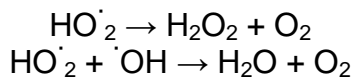
İlk dəfə olaraq laboratoriya şəraitində kiçik laboratoriya qurğusunda çox sadə üsulla azotun katalizatorsuz hidrogen peroksidlə azot 1-oksidinə oksidləşdirici fiksasiyası 1973-cü ildə aparılmışdır [2]. Müəlliflər tərəfindən ilk dəfə molekulyar azotla hidrogen peroksidin qarşılıqlı təsiri nəticəsində azot 1-oksidin alınması reaksiyasının mümkünlüyü göstərilmişdir:



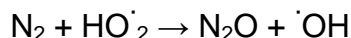
Bu reaksiyanın sərbəst-radikallı mexanizmi hidrogen peroksidin induksiyaedici təsir xüsusiyyətinə əsaslanmış karbohidrogenlərin hidrogen peroksidlə oksidləşməsi və ya oksidləşdirici dehidrogenləşdirilməsi reaksiyalarının mexanizmləri və kinetikalarının tədqiqatları əsas tutularaq öyrənilmişdir [3]. Məlumdur ki, hidrogen peroksidin iştirakı ilə gedən oksidləşmə reaksiyaları koherent-sinxronlaşdırılmış reaksiyalar mexanizmi üzrə baş verməsi uzun müddətli tədqiqatlar nəticəsində təsdiq edilmiş və şərh olunmuşdur [4]. Bu nöqtəyi nəzərdən, molekulyar azotun H_2O_2 -lə ilk anda azot-1 oksidinə oksidləşməsi koherent-sinxronlaşdırılmış oksidləşmə reaksiyaları baxımından sistemdə bir-biri ilə qarşılıqlı təsir və əlaqədə olan iki reaksiya üzrə baş verir: 1) İlkin reaksiya olan H_2O_2 -in parçalanaraq sistemə aktiv $\cdot\text{OH}$ və $\text{HO}_2\cdot$ radikalların generə olunması; 2) molekulyar azotun aktiv radikalların təsiri ilə oksidləşməsi. Bu iki reaksiya arasındakı əlaqə və qarşılıqlı təsir H_2O_2 -in ilkin reaksiya üzrə parçalanması nəticəsində sistemdə olan $\cdot\text{OH}$ və $\text{HO}_2\cdot$ aktiv radikallar vasitəsilə yaranır:



İkinci elementin (N_2) olmadığı və ya zəif olduğu şəraitdə alınan aktiv radikalların bir-biri ilə qarşılıqlı təsiri nəticəsində ilkin reaksiyanın başa çatması və molekulyar oksigenin əmələ gəlməsinə gətirib çıxarır:

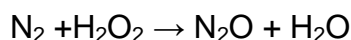
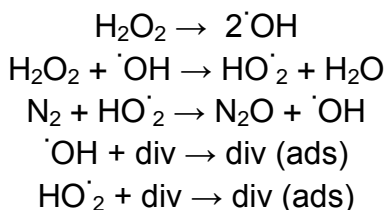


Sistemdə molekulyar azotun olması, onun üstünlük təşkil edən ($\text{HO}_2^\cdot/\text{OH}^\cdot \approx 10^3-10^5$) HO_2^\cdot radikalları ilə qarşılıqlı təsirinə və aşağıdakı reaksiya üzrə N_2O oksidinin əmələ gəlməsinə səbəb olur:



Oksigenin azota birləşməsi azot atomunda bölünməmiş elektron cütlərinin olması ilə bağlıdır və yüksək temperatur şəraitində bu elektron cütlərinin yüksək energetik səviyyədə olması ilə izah olunur, azot atomları arasında olan $\text{N}\equiv\text{N}$ rabitəsinin qırılması nəticəsində baş vermir.

Deməli, yuxarıda göstərilən (4) reaksiyası göstərilən elementar mərhələlərdən ibarət koherent-sinxronlaşmış reaksiyalar mexanizmi ilə baş verir:



Verilən bu mexanizm və ilk dəfə irəli sürülən $\text{N}_2 + \text{HO}_2^\cdot \rightarrow \text{N}_2\text{O} + \text{OH}^\cdot$ elementar mərhələ EPR metodu ilə HO_2^\cdot radikallarının təyini və onların sistemdə qatılığının üstünlüyü ilə təsdiq edilmişdir [5]. Bu tədqiqat nəticələri xarici ölkə alimləri tərəfindən hidrogen peroksid şəraitində çətin oksidləşən molekulyar azotun aktivləşməsi və onun oksigenli birləşməyə çevrilməsi prosesi üzrə aparılan kvant kimyəvi tədqiqatlarda bir daha öz təsdiqini tapmışdır. Bu alimlər ilk dəfə Nağıyev tərəfindən aparılan və kifayət qədər öyrənilən azotun o qədər də yüksək olmayan temperaturda və atmosfer təzyiqində hidrogen peroksidlə azot-1 oksidinə oksidləşməsi prosesini “Nağıyev effekti” adlandırmışlar [6].

İ.İ.Zaxarov və onun əməkdaşları hidrogen peroksid şəraitində sistemdə əmələ gələn həyəcanlanmış OOH^\cdot radikallarının molekulyar azotu aktivləşdirməsi prosesinin tədqiqini apararaq sıxlıq funksionallığı nəzəriyyəsi metodu ilə kvant-kimyəvi hesablamalarla sistemdə azotla hidroperoksid radikallarının əmələ gətirdiyi intermediatı təyin edə bildilər.

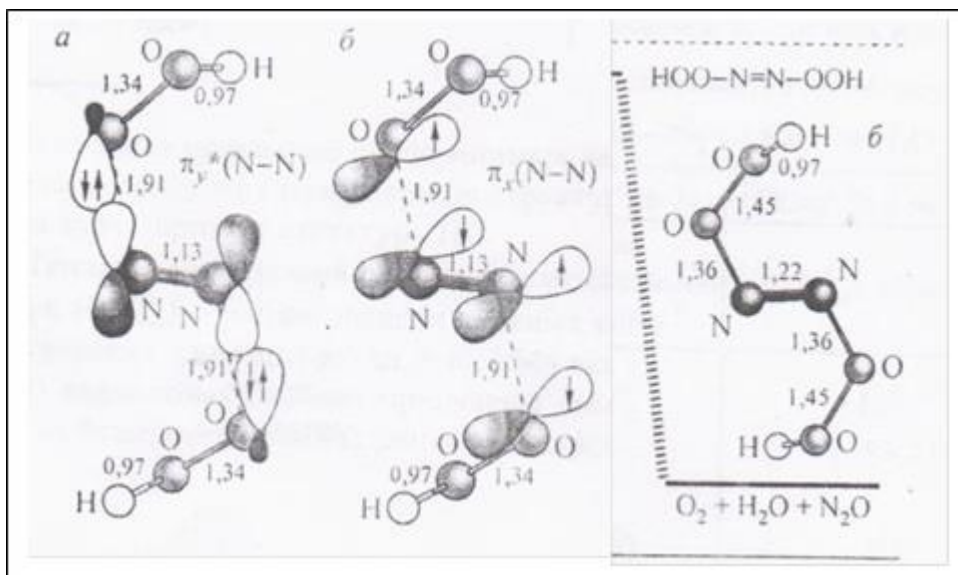
Həyəcanlanmış hidroperoksid radikallarının təsiri ilə azotun ($\text{N}\equiv\text{N}$) molekulyar orbital aktivləşməsi zamanı aşağıdakı keçid kompleksinin əmələ gəlməsinə səbəb olur:



HOO^\cdot – həyəcanlanmış hidroperoksid radikalı,

KV – keçid vəziyyət.

Hidroperoksid radikallarının təsiri ilə molekulyar azotun aktivləşməsinin keçid vəziyyətinin kvant-kimyəvi hesablamalarının analizi nəticəsində radikalların azotla sinqlet cütləşməsi vasitəsilə intermediatın əmələ gəlməsi sxemi təsvir edilmişdir (sxem 1) [6].

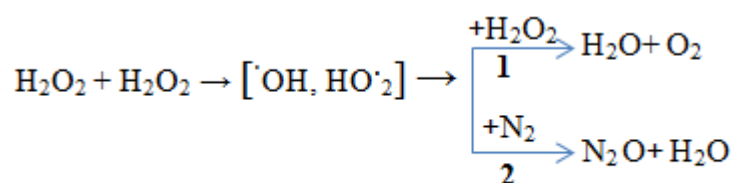


Hesablanmış hündəsi parametrlər (rabitənin uzunluğu) A^0 -la verilmişdir. Beləliklə, hidroperoksid radikallarının təsiri ilə molekulyar azotun aktivləşməsi və N_2O birləşməsinin əmələ gəlməsi prosesi kvant-kimyəvi tədqiqatlarla əsaslandırılmışdır.

Bu işə, ilk dəfə aparılan azotun hidrogen peroksiddə N_2O oksidinə fiksasiyası prosesinin, onun mexanizminin və irəli sürülən $N_2 + HO_2 \rightarrow N_2O + H_2O$ elementar mərhələnin bir daha təsdiqi deməkdir.

Brutto reaksiya şəklində N_2O oksidinin alınması prosesinin koherent-sinxronlaşmış reaksiyalar şəklində sxematik olaraq aşağıdakı kimi təsvir edilir:

(5)



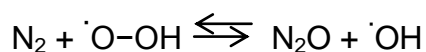
Reaksiyanın mexanizminin müəyyən edilməsi və dəqiqləşdirilməsində sistemin termodinamik tədqiqinin də mühüm rolu vardır. Molekulyar azotun H_2O_2 -lə azot-1 oksidinə oksidləşməsi reaksiyasının termodinamik tədqiqi reaksiyanın nisbətən mülayim və kimyəvi induksiya şəraitində mümkünlüyünü və energetik səmərəliliyini göstərən termodinamik parametrlər əsasında aparılmışdır. Koherent-sinxronlaşmış reaksiyaların və elementar mərhələlərin hesablanmış termodinamik parametrləri cədvəl 3-də verilmişdir.

Cədvəl 3.

№	Reaksiyalar	ΔH_{298}° kC/mol	ΔG_{298}°
1	$H_2O_2 = H_2O + 1/2O_2$	-105,6	-246,0
2	$N_2 + H_2O_2 \rightarrow N_2O + H_2O$	-24	-19,4
3	$H_2O_2 \rightarrow 2 \cdot OH$	214,9	–
4	$H_2O_2 + \cdot OH \rightarrow HO_2 + H_2O$	-124,0	–
5	$N_2 + HO_2 \rightarrow N_2O + \cdot OH$	63,2	–
6	$\cdot OH + HO_2 \rightarrow H_2O + O_2$	-302,0	–

(5) tənliyində (1) və (2) koherent-sinxronlaşmış reaksiyaların entalpiyası ΔH_{298}° və sərbəst enerjilərinin qiymətləri ΔG_{298}° ekzotermik olub, termodinamik cəhətdən bu reaksiyaların asanlıqla gedə bilməsini göstərir.

Azotun hidrogen peroksidlə reaksiyası mexanizminin əsas elementar mərhələsi azot fiksasiyanı verir:



Bu elementar aktın gedə bilməsi faktlarını göstərmək olar: azot 1-oksidi xətti quruluşa $N \equiv N = O$ malikdir. Oksigen atomunun azota birləşdiyi anda üç qat rabitə pozulmur, onun qırılması üçün 947 kC/mol enerji lazımdır. Perhidroksil $\cdot O-O-H$ radikalının aktiv oksigeni substratla (azot molekulu ilə) qarşılıqlı təsir zamanı asanlıqla substrata birləşir.

Azot-1 oksidinə molekulyar azotun kompleks birləşməsi kimi baxıldıqda oksigenin azota birləşməsi azot atomundakı üç qat rabitənin qırılması hesabına deyil, prosesin temperaturunda (600°C) daha yüksək energetik səviyyəyə keçən bölünməmiş elektron cütleri hesabına baş verir.

H_2O_2 -in parçalanması nəticəsində əmələ gələn $\cdot OH$ və HO_2 aktiv radikallar vasitəsilə H_2O_2 -in parçalanması və molekulyar azotun oksidləşməsi reaksiyaları arasında qarşılıqlı təsir və əlaqə yaranır, yəni koherent-sinxronlaşdırılmış reaksiyalar sistemi əmələ gəlir. Bu da, H_2O_2 -in sistemdə induksiyaedici təsir xüsusiyyəti ilə bağlıdır. Akademik T.Nağıyev tərəfindən koherent-sinxronlaşmış oksidləşmə reaksiyalarını tam xarakterizə edən determinant tənliyi verilmişdir:

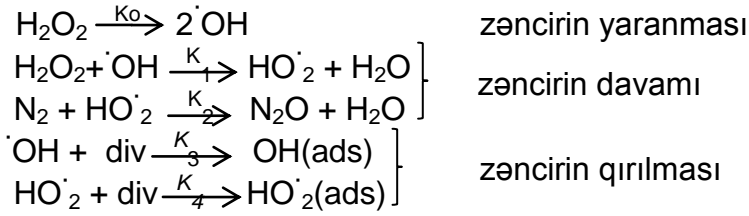
$$D = v \left(\begin{array}{cc} r_{A_1} & r_{A_2} \\ r_{Acc} & r_{Acc} \end{array} \right)^{-1}$$

r_{A_1} və r_{A_2} – H_2O_2 -in həm (1), həm də (2) reaksiya üzrə sərf olunması sürətləri, r_{Acc} – ilkin maddənin (substratın) sərf olunması sürəti.

Azot-1 oksidinin maksimum alındığı şəraitdə $D=0,61$ alınır, bu da, kimyəvi interferensiyanın yaranması şərtini ifadə edən determinant şkalası ($0 < D < 1$) daxilindədir.

Digər tərəfdən, verilən mexanizmə görə molekulyar azotun H_2O_2 -lə fiksasiyası həm də zəncirvari reaksiyadır və bu reaksiyanın kinetik modelini zəncirvari reaksiyalara xarakterik olan kinetik tənlik kimi yazmaq olar: mexanizm sxemində zəncirin yaranması, davamı və qırılması mərhələlərinin olması (sxem 2)

Sxem 2



aşağıdakı kinetik modelin yazılmasına gətirir.

$$-\frac{dC_{\text{N}_2}}{d\tau} = \frac{k_0 \cdot k_2}{k_4} \cdot C_{\text{N}_2} \cdot C_{\text{H}_2\text{O}_2} \quad \text{və ya} \quad -\frac{dC_{\text{N}_2}}{d\tau} = k_{\text{eff}} \cdot C_{\text{N}_2} \cdot C_{\text{H}_2\text{O}_2} \quad (6)$$

$$k_{\text{eff}} = \frac{k_0 \cdot k_2}{k_4}$$

burada k_4 – $\text{HO}_2 \cdot$ radikalının adsorbsiyası nəzərdə tutulur.

Kinetik tənliklər əsasında reaksiyanın effektiv sürət sabiti üçün aşağıdakı ifadə alınmışdır:

$$k_{\text{eff}} = 10^{12} \times \exp(-45700/RT)$$

k_{eff} müxtəlif temperaturda qiyməti aşağıdakı qaydada hesablanır:

$$T = 873\text{K}, \quad k_{\text{eff}} = 10^{12} \cdot e^{-\frac{45700}{1,987873}} = 10^{12} \cdot e^{-26,35} = 3,6 \text{ mol/ml} \cdot \text{s}$$

$$T = 853\text{K}, \quad k_{\text{eff}} = 10^{12} \cdot e^{-\frac{45700}{1,987853}} = 10^{12} \cdot e^{-27} = 1,886 \text{ mol/ml} \cdot \text{s}$$

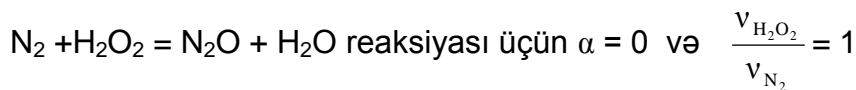
(6) kinetik tənliyi üzrə reaksiyanın sürətini nəzəri hesablamaq olar. Tənlikdə istifadə olunan hər hansı τ anında C_{N_2} , $C_{\text{H}_2\text{O}_2}$, $C_{\text{N}_2}^{\text{sərf}}$ qatılıqları aşağıdakı tənliklər vasitəsilə hesablanır:

$$C_{\text{N}_2} = \frac{N_{\text{N}_2}^0 - (N_{\text{N}_2}^0 - N_{\text{N}_2})}{N^0 + \alpha(N_{\text{N}_2}^0 - N_{\text{N}_2})} \cdot \frac{P}{RT}$$

$$C_{\text{H}_2\text{O}_2} = \frac{N_{\text{H}_2\text{O}_2}^0 - \frac{v_{\text{H}_2\text{O}_2}}{v_{\text{N}_2}} (N_{\text{N}_2}^0 - N_{\text{N}_2})}{N^0 + \alpha(N_{\text{N}_2}^0 - N_{\text{N}_2})} \cdot \frac{P}{RT}$$

R – universal qaz sabiti, $R = 0,082 \text{ l} \cdot \text{atm/mol} \cdot \text{K}$;

α – stexiometrik əmsal olub alınan və reaksiyaya girən molekulların cəbri cəminə bərabərdir,



$$\text{O zaman } N_{\text{N}_2} = N_{\text{N}_2}^0 - N_{\text{N}_2}^{\text{sərf}}, \quad N_{\text{N}_2}^{\text{sərf}} = \text{konv.} \cdot N_{\text{N}_2}^0$$

$$C_{\text{N}_2} = \frac{N_{\text{N}_2}}{N^0} \cdot \frac{P}{RT}$$

$$C_{\text{H}_2\text{O}_2} = \frac{N_{\text{H}_2\text{O}_2}^0 - N_{\text{H}_2\text{O}_2}^{\text{sərf}}}{N^0} \cdot \frac{P}{RT}$$

$$\text{Reaksiya sürətlərinin eksperimental qiymətləri isə } r_{\text{N}_2}^{\text{eks}} = \frac{dC_{\text{N}_2}}{d\alpha} \text{ və ya } r_{\text{N}_2}^{\text{eks}} = \frac{\Delta C_{\text{N}_2}}{\Delta \tau}$$

$$\Delta C_{\text{N}_2} = C_{\text{N}_2}$$

$\Delta \tau$ - reaksiya başlanğıcından ($\tau = 0$) hər hansı τ zamanına qədər kontakt müddəti.

Reaksiyanın həqiqi kontakt müddətini hesablamaq üçün reaktora verilən reagentlərin reaksiya temperaturunda qaz və buxar halında həcmi sürətlərini təyin etmək lazımdır.

$$V_{\text{N}_2}^{T_2} = \frac{V_{\text{N}_2}^{T_1} \cdot T_2}{T_1} \text{ – azot qazının reaksiya temperaturunda həcmi,}$$

$T_1 = 298\text{K}$ – otaq temperaturu,

$T_2 = 873\text{K}$ – reaksiya temperaturu.

Maye halında reaktora verilən H_2O_2 -nin sulu məhlulunun reaksiya temperaturunda həcmi:

$$V_{\text{H}_2\text{O}_2}^{873} = \frac{V_{\text{H}_2\text{O}_2}^{298} \cdot 22400 \text{ ml} \cdot d_{\text{H}_2\text{O}_2} \cdot T}{M_{\text{H}_2\text{O}_2}^{\text{orta}} \cdot 298}$$

$V_{\text{H}_2\text{O}_2}^{298}$ – otaq temperaturunda reaktora verilən H_2O_2 –nin sulu məhlulunun həcmi, *ml/saat*;

$d_{\text{H}_2\text{O}_2}$ – H_2O_2 -nin hər hansı məhlulunun qatılığı, *q/ml*;

$M_{\text{H}_2\text{O}_2}^{\text{orta}}$ – H_2O_2 -nin sulu məhlulunun orta molekul çəkisi:

$$\frac{1}{M_{\text{H}_2\text{O}_2}^{\text{orta}}} = \frac{\alpha_1}{M} + \frac{1 - \alpha_1}{M_{\text{H}_2\text{O}}}$$

Cədvəl 4-də göstərilən qaydada aparılan hesablamaların nəticələri verilmişdir.

Cədvəl 4.

№	T.K	$N_{N_2}^0$ mol/s	$N_{H_2O_2}^0$ mol/s	N_{N_2} mol/s	$N_{H_2O_2}$ mol/s	C_{N_2}	$C_{H_2O_2}$	τ , san	k_{eff}	$r_{N_2}^{eks}$	$r_{N_2}^{nəz}$	$N^0 =$ $N^0_{(N_2+H_2O_2+H_2O)}$
1	873	0,625	2,94	0,4728	2,7878	$3,98 \cdot 10^{-4}$	$2,47 \cdot 10^{-3}$	13,0	3,60	$0,985 \cdot 10^{-4}$	$0,354 \cdot 10^{-4}$	16,52
2	873	0,625	2,41	0,5155	2,30005	$4,99 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-3}$	13,2	3,63	$0,69 \cdot 10^{-4}$	$0,31 \cdot 10^{-4}$	16,67
3	873	0,625	1,89	0,571	1,836	$4,72 \cdot 10^{-4}$	$1,56 \cdot 10^{-5}$	12,9	3,63	$0,33 \cdot 10^{-4}$	$0,27 \cdot 10^{-4}$	16,805

Pilot qurğuda böyük həcmli reaktorda molekulyar azotun hidrogen peroksidlə fiksasiyası nəticəsində alınan N_2O oksidinin azot turşularına (HNO_2 və HNO_3) çevrilməsini bir daha müşahidə etmək üçün N_2O ilə H_2O_2 -in qarşılıqlı təsiri üzrə əlavə təcrübələr aparılmışdır.

Azot-1 oksidinin hidrogen peroksidlə oksidləşməsi prosesinin pilot qurğuda tədqiqi prosesin əsas parametrlərinin geniş intervalında yerinə yetirilmişdir. Alınan nəticələr cədvəl 5-də şərh olunmuşdur.

Cədvəl 5.

№	$t, ^\circ C$	V_{N_2O} l/s	$V_{H_2O_2}$ ml/s	$C_{H_2O_2}$ %	Maye məhsulda turşunun qatılığı %	Turşunun verilən N_2O -ə görə çıxımı %
1	400	28	430	30	5,42	19,84
2	400	28	430	30	4,59	18,0
3	430	28	430	30	2,44	7,14
4	500	28	380	30	1,07	3,47
5	400	28	430	20	2,8	10,25
6	400	28	430	25	3,11	11,39
7	400	28	430	35	4,85	17,76
8	430	18	430	30	1,98	10,28
9	430	36	430	30	2,39	16,33
10	430	52	430	30	1,8	3,55
11	400	28	380	30	5,79	18,73
12	400	28	300	30	1,18	4,32

Layihə üzrə sifariş edilmiş cihaz və avadanlıqlar alındıqdan sonra yeni maye ötürücü nasoslar və potensiometrlər pilot qurğuya birləşdirilmiş və yenilənmiş qurğuda əsas təcrübələr təkrar yerinə yetirilmişdir. Alınan nəticələrin təkrarlanması müşahidə olunmuşdur (cədvəl 6).

Alınan kolbalar iki bidistillat aparatına birləşdirilmişdir.

Termodetektor və kalonkaların müasir Agilent-7820A GS maye-qaz xromatoqrafına

yerləşdirilməsi işləri aparılır.

Təcrübələr üzrə alınan nəticələr əsasında patent sənədləri hazırlanmış və təqdim olunmuşdur.

Cədvəl 6

Təcrübə	T, °C	VN ₂ , l/saat	VH ₂ O ₂ , ml/saat	CH ₂ O ₂ , küt.%	N ₂ -a görə çıxım,%				Konv.N ₂ , %
					N ₂ O	NO	NO ₂	azot turşuları	
1	600	10	300	30	2.25	-	-	0.76	3.01
2	600	12	300	30	11.6	-	1.4	2.03	15.92
3	600	14	300	30	11.7	-	11.3	1.35	24.35
4	570	14	300	30	8.3	-	3.52	0.38	12.2
5	600	14	200	30	8.12	-	-	1,15	9.27
6	600	14	250	30	9.0	-	-	0.36	9.36
7	600	14	300	20	5.76	-	2.56	0.26	8.58
8	600	14	300	25	14.8	-	2.5	0.89	17.62
9	580	10	300 100	30	17.7	-	0.63	3.43	21.8
10	580	12	300 100	30	9.2	-	2.54	6.02	17.6
11	590	10	300 80 50	30	19.2%	-	-	12.23	31.43
12	550	12.8	300 80 50	30	14.86%	-	-	14.16	29.02
13	590	16.2	300 80 50	30	13.0%	4.0	1.0	13.47	31.47

Ədəbiyyat:

1. Нагиев Т.М., Али-заде Н.И., Гасанова Л.М., Нагиева И.Т., Мустафаева Ч.А., Меликова Н.Н., Абдуллаева А.А., Бахрамов Э.С. Пилотная установка с секционной подачей жидких реагентов для процесса окислительной фиксации молекулярного азота // *Kimya Problemləri Jurnalı*, 2018, № 2, с. 271-274.
2. М.Ф.Нагиев, Т.М.Нагиев, Ф.А.Асланов, В.М.Байрамов, Р.А.Искендеров. Связывание азота в виде его закиси // *Докл. АН СССР*, 1973, Т. 213, № 5, с. 1096-1098.
3. Т.М.Нагиев. Взаимодействие синхронных реакций в химии и биологии.
4. Tofik M. Nagiev. Coherent Synchronized Oxidation Reactions by Hydrogen Peroxide. Amsterdam, Elsevier, 325 p.
5. Кайтмазов С.Д., Прохоров А.М. *Журнал Физической химии*, 1960, Т. 34, № 1, с. 227-228.
6. И.И.Захаров, М.Г.Лорин, А.Б.Целищев. Структура интермедиата НОО-N=N-ООН при активации N₂ перекисью водорода. Квантово-химические DFT расчёты // *Журнал структурной химии*, 2013, Т. 54, № 1, с. 17-24.

Layihə üzrə nəzərdə tutulan iş 100% yerinə yetirilib.

3

Hesabat dövründə alınmış **elmi nəticələr** (onların yenilik dərəcəsi, elmi və təcrübi əhəmiyyəti, nəticələrin istifadəsi və tətbiqi mümkün olan sahələr aydın şəkildə göstərilməlidir)

Məlumdur ki, sənayedə azottərkibli gübrələrin istehsalı azot turşuları əsasında aparılır. Azot turşularının alınması isə molekulyar azotun H_2 ilə fiksasiyası vasitəsilə NH_3 - in alınması və onun oksidləşməsi ilə azot oksidlərinin alınması mərhələlərindən keçir. Yerinə yetirilən işin elmi əhəmiyyəti ondan ibarətdir ki, molekulyar azotun H_2O_2 -lə oksidləşdirici fiksasiyası ilə birbaşa azot oksidlərinin (N_2O və s.) və azot turşularının alınması proseslərinin aparıldığı bu pilot qurğu göstərilən aralıq mərhələləri aradan qaldıran sadə texnologiyaya malikdir.

Yerinə yetirilən işin elmi əhəmiyyəti ondan ibarətdir ki, molekulyar azotun H_2O_2 -lə oksidləşdirici fiksasiyası ilə birbaşa azot oksidlərinin (N_2O , NO və NO_2) və azot turşularının alınması prosesinin aparıldığı bu pilot qurğu azotun Haber-Boş metodu ilə fiksasiyasına məxsus aralıq mərhələləri aradan qaldıran sadə texnologiyaya malikdir.

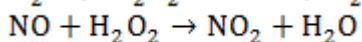
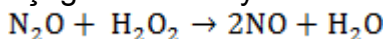
Molekulyar azotun H_2O_2 -lə fiksasiyası üçün quraşdırılan pilot qurğu yeni texnoloji prinsiplərə malikdir. Qurğunun əsas hissəsi olan və xüsusi metaldan hazırlanmış reaktora daxil edilməsi üçün altı giriş seksiyasına malikdir və bu seksiyaların hər biri ayrı-ayrılıqda, həmçinin eyni vaxtda birlikdə işlədilə bilər. Qeyd etmək lazımdır ki, seksiyalar birlikdə işlədilən zaman H_2O_2 -in reaktora ardıcıl verilməsi təmin olunur.

Reaktorun qızdırılması onun daxili həcmində yerləşdirilmiş spirallarla əldə edilir ki, bu da bütün reaktor boyu temperaturun eyni saxlanmasını təmin edir. Belə axınlı reaktorda H_2O_2 radikallarının reaktor boyu bərabər paylanmasına və reaksiyanın bir rejimdə koherent-sinxronlaşdırılmış mexanizmlə getməsinə imkan yaranır.

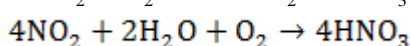
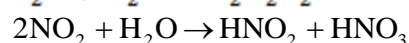
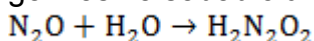
Altı seksiyalı, xüsusi metal materialdan hazırlanmış reaktora malik pilot qurğuda aparılan molekulyar azotun hidrogen peroksidlə katalizator istifadə etmədən koherent-sinxronlaşdırılmış oksidləşdirici fiksasiyasının həm nəzəri, həm də praktiki əhəmiyyətli nəticələr əldə olunmuşdur.

Şaquli isriqamətdə reaktor boyu yuxarıdan aşağı quraşdırılan belə seksiyalara H_2O_2 -in sulu məhlulunun verilməsinin reaksiyanın gedişində, nəzərdə tutulduğu kimi, əhəmiyyətli dərəcədə böyük rolu vardır. Aparılan təcrübələrdən də görünür ki, H_2O_2 -in sulu məhlulunun bir seksiyaya, sonradan isə bir neçə seksiyaya ardıcıl verilməsi, fazalararası tarazlığın dəyişməsi ilə alınan reaksiya məhsullarının çıxımları nəzərə çarpacaq miqdarda dəyişir. Əgər H_2O_2 -in yuxarıdan başlayaraq yalnız birinci seksiyaya verilməsi zamanı qaz halında azot oksidlərinin çıxımı suda həll olmuş şəkildə azot turşularının çıxımına görə üstünlük təşkil edirsə, ondan aşağı seksiyalara ardıcıl verilməyə başlayanda bu üstünlük azot turşularının alınması istiqamətinə yönəlir.

Molekulyar N_2 ilə H_2O_2 -in qarşılıqlı təsiri $N_2 + H_2O_2 \rightarrow N_2O + H_2O$ nəticəsində N_2O qazının alınması və onun H_2O_2 şəraitində NO , sonra isə NO_2 qazına çevrilməsini $N_2O \rightarrow NO \rightarrow NO_2$ aşağıdakı reaksiyalarda təsvir etmək olar.



N_2O və NO_2 qazlarının suda həll olması $H_2N_2O_2$, HNO_2 və HNO_3 turşularının əmələ gəlməsinə səbəb olur.



Alınan azot turşularının əsas hissəsini nitrit turşusu təşkil edir.

Azotun fiksasiyasına aid mövcud proseslərin araşdırılması göstərir ki, tədqim olunan texnoloji prinsip N_2 qazının nisbətən mülayim şəraitdə H_2O_2 -lə oksidləşdirici fiksasiyası ilə yüksək effektivliklə azot oksidləri qazlarının və azot turşularının alınmasını təmin edən çox səmərəli yeni

	bir prosesdir. O, daha rentabelli proses kimi sənaye miqyasında reallaşdırılmasına təqdim oluna bilər.
4	Layihə üzrə elmi nəşrlər (elmi jurnallarda məqalələr, monoqrafiyalar, icmalar, konfrans materiallarında məqalələr, tezislər) (dərc olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə, uyğun məlumat - jurnalın adı, nömrəsi, cildi, səhifələri, nəşriyyat, indeksi, İmpact Factor, həmmüəlliflər və s. bunun kimi məlumatlar - ciddi şəkildə dəqiq olaraq göstərilməlidir) <i>(surətlərini kağız üzərində və CD şəklinə əlavə etməli!)</i>
	İki məqalə çap olunub: 1) T.M.Nagiev, N.I.Ali-zadeh, L.M.Gasanova, I.T.Nagieva, Ch.A.Mustafaeva, N.N.Malikova, A.A.Abdullaeva, E.S.Bakhramov, NITROGEN FIXATION AT CONJUGATED OXIDATION // Azərbaycan Kimya Jurnalı, 2018, №2. 2) Нагиев Т.М., Али-заде Н.И., Гасанова Л.М., Нагиева И.Т., Мустафаева Ч.А., Меликова Н.Н., Абдуллаева А.А., Бахрамов Э.С., ПИЛОТНАЯ УСТАНОВКА С СЕКЦИОННОЙ ПОДАЧЕЙ ЖИДКИХ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ПРОЦЕССА ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ФИКСАЦИИ МОЛЕКУЛЯРНОГО АЗОТА // Kimya Problemləri Jurnalı, 2018, №2.
5	İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər
	İki patent hazırlanıb təqdim olunub: 1.T.M.Nağıyev, N.İ.Əli-zadə, L.M.Həsənova, İ.T.Nağıyeva, N.N.Məlikova, E.S.Bəhrəmov. Azot turşularının alınması üsulu. 2018. 2. T.M.Nağıyev, N.İ.Əli-zadə, L.M.Həsənova, İ.T.Nağıyeva, N.N.Məlikova, E.S.Bəhrəmov, Ç.A.Mustafayeva. Azot-1 oksid və azot turşularının alınması üsulu. 2019
6	Layihə üzrə ezamiyyətlər (ezamiyyə baş tutmuş təşkilatın adı, şəhər və ölkə, ezamiyyə tarixləri, həmçinin ezamiyyə vaxtı baş tutmuş müzakirələr, görüşlər, seminarlarda çıxışlar və s. dəqiq göstərilməlidir)
	Olmayıb.
7	Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak (əgər varsa)
	Olmayıb.
8	Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak
	Yoxdur.
9	Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminar, dəyirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium və s. çıxışlar) (məlumat tam şəkildə göstərilməlidir: a) məruzənin növü: plenar, dəvətli, şifahi və ya divar məruzəsi; b) tədbirin kateqoriyası: ölkədaxili, regional, beynəlxalq)
	Yoxdur
10	Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar, komplektləşdirmə məmulatları
	Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz və avadanlıqlar: 1) kolbalar və şüşə qablar; 2) iki termorequlyator; 3) sistem üçün istilik keçirici detektor; 4) üç sayda xromatoqraf kapilyar kalonkası; 5) analiz üçün qaz şprislərinə iynələr;

	6) paslanmayan polad borusu; 7) iki maye sərfi üçün nasos (12 kanallı); 8) ultrasonik təmizləyici aparatı.
11	Yerli həmkarlarla əlaqələr Yoxdur.
12	Xarici həmkarlarla əlaqələr Yoxdur.
13	Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı (əgər varsa) Bir doktorant dissertasiya işini yerinə yetirir.
14	Sərgilərdə iştirak (əgər baş tutubsa) Yoxdur.
15	Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi (əgər baş tutubsa) Yoxdur.
16	Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s. (məlumatı tam şəkildə göstərməlidir) Yoxdur.

SİFARIŞÇI:

Elmin İnkişafı Fondu

Baş məsləhətçi

Quliyeva Mülayim Sahib qızı

(imza)

“ 07 ” fevral 2019-cu il

İCRAÇI:

Layihə rəhbəri

Əli-zadə Nəhməd İslam oğlu

(imza)

“ 07 ” fevral 2019-cu il