BAKI UNİVERSİTETİNİN XƏBƏRLƏRİ

№3 Fizika-riyaziyyat elmləri seriyası 2015

UOT 536.97

ÇOXELEMENTLİ OZONATOR VƏ ONUN HESABLANMASI

B.B.DAVUDOV, N.Ə.MƏMMƏDOV, K.M.DAŞDƏMİROV, G.M.SADIQZADƏ
Bakı Dövlət Universiteti
ben.davud@gmail.com

İş neft-kimya sənayesində yaranan çirkab suların təmizlənməsinə və zərərsizləşdirilməsinə həsr olunmuşdur. İşdə bu məqsədlə hazırlanan çoxelementli orta güclü ozonatorun bəzi əsas xarakteristikaları, parametrləri və eləcə də onun hesablanması metodikası verilir. Göstərilmişdir ki, hazırlanan çoxelementli ozonator qurğusu respublikanın kiçik həcmli neftayırma zavodlarında çirkab suları təmizləmək üçün müvəffəqiyyətlə tətbiq edilə bilər.

Açar sözlər: ozon texnologiyası, ikibaryerli boşalma, neft sənayesi, ozonatorun hesablama

Ozonun güclü oksidləşdirmə xassəsinə malik olması və sintezi zamanı fəal radikalların əmələ gəlməsi ondan çirkab suların tərkibində həll olunmuş çoxlu sayda üzvi molekulların NH_4^+, NO_3^-, NO_2^- və maddələrin (sianidlər, fenollar, pestisidlər və s.) parçalanması məqsədilə istifadə etməyə imkan verir.

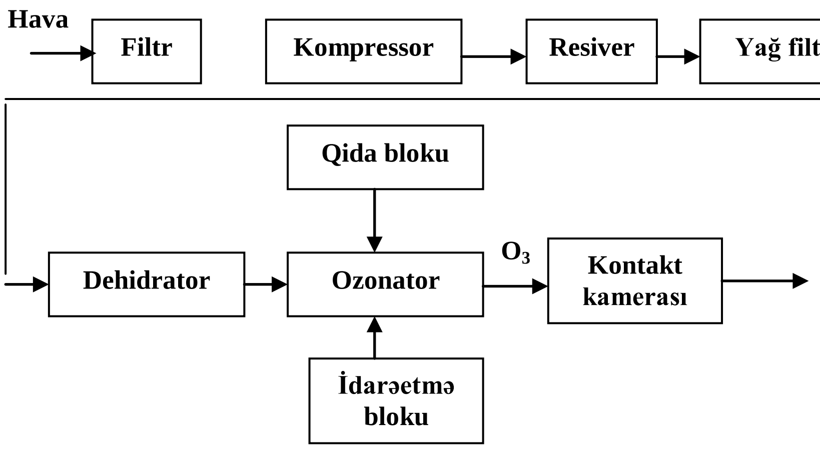
Tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, suyun bioloji, fiziki-kimyəvi təmizlənməsindən sonra həll olmuş üzvi maddələrin molekullarını oksidləşdirmək məqsədilə ozon texnologiyasının tətbiq edilməsi təmizlənən suyun tərkibindəki xəstəlik törədici bakteriyalardan, mikroblardan və toksiki komponentlərdən azad olmağa imkan verir [1].

BDU-nun nəzdindəki Fizika Problemləri ET İnstitutunun bioloji sistemlər fizikası şöbəsinin bir qrup əməkdaşı AMEA-nın Neft Kimya Prosesləri İnstitutunun Təcrübə-Sənaye zavodu ilə birlikdə çoxelementli ozonator yaratmış və sənaye miqyasında ilkin təcrübələr aparmışlar. Ozon texnologiyası çirkab suların təmizlənməsində bir sıra mühüm müsbət göstəricilərə nail olmağa imkan vermişdir [2,3].

Təcrübi qurğu

Çirkab suların təmizlənmə sistemlərində su əvvəlcə mexaniki təmizlənmə mərhələsini keçir. Bu məqsədlə su torlardan, qum filtrlərindən, yağuducu tələlərdən keçirilir. Bundan sonra su bioloji və kimyəvi təmizləyici bloklara ötü-

rülür. Bu əməliyyatlardan sonra qismən təmizlənmiş su ozonla kontakt kamerasına verilərək mikroblardan, viruslardan və toksiki komponentlərdən təmizlənilir. Ozonlaşdırma qurğusunun funksional struktur sxemi şəkil 1-də göstərilmişdir.



Şək. 1. Ozonlaşdırma qurğusunun funksional struktur sxemi

Bu sistemin əsas elementi ozonatordur [2]. Filtrlənmiş hava dehidrator vasitəsilə qurudulur, təqribən $1{,}5 \cdot 10^5$ Pa təzyiq altında ozonatora daxil edilir və aktiv elementlərdə gedən qaz boşalmaları prosesində ozon generasiya olunur.

Ozonator ikibaryerli boşalmalar əsasında işləyir [3]. İkibaryerli ozonatorlar əsasən onunla fərqlənir ki, onların elektrodları keyfiyyətli dielektriklərlə örtülmüş olur və ya elektrodlara şüşə borular taxılır. Bu zaman ozonatorun çıxışında elektrodların eroziyaya uğramış materialı olmur və suyun əlavə çirklənməsinin qarşısı alınır.

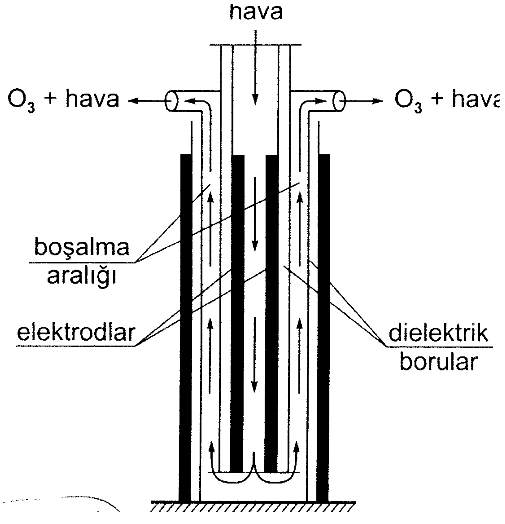
Tətbiq edilmiş orta güclü ozonatorun bəzi texniki xarakteristikaları aşağıda göstərilmişdir:

Aktiv elementlərin sayı, ədəd	100
İşçi gərginlik, V	380
Sərf olunan güc, kVt	3
Ozonatorun istehsal qabiliyyəti, q/saat	30
Təmizlənən suyun miqdarı, ton/saat	25
1 kq ozonun sintezi üçün sərf olunan enerji, kVt saat/ kq	22
Ozonatora vurulan havanın miqdarı, m^3/saat	10
Fasiləsiz işləmə müddəti, saat	8
Kütləsi (kompressorsuz), kq	60
Soyudulma üsulu, hava-su	

Təcrübələr göstərir ki, çirkab suların mikrob ədədi ozonun təsiri ilə 1000 dəfə, koli-indeks isə $2 \cdot 10^6$-dan 220-yə qədər azalır. Beləliklə, tədqiqatlar göstərir ki, ozon texnologiyası zavodlarda yaranan istehsalat çirkab sularının təmizlənməsində müvəffəqiyyətlə tətbiq oluna bilər.

Ozonatorun hesablanması

Ozonatorlar konstruktiv olaraq bir-birindən müxtəlif dielektriklərlə (şüşə, keramika və sairə) müəyyən bir məsafə ilə aralanmış iki elektroddan (elektrod materialları olaraq poladdan, kömürdən və hətta sudan istifadə oluna bilər) ibarət olan bir sistemdir. Elektrodlar, əsas etibarilə, iki bir-birinə paralel lövhə və ya iki koaksial silindrik boru halında olur. Ozonatorların bəzi elementlərinin hesablanması və ölçülərin qiymətləndirilməsi bu qurğularla maraqlananlar üçün əhəmiyyətli ola bilər. Buna görə də çoxelementli silindrik ozonatorun bəzi elementlərinin hesablanmasına baxılmışdır. Bu cür ozonatorun bir aktiv elementinin en kəsiyi səkil 2-də göstərilmişdir. Baryer materialı olaraq içərisi boş iki silindrik süsə borudan istifadə olunmuşdur. Elektrodların effektiv uzunluğu - l, daxili süsə borunun xarici diametri - d_1, xarici süsə borunun daxili diametri - d_2, elektrik boşalması aralığının eni - Δ ilə işarə edək.



Şək. 2

1. Dairəvi boşalma aralığının en kəsiyinin sahəsini $S_{b.a} = \dfrac{\pi(d_2^2 - d_1^2)}{4}$ ifadəsindən hesablamaq olar.
2. Bir aktiv element üçün daxili borusəkilli yüksək potensiallı elektrodun sahəsi $S_{a.el.} = 2\pi r \cdot l$ düsturundan qiymətləndirmək olar. Burada r - elektrodun radiusudur.
3. Çoxelementli ozonatorun bütün aktiv elementlərinin ümumi sahəsini qiymətləndirmək üçün $1m^2$ səth tərəfindən hasil edilən ozonun miqdarını bilmək lazımdır. Təcrübi nəticələrə görə bunun ədədi qiyməti $B = 70 - 80 q/m^2 saat$ - dır. Onda $S_{üm.} = G_{0.3} / B$ olar. Əgər məhsuldarlığı, məsələn, $G_{0.3} = 500 q/saat$ olan ozonator hazırlamaq lazımdırsa elektrodların ümumi sahəsi təxminən $S_{üm.} = 7 m^2$ olmalıdır.

4. Ozonatoru təşkil edən aktiv elementlərinin sayını $n = S_{üm.} / S_{a.el.}$ kimi tapmaq olar. Əgər bir aktiv elementinin elektrodlarının effektiv sahəsi, misal üçün, $S_{a.ei.} = 0.05m^2$ olarsa, onda $n = 140$ ədəd olar
5. Hər bir aktiv elementin hasil etdiyi ozonun miqdarını $q = G_{03} / n$ - nisbətindən tapmaq olar.
6. n sayda aktiv elementlərin tutduğu sahəni $S_{\Sigma} = \frac{\pi d^2}{4}$ düsturundan tapmaq olar. Xarici elektrodun diametri, misal üçün, $d = 3sm$ olduqda bu sahə təxminən $0.1m$ olar
7. n sayda aktiv elementləri yerləşdirmək üçün istifadə olunan korpusun (örtüyün) sahəsi bu aktiv elementlərin tutduğu sahədən heç olmasa 50% böyük olmalıdır. Aktiv elementlərin tutduğu sahə $0.1m^2$ qəbul etsək, korpusun sahəsi $S_k = 3m^2$ olar.
8. Silindrik korpusun diametrini $S_k = \frac{\pi D^2}{4}$ ifadəsindən qiymətləndirmək olar. Misal üçün, bu korpusun sahəsi $0.3m^2$ olduqda onun diametri D = 66 sm olur.
9. Qurudulmuş və təmizlənmiş havanın dairəvi boşalma aralığından keçmə sürətini $\vartheta = l / t_{ef.}$ nisbətindən təyin etmək olar. Burada $t_{ef.}$ - hava axının boşalma aralığında qalma müddətidir. Bu müddət kimyəvi reaksiyaların başa çatması zamanı ilə təyin olunur və təcrübi nəticələrinə görə təxminən $2\ san$-ə bərabərdir.
10. Bir elementdən keçən havanın miqdarı $q_h = S_{b.a.} \cdot \vartheta$ hasilindən tapmaq olar. Havanın axın sürəti $\vartheta = 0{,}4m / san.$ olduğunu nəzərə alsaq, $q_h = 0.3\ m^3 / saat$ olur.
11. Tələb olunan miqdarda ozon alınması üçün ozonatordan $Q_h = G_{0.3} / C_{O_3} K$ - qədər quru hava keçməlidir. Burada C_{O_3} - ozonun konsentrasiyası, K - boşalma aralığının effektiv istifadə olunma əmsalıdır. $C_{O_3} = 10q / m^3$, $K = 0{,}9$ olduğunu qəbul etsək $Q_h = 55.5m^3 / saat$ olar.
12. Ozon generatorunun sərf etdiyi aktiv gücü $P_a = IU\cos\varphi \cdot n$ düsturuna görə qiymətləndirmək olar. Burada J - bir aktiv elementindən axan cərəyan, U - generatorun elektrodlarına tətbiq olunan yüksək gərginlik, n - aktiv elementlərin sayı, $\cos\varphi$ - güc əmsalıdır. Təcrübələrdən tapılmış $I = 4mA$, $U = 15000V$, $\cos\varphi = 0.5$ qiymətlərini bu ifadədə nəzərə alsaq $P_a = 4.2\ kVt$ alarıq. Təbiidir ki, ozon generatoruna yüksək gərginlik

vermək üçün istifadə olunan yüksək gərginlikli transformatorun gücü – $P_{tr.}$ ozonatorun işlətdiyi - P_a gücündən böyük olmalıdır. Transformatorun gücünü $P_{tr} = \frac{P_a}{\cos\varphi}$ nisbətindən təyin etmək olar. Yuxandakı qiymətləri burada nəzərə alsaq, ozon generatorunun aktiv elementlərinin işinə transformator tərəfindən $8.5\ kVt$ güc sərf edilməlidir.

13. Ozon generatorunun energetik faydalı iş əmsalını, yəni bir saatda hasil edilən ozona sərf olunan gücü $\eta = \frac{P_{tr}}{G_{03}}$ nisbətindən tapmaq olar. Baxılan halda $\eta \approx 17 \frac{Vt}{q/saat}$ olur. Generatorun aktiv elementlərinə verilən güc artdıqca sintez olunan ozonun miqdarı da artır. Lakin bu güc müəyyən hüdud qiymətini aşdıqda baryer boşalması qığılcım boşalmasına keçir ki, buna da yol vermək olmaz.

Qeyd etmək lazımdır ki, elektrik şəbəkəsindən ozonatorun ümumi işinə sərf edilən güc transformatorun şəbəkədən aldığı gücdən çox olur. Belə ki, ozonlaşdırıcı qurğuda transformatorla yanaşı havanı qurudan aparat və havanı ozonatorun içərisinə müəyyən təzyiqlə vuran kompressor və s. enerji tutumlu bloklar var. Ümumiyyətlə, ozonun sintezinə sərf olunan gücün 80-85 % itkilərə gedir. Ən çox enerji itkisi ozonatorun elektrodlarının qızmasına gedir. Buna görə elektrodların soyudulması vacib məsələlərdən biridir.

Nəticə

Tədqiqatlar göstərir ki, kiçik həcmli neftayırma zavodların və digər təsərrüfatların buraxdığı çirkab sularının təmizlənməsində ozon texnologiyasının tətbiqi onlarda mikrob ədədini min dəfələrlə azaltmağa imkan verir. Orta güclü ozonatorların hesablanmasına görə belə ozonatorların hazırlanmasına çox da böyük vəsait tələb olunmur. Odur ki, çirkab suların təmizlənməsi və zərərsizləşdirilməsində ozonun tətbiqi bir sıra mühüm müsbət göstəricilərə nail olmağa imkan verər.

ƏDƏBİYYAT

1. Лунин Б.Б., Попович М.П., Ткаченко С.Н. Физическая химия озона. М.: МГУ, 1998, 504 с.
2. Мамедов Н.А., Давудов Б.Б. Патент 20000060 (Азербайджанская Республика). Многоэлементный озонатор.
3. N.A.Mamedov, B.B.Davudov, K.M.Dashdemirov. Ozone Plant as System of Coupled Circuit. TPE-2006 3rd İnternational Conference on Technical and Physical Problems in Power Engineering, May 29-31, 2006, Ankara, Turkey

МНОГОЭЛЕМЕНТНЫЙ ОЗОНАТОР И ЕГО РАСЧЕТ

Б.Б.ДАВУДОВ, Н.А.МАМЕДОВ, К.М.ДАШДАМИРОВ, Г.М.САДЫГЗАДЕ

РЕЗЮМЕ

Данная работа посвящена применению озонной технологии для очистки и обеззараживания производительных сточных вод, в частности, нефтехимической промышленности. В работе приводятся некоторые основные технические характеристики и параметры многоэлементного озонатора средней мощности, а также метода расчета такого рода озонаторов. Показано, что данная озонаторная установка может быть успешно применена для очистки сточных вод мининефтеперерабатывающих заводов республики.

Ключевые слова: озонная технология, двухбарьерный разряд, нефтяное хозяйство, расчет озонатора

MULTIELEMENT OZONIZER AND ITS CALCULATION

B.B.DAVUDOV, N.A.MAMMADOV, K.M.DASHDAMIROV, G.M.SADYGZADE

SUMMARY

This paper is devoted to using of ozone technology for cleaning and disinfection of production waste water, in particular, for petrochemical industry. The paper presents some of the main features of the multielement ozonizer of average power, as well as the method of calculation of such ozone generators. It is shown that the ozone treatment plants can be successfully used for sewage treatment of mini-refineries in the Republic.

Key words: ozone technology, two-barrier discharge, oil industry, the calculation

Redaksiyaya daxil oldu: 27.04.2015-ci il
Çapa imzalandı: 17.11.2015-ci il