

**İÇMƏLİ SUYUN HAZIRLANMASI ÜÇÜN MÜASİR TEXNOLOGİYALAR**

Suyun təmizlənməsinin texnoloji sxemində əsas istiqamət – içməli suyun keyfiyyətini və təhlükəsizliyini artırmaq üçün qurğuların təkmilləşdirilməsindən ibarətdir.

Aparılan araşdırmalar nəticəsində məlum olub ki, suyun xlorlanması zamanı insan sağlamlığı üçün zərərli olan trilaqqometlər kimi məhsullar əmələ gəlir. Bununla əlaqədar olaraq, normativ sənədlərdə ləxəlanma müalicəsi suyun əmələ gələn içməli suda qalıq alüminiumun miqdarına məhdudiyyət qoyulur. İçməli suyun dezinfeksiya edilməsinə dair tələblər sərtləşdirilib. Epidemioloji təhlükəsizliyin bir göstəricisi - koli indeksi əvəzinə su müxtəlif mikroorqanizm qruplarına aid olan altı göstəriciyə görə qiymətləndirilir.

Bu tələblərlə əlaqədar olaraq, bir tərəf-

dən suyun təmizlənməsi və dezinfeksiyasının səmərəliliyini maksimuma çatdırmaq, digər tərəfdən isə təmizlənmə prosesinin suda arzuolunmaz əlavə məhsullar buraxmaması üçün şərait yaratmaq lazımdır. su. Bu, yeni müasir elementlər üçün zəruri olan ənənəvi suyun təmizlənməsi sxemlərinə yənidən baxılması ehtiyacına səbəb oldu.

Suyun ozonlaşdırılması, geniş tətbiq dairəsi və müxtəlif problemlərin həlli imkanları ilə suyun təmizlənməsinin yeni perspektivli üsullarından biridir. Onun hərəkəti suyun dezinfeksiya edilməsinə və suyun orqanoleptik xüsusiyyətlərinin yaxşılaşdırılmasına yönəldilmişdir. Ozonlama ətraf mühit və insanlar üçün ekoloji cəhətdən təhlükəsizdir.

Ozon oksigenin iştirakı ilə elektrik boşalmaları nəticəsində yaranan yüksək reaktiv

qazdır. Bu, laxtalanma prosesinin daha da intensivləşməsinə səbəb olan hissəciklərin səth yükünü dəyişdirən kifayət qədər güclü oksidləşdirici maddədir. Ozonun dozası suyun dezinfeksiyası üçün lazım olana görə dəyişir tərkibindəki üzvi maddələrin tərkibi, temperatur və pH.

Su ozonla müalicə olunduqda suyun orqanoleptik göstəriciləri yaxşılaşır (rəng, qoxu, dad). Rəng humik turşuların tərkibindən qaynaqlanırsa, sonradan filtrasiya ilə ozonun tətbiqi dayandırılmış bərk maddələrin, dəmirin, manqan və rəngin tərkibinə dair tənzimləmə tələblərinə nail olmağa imkan verir.

Xoşagəlməz dad və qoxular həll edilmiş və kolloid vəziyyətdə olan mineral və üzvi mənşəli birləşmələrin olması ilə əlaqədardır. Ozon bu birləşmələri oksidləşdirir, onları parçalayır, bu da öz növbəsində dad və qoxuların

aradan qaldırılmasına gətirib çıxarır.

Ozon havadakı oksigendən yerində istehsal olunur. Çay suyunun təmizlənməsi üçün istifadə olunur. Qalıq ozon kükürd dioksidi ilə zərərsizləşdirilir. Ozonlama bir çox cəhətdən içməli suyun keyfiyyətini yaxşılaşdırır. Lakin qalıq alüminium kimi yan məhsulların əmələ gəlməsinin azaldılması sahəsində nəzərəcarpacaq bir təsir qeyd edildi. Ozonlama zamanı qalıq alüminiumun tərkibi 90% azalıb. Ozon istehsalı ilə elektrik enerjisi xərcləri artarkən, ümumi reagent xərcləri 40% azalır.

2000-ci ildə Nijniy Novqorodda, Sludinsky su qurğusunda ilk dəfə ozonlamaya əsaslanan texnoloji sxem istifadəyə verildi və onun tətbiqi ilə bağlı tədqiqatlar aparıldı. İlk ozonlama texnologiyasında tətbiqdən sonra dəyişikliklər cədvəl 1 və 2-də təqdim olunur.

**Cədvəl 1.**

***İlkin ozonlaşdırma texnologiyasında suyun keyfiyyət göstəriciləri***

| Göstərici               | Texnologiya |             | göstəricinin azaldılması, % |
|-------------------------|-------------|-------------|-----------------------------|
|                         | Ozonla      | ozon yoxdur |                             |
| Oksidləşmə, mg/l        | 3,68        | 3,54        | 4                           |
| Bulanıqlıq, mg/l        | 1,1         | <0,58       | 48                          |
| Xroma, dolu             | 12          | 10          | 17                          |
| Qalıq alüminium, mg / l | 0,41        | <0,04       | 90,3                        |

**Cədvəl 2**

***İlkin ozonlama texnologiyasında texniki və əməliyyat göstəriciləri***

| Texniki və əməliyyat göstəricisi<br>Ozon dozası, mq / l          | Texnologiya |             | Göstəricinin azaldılması, % |
|------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-----------------------------|
|                                                                  | Ozonla      | ozon yoxdur |                             |
| Koagulant istehlakı, t/gün                                       | 0           | 3           | -                           |
| Xlor istehlakı, kq/gün                                           | 13          | 1,1         | -90,5                       |
| Elektrik istehlakı, kVt/saat                                     | 360         | 300         | -17                         |
| Koagulant xərcləri, min rubl/gün                                 | 133405      | 146091      | +9,5                        |
| Elektrik xərcləri, min rubl/gün                                  | 39          | 3,3         | -90,5                       |
| Xlor xərcləri, min rubl/gün                                      | 38,29       | 41,93       | +9,5                        |
| Ümumi xərclər (koagulant, xlor, elektrik enerjisi), min rubl/gün | 1,3         | 1,08        | -17                         |
| Texniki və əməliyyat göstəricisi                                 | 78,59       | 46,31       | -41                         |

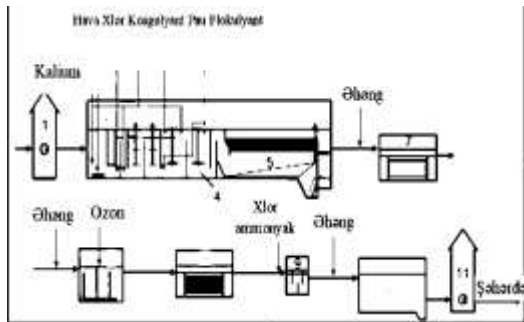
Müasir Azərbaycan su təchizatı sistemi Samurçay, Vəlvələçay və Qudyalçay çaylarının səth sularının istifadəsinə əsaslanır. Samurçay çayının suları şəhərin tələbatının təxminən yarısını təmin edən Ceyranbatan su qurğularında təmizlənir (şəkl. 2 və 3). Azərbaycan su təsərrüfatında içməli suyun hazırlanması

suyun təmizlənməsi üçün ozonlaşdırma və sorbsiya prosesindən istifadəyə əsaslanır.

Ozon-sorbsiya üsulu ilə təmizlənmə prosesinin tətbiqi su mənbəyinə daxil olan üzvi birləşmələrdən, o cümlədən texnogen mənşəli birləşmələrdən dərin təmizləmə aparmağa imkan verdi.



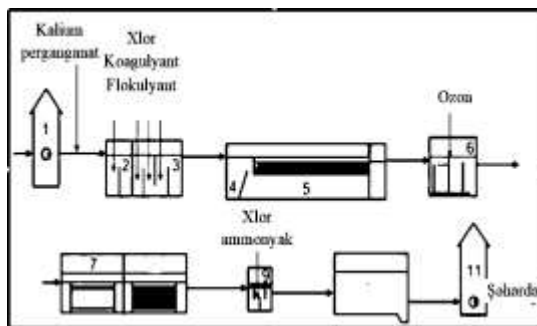
Şəkil 1 - su qurğularında içməli suyun hazırlanmasında ozon sorbsiyası.



Şəkil 2 - Sutəmizləyici qurğuda içməli suyun hazırlanmasının texnoloji sxemi.

1 - 1-ci liftin nasos stansiyası; 2 - karbonlaşma kamerası; 3 - qarışdırıcı; 4 - flokulyasiya kamerası;

5 - nazik qat çökdürən; 6 - ozonlama kamerası; 7 - aydınlaşdırma filtri; 8 - sorbsiya filtri; 9 - ikincili xlorlama anbarı; 10 - təmiz su çənləri; 11 - nasos stansiyası II lift



Şəkil 3 - Su təmizləyici qurğuda içməli suyun hazırlanmasının

texnoloji sxemi b - 1 nömrəli blokda

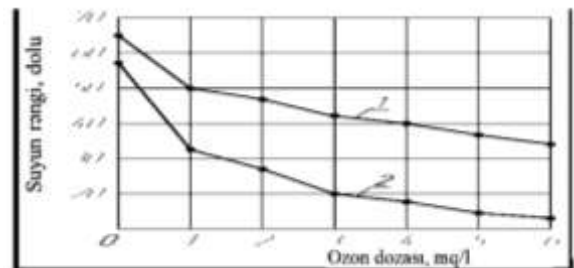
1 - 1-ci liftin nasos stansiyası; 2 - karbonlaşma kamerası; 3 - qarışdırıcı; 4 - flokulyasiya kamerası; 5 - nazik qat çökdürən; 6 - ozonlama kamerası; 7 - aydınlaşdırma filtri; 8 - sorbsiya filtri 9 - ikincili xlorlama anbarı; 10 - təmiz su çənləri; 11 - nasos stansiyası II lift

2007-ci ilin avqustunda Los-Ancelesdə içməli suyun epidemioloji təhlükəsizliyinin yaxşılaşdırılması və üzvi çirkləndiricilərin tərkibinin azaldılması tədbirlərinə həsr olunmuş Ozon Texnologiyalarının Tətbiqi üzrə birgə Beynəlxalq Konqres keçirilmişdir. Ozonlama Amerika Birləşmiş Ştatlarında yerüstü su mənbələrindən içməli suyun hazırlanmasında geniş istifadə olunur. Kaliforniya ştatında suyun təmizlənməsində ozonlamadan istifadə edən 38 su obyekti var. 2013-cü ilə qədər stansiyaların sayı 48-ə yüksəldi. Əksər stansiyaların gücü 20000 m<sup>3</sup>/gündür, lakin 2000000-dan 3000000 m<sup>3</sup>/günə qədər olan 3 böyük stansiya var. Yerüstü su mənbələrindən suyun təmizlənməsi üçün ozonun dozaları 1,3-6,5 mq/l-dir.

Ozondan istifadə edərək suyun təmizlənməsi texnologiyasının bir sıra üstünlükləri var:

- mikroorqanizmlər (yosunlar, bakteriyalar, viruslar) daha sürətli məhv edilir;
- ozon suyunun xoşagəlməz dadı və qoxusu yoxdur;
- suyun turşuluğu dəyişmir və mineral tərkibini dəyişmir;

Dezavantajlar olaraq, istehsalın dibi-nin yüksək enerji istehlakı müəyyən edilə bilər ki, bu da istismar xərclərinin artmasına səbəb olur. Suyun ilkin ozonlanması zamanı ozonun tələb olunan dozasını təyin etmək üçün mənbə suya ozon daxil edilir. Ozonun dozası 0-20 mq/l arasında dəyişir. Ozonun dozası təmizlənməmiş suyun keyfiyyətindən və çirkləndiricilərin ozonla oksidləşmə qabiliyyətindən asılıdır.



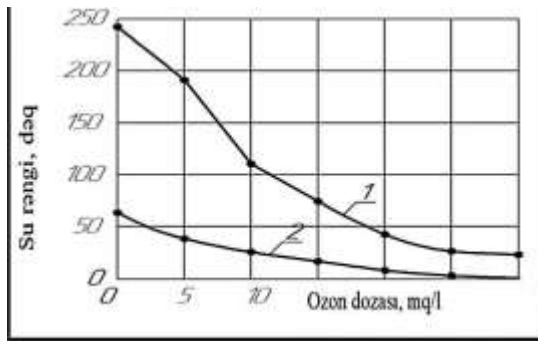
Şəkil 4 - Sularda ozonlama yolu ilə rəngli suların təmizlənməsinin effektivliyi orta rəng.

1 - suyun rəngi; 2 - oksidləşmə qabiliyyəti

Rəngli və rəngli suları ozonlaşdırarkən ozon suyun rəngini əhəmiyyətli dərəcədə azalda bilər. Şəkildə göstərilən sınaq ozonlama

nəticələrinə əsasən, ozonun suyun rənginin azaldılmasında effektivliyini müəyyən etmək və müəyyən etmək mümkündür.

Suyun ikincili ozonlanmasının effektivliyini müəyyən etmək üçün suyun təmizlənməsinin birinci mərhələsində ozonun təmizlənmiş suya daxil edilməsi ilə oxşar təcrübələr aparılır.

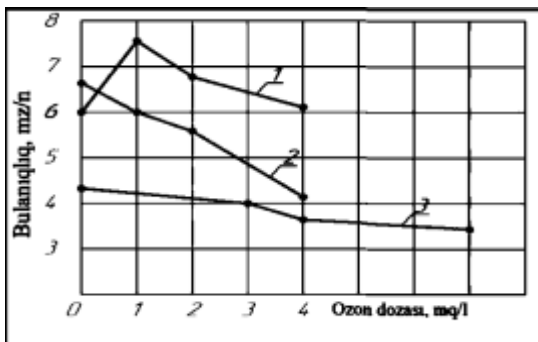


Şəkil 5- Rəngli suyun ozonlama ilə təmizlənməsinin effektivliyi yüksək rəngli sular.  
1 - suyun rəngi; 2 - oksidləşmə qabiliyyəti

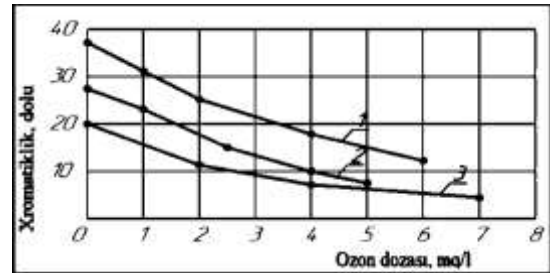
“Suyun ilkin ozonlanması laxtalanma prosesinin gedişinə təsir göstərir. İlkin ozonlama zamanı təmizlənmiş suyun keyfiyyəti pisləşə bilər. Bu, əsasən kiçiklərə aiddir, rəngli sulardır və ilkin ozonlaşma nəticəsində suyun tərkibində olan üzvi çirkləndiricilərin strukturunun dəyişməsi ilə izah olunur”.

Koaqulyasiya zamanı yaxşı çıxarılan yüksək molekullu birləşmələr, nəticədə ozonlaşma zamanı aşağı molekullu birləşmələrə çevrilir və onları sudan çıxarmaq daha çətin olur.

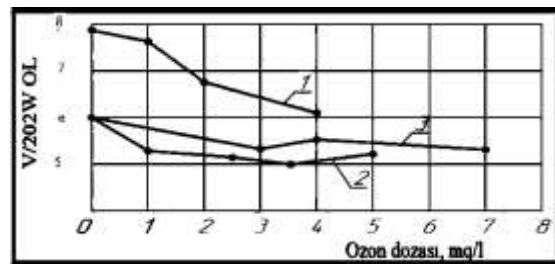
Şəkil əvvəlcədən ozonlaşmanın içməli suyun keyfiyyətinə təsirini göstərir. Müşahidələr iyun, noyabr və fevral aylarında aparılmışdır.



Şəkil 6 - Bulanıqlığa görə ozon dozasının suyun keyfiyyətinə təsiri  
1 - iyun; 2 - noyabrda; 3 - fevralda



Şəkil 7- Ozon dozasının suyun keyfiyyətinə təsiri rəng  
1 - iyun ayında; 2 - noyabrda; 3 - fevralda



Şəkil 8 - Permanın oksidləşmə qabiliyyətinə görə ozonun dozasının suyun keyfiyyətinə təsiri  
1 - iyun; 2 - noyabrda; 3 - fevralda

Göründüyü kimi, ozonla müalicə edildikdə, bulanıqlıq kimi bir göstəricinin dəyişməsi birmənalı deyil. Əvvəlcə bulanıqlıq azalır və ozonun dozasının artması ilə arta bilər. Bu onunla bağlıdır ki, ozonun müəyyən dozalarının təsiri altında suda mövcud olan kolloid hissəciklərin laxtalanması prosesi baş verir. Suyun keyfiyyətindən asılı olaraq ozonun laxtalanma təsiri müxtəlif formalarda özünü göstərir, nəticədə bulanıqlıq ya azala, ya da arta bilər.

Qeyd etmək lazımdır ki, “ilkin ozonlama suyun rəngini azaltmaqda xüsusilə təsirlidir”. Ozonlaşma zamanı suyun rəng göstəricisinin azalması üzvi birləşmələrin tərkibindən (humik və fulvi turşuların nisbətindən) asılıdır. Bir qayda olaraq, yüksək molekulyar ağırlıqlı humik turşular ozon tərəfindən daha asan oksidləşir. Fulvik turşuları ozonlama ilə çıxarmaq daha çətinidir. Suyun ozonasiyası zamanı üzvi çirkləndiricilərin təmizlənməsinin effektivliyi 2-4 mq/l ozon dozasında 12-36% arasında dəyişir, eyni dozalarda suyun rəngi isə 75% azalıb.

Beləliklə, yuxarıdakı tədqiqatdan belə nəticəyə gəlmək olar ki, ilkin ozonlama suyun keyfiyyətinin orqanoleptik göstəriciləri-

ni yaxşılaşdırır. Ona görə də bəzi hallarda mənbə suyunun bulanıqlığı az olduqda suyu yalnız ozonlaşdırmaq və laxtalanmadan filtrasiya yolu ilə təmizləmək mümkündür. Rəngli, az bulanıq suların ozonlaşdırılması zamanı ozon dozalarının optimal diapazonu mövcuddur ki, bu da sonrakı laxtalanma zamanı suyun təmizlənməsinin səmərəliliyinin artırılmasını təmin edir. Ozonun daha kiçik və ya daha böyük dozalarının istifadəsi laxtalanma yolu ilə suyun təmizlənməsinin və təmizlənmiş suyun keyfiyyətinin pisləşməsinə gətirib çıxarır.

### **XÜLASƏ**

Ümumiyyətlə, suyun xlorlanması zamanı insan sağlamlığı üçün zərərli olan triaqqometlər kimi məhsullar əmələ gəlir. Bununla əlaqədar olaraq, normativ sənədlərdə laxtalanma müalicəsi suyun əmələ gələn içməli suda qalıq alüminiumun miqdarına məhdudiyyət qoyulur. İçməli suyun dezinfeksiya edilməsinə dair tələblər sərtləşdirilib. Epidemioloji təhlükəsizliyin bir göstəricisi - koli indeksi əvəzinə su müxtəlif mikroorqanizm qruplarına aid olan altı göstəriciyə görə qiymətləndirilir.

Bir tərəfdən suyun təmizlənməsi və dezinfeksiyasının səmərəliliyini maksimuma çatdırmaq, digər tərəfdən isə təmizlənmə prosesinin suda arzuolunmaz əlavə məhsullar buraxmaması üçün şərait yaratmaq lazımdır. Bu, yeni müasir elementlər üçün zəruri olan ənənəvi suyun təmizlənməsi sxemlərinə yenidən baxılması ehtiyacına səbəb oldu. Suyun ozonlaşdırılması, geniş tətbiq dairəsi və müxtəlif problemlərin həlli imkanları ilə ndən biridir. Onun hərəkəti suyun dezinfeksiya edilməsinə və suyun orqanoleptik xüsusiyyətlərinin yaxşılaşdırılmasına yönəldilmişdir. Ozonlama ətraf mühit və insanlar üçün ekoloji cəhətdən təhlükəsizdir. Yuxarıdakı tədqiqatdan belə nəticəyə gəlmək olar ki, ilkin ozonlama suyun keyfiyyətinin orqanoleptik göstəricilərini yaxşılaşdırır. Ona görə də bəzi hallarda mənbə suyunun bulanıqlığı az olduqda suyu yalnız ozonlaşdırmaq və laxtalanmadan filtrasiya yolu ilə təmizləmək mümkündür. Rəngli, az

bulanıq suların ozonlaşdırılması zamanı ozon dozalarının optimal diapazonu mövcuddur ki, bu da sonrakı laxtalanma zamanı suyun təmizlənməsinin səmərəliliyinin artırılmasını təmin edir.

*Açar sözlər: su təchizatı, nasos stansiyaları, ozonlama kamerası, suyun turşuluğu, təmiz su, permaqanatin oksidləşmə qabiliyyəti*

### **АННОТАЦИЯ**

В целом при хлорировании воды образуются такие продукты, как триагометы, которые вредны для здоровья человека. В связи с этим нормативные документы ограничивают количество остаточного алюминия в питьевой воде, образующегося при коагуляционной очистке. Ужесточены требования к обеззараживанию питьевой воды. Вместо показателя эпидемиологической безопасности - коли-индекса, вода оценивается по шести показателям, относящимся к разным группам микроорганизмов.

С одной стороны, необходимо максимально повысить эффективность очистки и обеззараживания воды, а с другой стороны, необходимо создать условия, чтобы в процессе очистки в воде не оставались нежелательные побочные продукты. Вода это привело к необходимости пересмотра традиционных схем водоподготовки, необходимых для создания новых современных элементов. Его действие направлено на обеззараживание воды и улучшение органолептических свойств воды. Озонирование экологически безопасно для окружающей среды и человека. Из приведенного исследования можно сделать вывод, что первичное озонирование улучшает органолептические показатели качества воды. Поэтому в ряде случаев, когда мутность исходной воды невелика, очистить воду можно только путем озонирования и фильтрации без коагуляции. Существует оптимальный диапазон доз озона при озонировании окрашенных маломутных вод, обеспечивающий повышение эффективности очистки

воды при последующей коагуляции.

**Ключевые слова:** водоснабжение, насосные станции, озонационная камера, кислотность воды, чистая вода, перманганатно-окислительная способность.

### SUMMARY

In general, water chlorination produces products such as trihalomethanes, which are harmful to human health. In this regard, regulatory documents limit the amount of residual aluminum in drinking water formed in coagulation treatment water. Requirements for disinfection of drinking water have been tightened. Instead of an indicator of epidemiological safety - coli index, water is evaluated according to six indicators related to different groups of microorganisms.

On the one hand, it is necessary to maximize the efficiency of water purification and disinfection, and on the other hand, it is necessary to create conditions so that the purification process does not leave unwanted by-products in the water. This led to the need to revise the traditional water treatment schemes, which are necessary for new modern elements. Its action is aimed at disinfecting water and improving the organoleptic properties of water. Ozonation is ecologically safe for the environment and people. From the above study, it can be concluded that primary ozonation improves organoleptic indicators of water quality.

Therefore, in some cases, when the turbidity of the source water is low, it is possible to purify the water only by ozonation and filtration without coagulation. There is an optimal range of ozone doses during the ozonation of colored, low-turbidity waters, which ensures an increase in the efficiency of water treatment during subsequent coagulation.

**Key words:** water supply, pumping stations, ozonation chamber, water acidity, clean water, permanganate oxidation capacity

### ƏDƏBİYYAT

1. Suyun təmizlənməsinin müasir texnologiyaları. Vol.1 Yüksək keyfiyyətli içməli suyun əldə edilməsi. Alınkin V.N., Antskaitis A.V., Gorinov A.P. və başqaları. Moskva: Nedra nəşriyyatı, 2014. 207 s.
2. SP 31.13330.2012 Su təchizatı. Xarici şəbəkələr və strukturlar. SNiP 2.04.02-84-ün yenilənmiş nəşri (1.2 sayılı düzəlişlərlə) [Elektron resurs]. Giriş 2013-01-01
3. Musayev Ş.J. Su təchizatı mənbələrinin ekoloji vəziyyətinin əhəlinin sağlamlığına təsiri // Müasir şəraitdə gigiyena, ekologiya və sağlamlıq riskləri. 2017. №3. səh. 197-200

*Məqaləyə AzMIU-nun "Mühəndis sistemləri və qurğularının tikintisi" kafedrasının dosenti G.A. Ələsgərov rəy vermişdir.*