

DƏNİZ VƏ DUZLU SULARIN EMAL ÜSÜLLƏRİ

Emal olunmamış dəniz suyunda işləyən bütün növ və parametrlili buxarlandırıcılarda və alçaq təzyiqli qazan qurğularında intensiv olara ərpin yaranması baş verir. Qızma səthlərində ərpin əmələ gəlməsi istilikötürmə əmsalının və nəticədə də qurğunun məhsuldarlığının kəskin azalmasına səbəb olur. Emal olunmamış dəniz suyundan bir ay müddətində işləyən buxarlandırıcılarda istilikötürmə əmsalı təqribən 5-10 dəfə, həmin müddətdə orta məhsuldarlıq isə 3-7 dəfə azalmış olur, nəticədə də elə bu qədər dəfə də qurğuya kapital qoyuluşu artırılmalıdır.

İstilik mübadilə aparatları dəniz suyunda işlədikdə şəraitdən asılı olaraq qızma səthlərində kalsium karbonat, maqnezium hidrokسيد və kalsium sulfat ərpləri yaranı bilər. Kalsium karbonat və maqnezium hidrokسيد ərpinin yaranması bikarbonat ionlarının parçalanması nəticəsində əmələ gəlir. Kalsium sulfat ərpi isə dəniz suyu 100-105°C-dən yuxarı qızdırıldıqda və ya aşağı temperaturda, lakin daha çox buxarlandıqda yaranır. Qızma səthlərində ərpin əmələ gəlməsinin qarşısını almaq üçün dəniz suyu reagentsiz və ya reagentlə emal olunur.

Suyun reagentsiz emalı zamanı ona dənəvari aşqar verilir. Belə ki, suya ölçüləri 10-40 mkm olan tabaşır tozu əlavə etdikdə

kalsium karbonat və maqnezium hidrokسيدin kristallaşma prosesi qızma səthində yayınaraq böyük səthi olan aşqarın hissəcikləri üzərində baş verir. Bundan başqa hissəciklərin borunun divarına zərbələri və sürtünməsi nəticəsində qızma səthində maddələrin kristallaşması prosesinə mane olur, əmələ gəlmiş kristallar isə borunun səthi ilə möhkəm əlaqəyə girməyə imkan tapmır və su axını ilə aparılır.

Dənəvari aşqarın suya əlavə edilməsi ilə bütün növ buxarlandırıcı aparatlarda ərpin yaranmasının qarşısını almaq mümkün olur. Dənəvari aşqarın suya verilməsi ilə yanaşı buxarlandırıcı aparatın qızma səthində dəniz suyunun qaynamaması şərti də yerinə yetirilməlidir. Buna görə də dəniz suyunu buxarlandırmaq üçün xüsusi konstruksiyalı buxarlandırıcı aparatlardan istifadə olunur. Bu aparatlarda suyun qaynama sahəsi boruların qızma səthindən borular üstü sahəyə keçirilir. Qaynama sahəsi borular üstünə keçirilmiş buxarlandırıcılarda qızma səthinin üstündə müəyyən maye qatı saxlanılır ki, onun hidrostatik təzyiqi nəticəsində qızdırıcı borularda suyun qaynamasının qarşısı alınır.

Dənəvari aşqarın suya verilməsi ilə dəniz suyunun şirinləşdirilməsi üsulunda Şevçenko və Krasnovodsk şəhərlərində olan böyük

məhsuldarlıqlı buxarlandırıcı qurğularda istifadə olunur.

ABŞ-da dəniz suyunun turşu ilə emal olunması geniş yayılmışdır. Bu üsulun üstün cəhəti avadanlıqların və sxemlərin sadə olmaları və əsasən isə suyun tam karbonsuzlaşdırılmasının mümkünlüyüdür.

Suyun turşu ilə emalı texnologiyasında turşunun düzgün dozalanmasına fikir verilməlidir. Əgər suya verilən turşunun dozası tələb olunandan çox olarsa onda borular və buxarlandırıcılar intensiv korroziyaya uğrayarlar, az olduqda isə ərp yaranar. Suyun turşu ilə mütləq dəqiq dozalanmağını aparmaq mümkün olmadığından, dozalaşdırma artıqlaması ilə aparılır, su karbonsuzlaşdırılır və sonra isə natrium hidroksidlə emal olunur. Bu isə emal prosesini mürəkkəbləşdirir və iki növ reagentdən istifadə olunur.

Dəniz suyunu yumşaltmaq üçün əhəng və sodadan istifadə etmək olar. Lakin dəniz suyunun codluğu çox yüksək olduğundan reagentlərin səthi də yüksək alınır, nəticədə də iqtisadi baxımdan əlverişli olmur. Məsələn, codluğu okean suyundan xeyli az olan Xəzər dənizinin 1 m³ suyunun yumşaltmaq üçün 5 kq-a yaxın soda və 2 kq əhəng sərf etmək lazımdır. Bu üsulun çatışmayan cəhəti həm də ondadır ki, dərin yumşaldılmış su almaq olmur və karbonat ərpinin CaCO₃, Mg(OH)₂ yaranmasının qarşısını almaq üçün su əlavə olaraq turşu ilə emal olunmalıdır.

Rus alimləri F.Q.Proxorov və K.A. Yankovski (VTİ, Moskva) tərəfindən duzlu suları yumşaltmaq üçün üçpilləli Na-kationlaşdırma texnologiyası işlənmişdir. Bu texnologiyanın mahiyyəti ondan ibarətdir ki, dəniz suyu ardıcıl olaraq, üç pillə Na-kationit süzgəclərindən buraxılır. Birinci və üçüncü pillə Na-kationit süzgəcləri düzaxınlı, ikinci pillə isə əks-axınlı prinsipi ilə işləyir. Na-kationit süzgəcləri yumşalmış suda işləyən buxarlandırıcıların və yaxud qazan qurğusunun üflənən suyu (konservantları) ilə regenerasiya olunur. Türkmənistanın Krasnovodsk İEM-də məhsuldarlığı 240 m³/saat olan belə bir qurğu tikilərək istismara verilmişdir. Birinci, ikinci və üçüncü pillələrə yüklənmiş sulfokömürün orta mübadilə tutumları uyğun olaraq 110, 200 və 170 q-ekv/m³ təşkil etmişdir. Yumşaldılmış suyun, təqribən, 50%-i ikinci

və üçüncü pillələrin yuyulmasına sərf olunurdu. Buxarlandırıcının ərpsiz rejimini təmin etmək mümkün olmadı. Ərpin yaranması orta hesabla 1,5-2 dəfə azalmış oldu.

Azərbaycan alimi İ.Z.Makinski termokimyəvi üsulla dəniz suyunun dərin yumşaldılması texnologiyasını təklif etmiş və sənaye miqyasında sınaqdan keçirmişdi. Bu üsulun mahiyyəti ondan ibarətdir ki, dəniz suyuna əhəng əlavə edilir, suda olan maqnezium ionları kalsium ionlarına keçir və suda maqnezium hidroksid çöküntüləri yaranır. Əhənglənməmiş su termuyumşaldıcıya daxil olur və oraya verilən buxarla qarışdırılaraq 160-165°C-dək qızdırılır. Xəzər dənizinin suyunda sulfat ionlarının qatılığı, təqribən, onun ümumi codluğuna ekvivalent olduğundan, əhənglə emal olunmuş suyun codluğu, əsasən, kalsium sulfatdan ibarət olur. 160-165°C-də kalsium sulfatın həll olması kəskin azaldığından o maqnezium hidroksidlə yanaşı çökərək dəniz suyunun codluğu 75-80-dən 20-25 mq-ekv/dm³-dək azalır. Qeyd etmək lazımdır ki, sulfat ionlarının qatılığı codluğa nisbətən az olan sularda (məsələn, okean suyu) bu emal üsulu əvvəlcədən sulfat ionlarının əlavə edilməsini tələb edir.

İ.Z.Makinskinin sxeminə görə suyun dərin yumşaldılması iki pilləli Na-kationlaşdırma ilə yerinə yetirilir. Yumşalmış suyun codluğu 0,35-0,5 mq-ekv/dm³ təşkil edir. Na-kationit süzgəcləri yumşaldılmış suda işləyən buxarlandırıcıların konsentratı ilə regenerasiya olunur.

Termokimyəvi üsulla yumşaldılma texnologiyası çox mürəkkəbdir və yüksək potensiallı çoxlu miqdarda buxar tələb edir.

Dəniz və duzlu suları Na-kationlaşma ilə emal etdikdə yumşalmış suda işləyən buxarlandırıcıların konsentratı məlum texnologiyalarda kationitlərin regenerasiya edilməsinə bəs etmir. İ.Z. Makinskinin tədqiqatlarına görə gətirilmiş xörək duzundan istifadə etmədən Xəzər dənizinin suyunu dərin yumşaltmaq üçün Na-kationitin qarşısında natrium ionlarının codluq ionlarına nisbəti 5-dən çox olmalıdır, yəni $[Na]/C \geq 5$. Xəzər dənizi üçün bu nisbət cəmi 1,8 təşkil edir. Termokimyəvi üsulda bu nisbəti artırmaq üçün dəniz suyuna əvvəlcə əhəng verilir, sonra 160-165°C temperaturda codluq duzlarının bir hissəsi termoyumşaldıcıda çökdürülür. Üçpilləli Na-kati-

onlaşdırma ilə yumşalma üsulunda isə göstərilən şərt süzgəclərin regenerasiyası üçün əlavə olaraq kənardan, xüsusi sərfi $14-15 \text{ kq/m}^3$ olan gətirilmiş xörək duzu ilə yerinə yetirilir.

1963-cü ildə Rosvelld şəhərində (ABŞ, Nyu-Meksiko ştatı) okean suyunun şirinləşdirici qurğusunda buxarlandırıcılar üçün bəsləyici suyun, onların konsentrasi ilə regenerasiya olunan Na-kationlaşdırma ilə yumşaldılma üsulu sınaqdan keçirilmişdir. Bu qurğunun istismar təcrübəsi göstərdi ki, okean suyunun 70%-nin yumşaldılması üçün əlavə olaraq, xüsusi sərfi $5,25 \text{ kq/m}^3$ olan, kənardan xörək duzu götürmək lazımdır. Qeyd etmək lazımdır ki, okean suyunda natrium ionlarının cəmiyyət ionlarına olan nisbəti 3,7-yə bərabərdir, bu da Xəzər dənizindəkindən 2 dəfə çoxdur. Yuxarıda göstəriləndi kimi adi texnologiyadan istifadə etdikdə buxarlandırıcıların konsentrasi Na-kationit süzgəclərini regenerasiya etməyə çatmır və əlavə olaraq kənardan götürülən xörək duzundan istifadə edilir.

Aparılan tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edildi ki, dəniz və duzlu suların yumşaldılmasının bütün texnoloji proseslərini səmərəli təşkil etdikdə yumşalmış suda işləyən buxarlandırıcıların konsentrasi Na-kationit süzgəclərini regenerasiya etmək üçün artırıqlaması ilə bəs edir. İstilik və kənardan gətirilən xörək duzuna ehtiyac qalmır.

Yüksək duz konsentrasiyasına görə dəniz suyu insanlar tərəfindən birbaşa qəbul edildikdə dehidrasiyaya səbəb olur. Hal-hazırda böyük ölçüdə dəniz suyunu, içməli suya sadəcə əks osmos vasitəsilə çevirirlər və bu zaman çoxlu enerji istifadə olunmaqla bərabər karbon emissiyası baş verir və ekologiyaya zərər vurulur. Təbii günəş işığı altında dəniz suyu buxarlana bilsə də bu çox kiçik miqyasda baş verir və kütləvi istifadə üçün əlverişli yol deyildir. Bu araşdırmada üzə bilən Qrafen membranı vasitəsilə məhz günəş enerjisini istifadə edərək dəniz suyunun içməli suya böyük miqyasda və səmərəliliklə çevrilməsindən bəhs edirik. Poliimid filmləri Qrafen membranlarına təkaddımlı lazer skraybinq (one-step laser scribing) vasitəsilə tamamilə çevrilə bilirlər və bu zaman heç bir kimyəvi maddəyə ehtiyac olmur və yaxud tullantı yaranmır. Buna “yaşıl duzsuzlaşdırma” da deyilir. Bu duzsuzlaşdırma ilə su saatda $1.37 \text{ kq.m}^{-2}\text{s}$ sürətlə tək günəş

ışığı ilə duzsuzlaşdırıla bilir və məişət suyundan daha təmiz alınır. Bu membranlar suyun səthində tarazlıq saxlayaraq üzə bilir və nəticədə bu proses okean səthində asan duzsuzlaşdırmaya uyğundur.

Alimlər, hibrid qrafen-polimer membranların istehsalı üçün nisbətən sadə bir üsul hazırladılar. Yaranan membranlar suyu duzdan, xlorlardan və müxtəlif boyalardan effektiv şəkildə süzür və digər qrafen membranlardan daha yaxşı öhtəsindən gələrək və uzun müddət xüsusiyyətlərini saxlayır.

Tədqiqatçılar, duzsuzlaşdırma və suyun təmizlənməsi üçün yeni materiallar və texnologiyalar axtarırlar. Son illərdə qrafen və ya onun törəmələri getdikcə filtrasiya materialı roluna namizəd hesab olunur. Burada, əvvəlcə məsələli bir polivinil spirti dəyişdirilmiş polisulfon polimer filmi yaradılır. Sonra qrafen oksid və çox qatlı qrafenlərin kiçik parçalarının qarışığı bu filmin üzərinə səpilir. Beləliklə, fərqli materialların birləşməsi səbəbindən nisbətən yüksək gücü və filtrasiya qabiliyyətini birləşdirən kompozit bir membran əldə edilir.

Elm adamları bir gündə onlarla atmosfer su təzyiqində bir neçə filtr sınağı keçirdi. Beş belə testdən sonra membrana heç bir ziyan vurmadılar. Bütün sınaq müddəti ərzində natrium-xloriddən suyun təmizlənmə dərəcəsi 85, sənayedə tez-tez istifadə olunan E133 boyası isə yüzə 96 idi. Tədqiqatçılar kompozit membranlarının xloru yalnız qrafen oksiddən ibarət olan membranlardan daha yaxşı tutduğunu iddia edirlər.

Yuxarıda nəzərdən keçirilən dəniz və duzu suların yumşaldılma texnologiyalarının mürəkkəb olmaları, kapital və istismar xərclərinin yüksək olmasına səbəb olur.

ƏDƏBİYYAT

1. Бадалов Б.Ш. Повторное использование стоков химобессоливающих установок при подготовке подпиточной воды теплосети. Баку, ЭЛМ, 2009, 148с.
2. Quliyev Ə.M., İstilik texnikası. Ali texniki məktəblər üçün dərs vəsaiti. İkinci nəşri. Bakı, “Təhsil” NPM, 2012, 302 s.
3. Kəngərli A.C. Su kəməri təmizləyici qurğularının layihələndirilməsi. Bakı, 2016, 224 s.

4. Feyziyev H.Q., Hüseynova G.H.. Dəniz və duzlu suların şirinləşdirilməsi. Bakı, “Xəzər” Universitetinin nəşriyyatı. 2016, 266 s.
5. Feyziyev H.Q., Hüseynova G.H. İstilik təchizatı sistemləri üçün su hazırlığı. Ali texniki məktəblər üçün dərslik. Bakı, 2012, 358 s.

XÜLASƏ

Dünyada içməli su probleminin həlli müasir dövrün əsas global məsələlərindən biridir. Yer kürəsinin böyük hissəsinin su ehtiyatından ibarət olmasını və bu suların əksər hissəsinin duzlu sular olduğunu bilirik. Buna görə də müasir dövrdə dəniz və duzlu suların yumşaldılması və onun yumşaldılma üsullarının araşdırılması əsas məsələlərdən biridir. Bu üsulların öyrənilməsi və tətbiqi içməli su probleminin həllində mühüm rol oynayır.

Açar sözlər: Su problemi, su çatışmazlığı, su probleminin həlli yolları, duzlu su yumşaltma üsulları.

SUMMARY

Nowadays shortage of drinking water is big problem in the world. As we know big part of earth is water. But these water are salty and not drinking. Therefore investiga-

tion of ways for water softening and sea water softening is one of the main tasks for the humans at the modern time. There is high role of these ways knowing and implementation for water problem.

Key words: Water problem, water, shortage of water, the ways of water problem solving, salty water, softening ways.

АННОТАЦИЯ

Решение проблемы питьевой воды в мире является одним из главных глобальных вопросов современности. Мы знаем, что большая часть земли состоит из воды, и что большая часть этой воды – соленая вода. Поэтому одним из главных вопросов современности является умягчение морской и соленой воды и изучение методов ее опреснение. Изучение и применение этих методов играет важную роль в решении проблемы питьевой воды.

Ключевые слова: Водная проблема, нехватка вода, умягчение морской воды, методы умягчения соленой воды.

Məqaləyə AzMİU-nun “Mühəndis sistemləri və qurğuların tikintisi” kafedrasının dosenti Ə.M. Quliyev rəy vermişdir.