

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ
AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ**

Əlyazması hüququnda

ARZU SARI OĞLU YUSUBOV

**İSTİLİK ŞƏBƏKƏLƏRİ ÜÇÜN ƏLAVƏ SUYUN
HAZIRLANMASI ÜSULLARININ SƏMƏRƏLİ
İSTİFADƏ OBLASTININ TƏYİNİ VƏ SEÇİLMƏSİ**

3305.05 – Mühəndis-kommunikasiya sistemləri

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru alimlik dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

A V T O R E F E R A T I

BAKİ – 2015

İş Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetində yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: texnika elmləri doktoru,
professor **M.F.CƏLİLOV**

Rəsmi opponentlər: texnika elmləri doktoru
V.H.HƏSƏNOV

texnika üzrə fəlsəfə doktoru
Z.Ə.TARİXAZƏR

Aparıcı təşkilat: «Azərenerji» Açıq Səhmdar Cəmiyyətinin «Azərbaycan
Elmi-Tədqiqat və Layihə-Axtarış Energetika İnstitutu»
Məhdud Məsuliyyətli Cəmiyyəti

Dissertasiya işinin müdafiəsi 30 sentyabr 2015-ci il tarixində saat 11⁰⁰
Azərbaycan Texniki Universitetində fəaliyyət göstərən B/D 02.031
Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: AZ1073, Bakı şəhəri, H.Cavid pr.25

Dissertasiya işi ilə Azərbaycan Texniki Universitetinin kitabxanasında
taniş olmaq olar.

Avtoreferat 28 avqust 2015-ci il tarixində göndərilmişdir.

Dissertasiya işinin avtoreferatına rəyi 2 (iki) nüsxədə təsdiq olunmuş
imzalarla elmi katibin adına yuxarıda göstərilən ünvana göndərməyinizi
xahiş edirik.

B/D 02.031 Dissertasiya Şurasının
elmi katibi, t.e.n., dosent

E.B.GÖZƏLOV

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

İşin aktuallığı. Mərkəzləşdirilmiş istilik təchizatı sistemində istilik şəbəkələrinin vəzifəsi istilikdaşıyıcısı funksiyasını yerinə yetirən suyu istilik mənbəyindən istehlakçılara çatdırmaqdır. İstilik şəbəkələrində şəbəkədən itirilən su itkilərini kompensasiya etmək üçün istifadə olunan suyun keyfiyyəti istilik verən səthlərdə, qızdırıcı cihazlarda və boru kəmərlərində ərp və şlamin əmələ gəlməsinə imkan verməməlidir. Belə ki, ərp və şlamin yaranması istilikötürmə əmsalını nəzərəcərpacaq dərəcədə azaltmaqla, yanacağın xüsusi sərfinin yüksəlməsinə və bununla da ətraf mühitin karbon dioksidlə çirklənməsinin artmasına səbəb olur.

İstilik şəbəkələrinə verilən suyun keyfiyyət göstəricilərini tələb olunan normalarda saxlamaq üçün ilkin su müxtəlif üsullarla emala uğradılır. Bu üsullardan ən geniş yayılanları turşu ilə, əhənglə, əhəng və soda ilə emal, natrium və ya hidrogen kationmübadilə üsulları ilə tam və ya qismən yumşaltmadır. Su hazırlığı sahəsində ətraf mühitin mühafizəsini təmin edən və təbii ehtiyatlardan səmərəli istifadə etməklə ekoloji təmiz və iqtisadi cəhətdən səmərəli texnoloji sxemlərin, avadanlıqların və materialların işlənilməsinə, tətbiqinə və istifadəsinə böyük ehtiyac duyulmaqdadır.

İstilik şəbəkələri üçün bu tələbləri ödəyən çoxsaylı texnoloji sxemlər və üsullar işlənilmiş və onların tətbiq oblastları, demək olar ki, müəyyənləşdirilməmiş və ya yalnız texnoloji göstəricilərinə görə baxılan üsul və ya sxemin yararlı olub-olmaması təyin edilmişdir. Məsələn, ilkin su kimi hidrokarbonat tipli sularından istifadə edilməklə istilik şəbəkələri üçün əlavə suyun hazırlanması yuxarıda qeyd edilən məlum üsulların hər biri ilə mümkündür.

Lakin bunlardan hansının ekoloji cəhətdən daha təmiz və iqtisadi cəhətdən daha səmərəli olması məsələlərinə diqqət yetirilməmişdir. Ona görə də bazar iqtisadiyyatı şəraitində mal və materialların yeni şəraitə uyğun formalaşmış qiymətlərini nəzərə almaqla su hazırlama üsullarından hansının tətbiqinin texnoloji cəhətdən mümkün və iqtisadi cəhətdən daha səmərəli olması ilkin suyun tərkibindən, qurğunun məhsuldarlığından, istilik mənbəyinin və istilik şəbəkəsinin növündən, suyun qızdırılma temperaturundan asılı olaraq təyin edilməsi və bunun üçün yeni metodikanın işlənilməsi su hazırlığı sahəsində aktual məsələlərdən biridir.

İşin məqsədi. İstilik şəbəkələri üçün əlavə suyun hazırlanmasında geniş yayılmış emal üsullarının texnoloji və iqtisadi göstəricilərini araşdırmaq, ekoloji cəhətdən təmiz, iqtisadi cəhətdən əlverişli və texnoloji cəhətdən mümkün tətbiq oblastlarının müəyyənləşdirilməsi tədqiqat işinin əsas məqsədidir.

Bu məqsədin həyata keçirilməsi üçün tədqiqat işində aşağıdakı məsələlər qarşıya qoyulmuş və həll edilmişdir:

- yeni layihələndirilən və ya istifadədə olan su hazırlama qurğularının texnoloji cəhətdən mümkün və iqtisadi cəhətdən əlverişli üsulunun müəyyənləşdirilməsi metodikasının işlənilməsi;
- istilik şəbəkələri üçün əlavə suyun hazırlanmasının ənənəvi üsulları olan, turşu ilə emal (turşulaşdırma), əhənglə emal və turşulaşdırma, əhəng-soda ilə emal və turşulaşdırma, “natamam” H- kationlaşma, qismən Na-kationlaşma və birgə H-Na- kationlaşma üsullarının texnoloji cəhətdən tətbiq oblastlarının müəyyənləşdirilməsi;
- qeyd edilən ənənəvi su hazırlama üsullarının texnoloji cəhətdən tətbiq oblastları daxilində iqtisadi göstəricilərinin araşdırılması, səmərəliliklərinin müəyyənləşdirilməsi və əlverişli istifadə oblastlarının təyini;
- istilik şəbəkələri üçün əlavə suyun hazırlanmasının axıntısız üsullarından “natamam” və stexiometrik turşu sərfi ilə regenerasiya rejimlərində H-kationlaşma, qismən və ya tam Na-kationlaşma, əhənglə emal və qismən H-kationlaşma üsullarının istifadə oblastlarının müəyyən edilməsi;
- axıntısız əlavə su hazırlama texnologiyalarının səmərəliliklərinin tədqiqi və əlverişli üsulun seçilməsi;
- ilkin suyun tərkibinin, qurğunun məhsuldarlığının, reagentlərin və avadanlıqların dəyərinin əlavə suyun hazırlanmasına çəkilən xərclərə təsirinin araşdırılması (tədqiqi);
- araşdırmaların nəticələrinə görə konkret su hazırlama qurğusunun texnoloji sxeminin işlənilməsi və illik iqtisadi səmərənin təyini.

Tədqiqat metodları. Dissertasiya işində bir sıra texnoloji və iqtisadi göstəricilərin tədqiqi aparılmışdır. Texnoloji göstəricilərin təyini su hazırlığında qəbul edilmiş ümumi məlum metodikalarla həyata keçirilmişdir. İqtisadi göstəricilərin təyini üçün 1 m³ ilkin suyun emalına çəkilən xərci xüsusi gətirilmiş xərc olaraq qəbul etmək qərara alınmış və bu göstərici iqtisadi araşdırmalarda nəzərdə tutulan qaydada müəyyənləşdirilmişdir.

Bir sıra texnoloji göstəricilərin (reagentlərin sərfi, süzəgəclərin və çənlərin ölçüləri, nasosların seçilməsi və s.) və həmçinin xüsusi gətirilmiş xərclərin hesablanması üçün yeni metodika təklif edilmiş və bu metodika əsasında ilk dəfə olaraq “Microsoft QBasic” proqramlaşdırma dilində hesablama alqoritmi qurulmuş və kompüter proqramı tərtib edilmişdir.

İşin elmi yenilikləri. Tədqiqat işində baxılan əlavə suyun hazırlanması üsullarının texnoloji və iqtisadi göstəricilərinə görə müqayisə edilərək əlverişli üsulun və mümkün tətbiq oblastının təyini üçün yeni metodika işlənilmiş və kompüter proqramları tərtib edilmişdir. Həmçinin:

- turşu ilə emal üsulu tədqiq edilərək prosesin texnoloji və iqtisadi göstəricilərini tərtib edilmiş kompüter proqramı əsasında müəyyənləşdirərək əlverişli tətbiq oblastı təyin edilmişdir;

- əhənglə, əhəng və soda ilə emal üsulları ayrılıqda və onların turşulaşdırma üsulu ilə birləşdirilmiş tətbiq oblastları təyin edilmişdir;
- ion mübadilə üsulları ilə əlavə su hazırlamanın texnoloji və iqtisadi göstəriciləri araşdırılmış, səmərəlilikləri müəyyənləşdirilmiş və əlverişli tətbiq oblastları təyin edilmişdir;
- axıntısız üsulla əlavə suyun emalı prosesi araşdırılaraq səmərəli üsulun seçilməsi və tətbiq oblastı təyin edilmişdir.

Aparılmış araşdırmalar və işlənmiş metodika su hazırlama texnologiyalarında ilkin suyun tərkibinin, qurğunun məhsuldarlığının, avadanlıqların, reagent və materialların dəyərinin vahid miqdarda məhsul istehsalına təsirini müəyyənləşdirməyə imkan verməklə texnoloji mümkün və iqtisadi cəhətdən daha səmərəli üsulu seçməyə imkan verir.

Nəticələrin doğruluğu və əsaslılığı. Alınmış nəticələr texnoloji göstəricilər üzrə məlum texnologiyalarla alınan nəticələrlə tam uzlaşır, əsas iqtisadi göstərici kimi qəbul edilmiş xüsusi gətirilmiş xərclər istismarda olan anoloji qurğuların iqtisadi göstəricilərinə uyğundur və yaranan xəta texniki hesabatlarda yol verilən 5% həddini aşmır.

İşin praktik əhəmiyyəti. Dissertasiya işində alınmış nəticələr istismarda olan qurğuların iqtisadi səmərəliliyini artırmaq və yeni su hazırlama qurğularının layihələndirmə mərhələsində və istismarda olan qurğuların rekonstruksiyası zamanı texnoloji və iqtisadi göstəricilərinə görə daha əlverişli texnoloji sxemin tərtib edilmiş kompüter proqramları əsasında müəyyənləşdirilməsinə imkan verir.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar:

1. İstilik şəbəkələri üçün əlavə suyun hazırlanması üsullarının səmərəli istifadə oblastlarının təyini və seçilməsi üçün işlənmiş metodika.
2. İşlənmiş metodika əsasında istilik şəbəkələri üçün əlavə suyun hazırlanmasının texnoloji cəhətdən mümkün və iqtisadi cəhətdən əlverişli üsulunu təyin etmək məqsədi ilə ilk dəfə olaraq "Microsoft QBasic" proqramlaşdırma dilində işlənmiş hesabat alqoritmləri.
3. Qurğunun məhsuldarlığından, ilkin suyun ion tərkibindən, istilik mənbəyindəki avadanlığın və istilik şəbəkəsinin növündən və şəbəkə suyunun qızdırılma temperaturundan asılı olaraq istilik şəbəkələri üçün əlavə suyun hazırlanması üsullarının texnoloji və iqtisadi göstəricilərinin təyini üçün işlənmiş hesablama proqramı.
4. İstilik şəbəkələri üçün əlavə suyun tədqiq olunan üsulları üzrə iqtisadi göstərici kimi götürülmüş xüsusi gətirilmiş xərclərə müxtəlif amillərin təsirinin araşdırılması və prosesin iqtisadi göstəricilərinin yüksəltməyin yollarının müəyyənləşdirilməsi.

İşin nəticələrinin tətbiqi. Tədqiqat işində işlənmiş hesablama proqramı layihələndirmə mərhələsində konkret hal üçün hansı texnoloji üsulun tətbiq edilməsinin mümkünlüyünü müəyyənləşdirməyə imkan verir. Dissertasiya işinin nəticələri metodiki vəsait kimi Azərİstİlİktəchizat ASC tərəfindən qəbul olunmuşdur (tətbiq aktı dissertasiya işinə əlavə edilir).

İşin aprobasiyası. Dissertasiya işində alınan nəticələr və işlənən texnoloji sxemlər AzMİU-nun “İstilik, qaz təchizatı və ventilyasiya” kafedrasında, AzMİU-nun 30 illik yubileyinə həsr olunmuş “Fəlakətlərin proqnozlaşdırılması, ləğvi və fəvqəladə hallarda terrorizmin rolu” III Beynəlxalq Simpoziyunda (Bakı, 2005), H.Q.Feyziyevin anadan olmasının 70, elmi-pedaqoji fəaliyyətinin 45 illiyinə həsr olunmuş “İstilik energetika qurğularının tullantılarından ətraf mühitin mühafizəsinin mühəndis problemləri” mövzusunda Beynəlxalq elmi-praktiki konfransda (Bakı, 2006); aspirantların və gənc tədqiqatçıların XI Respublika elmi konfransında (Bakı, 2006); “FÖVQƏL” Assosiasiyasının 10 illik yubileyinə həsr olunmuş “Fəvqəladə hallarda təhlükəsizliyin idarə olunması” IV Beynəlxalq simpoziyunda (Bakı, 2007) ; AzMİU-nun Professor-müəllim heyətinin və aspirantların elmi konfranslarında (Bakı, 2007 və 2010-cu illər) məruzə və müzakirə edilmişdir.

Nəşr. Aparılmış tədqiqatların nəticələri müəllifin çap edilmiş 12 elmi əsərində öz əksini tapmışdır.

İşin strukturu və həcmi: Dissertasiya işi giriş, dörd fəsil, nəticələr və 149 adda istifadə edilən ədəbiyyat siyahısından ibarət olmaqla 161 səhifədə şərh edilmişdir. İşə 24 şəkil, 19 cədvəl, 11 əlavə daxildir.

İŞİN MƏZMUNU

Girişdə dissertasiya mövzusunun aktuallığı əsaslandırılmış, işin məqsədi, və müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar müəyyənləşdirilmişdir.

I fəsilə istilik şəbəkələri üçün əlavə suyun keyfiyyətinə qoyulan tələblər qeyd olunmuş, istilik şəbəkələri üçün əlavə suyun hazırlanmasının əsas üsulları haqqında məlumat verilmişdir. Sistemdə yaranan itkilərin kompensasiyası, tələb olunan keyfiyyətdən asılı olaraq, qismən və ya tam yumşaldılmış su ilə aparılır. İstilik şəbəkələri üçün əlavə suyun hazırlanmasının ənənəvi və axıntısız texnologiyalarına baxılmış və onlar haqqında ətraflı məlumat verilmişdir. Bu texnologiyalar içərisində öz keyfiyyəti ilə seçilən, AzMİU-da prof. H.Q. Feyziyevin rəhbərliyi ilə işlənmiş, az reagent sərfli və az axıntılı, axıntısız texnologiyalar haqqında şərh verilmişdir.

II fəsilə istilik şəbəkələri üçün əlavə suyun hazırlanmasının sadə üsulu olan turşulaşdırma üsulunun texnoloji və iqtisadi göstəricilərinə görə

səmərəliliyi tədqiq olunmuşdur. İstilik şəbəkəsinə verilən əlavə suyun keyfiyyəti iki əsas tələbatı ödəməlidir:

1. Əlavə suyun tərkibindəki qələviliyin (Q_o) kalsium ionlarının konsentrasiyasına (Ca_o) hasilini xarakterizə edən karbonat indeksi (I_k) normalaşdırılmış qiymətdən çox olmamalıdır:

$$I_k \geq Ca_o \cdot Q_o, \quad (mq - ekv/l)^2 \quad (1)$$

2. Əlavə suyun kalsium ionları (Ca_o) ilə sulfat ionlarının ($SO_{4,o}$) konsentrasiyaları hasilini kalsium-sulfatın verilmiş temperaturdakı həllolma hasilindən az olmalıdır ki, $CaSO_4$ -ün çökməsi baş verməsin:

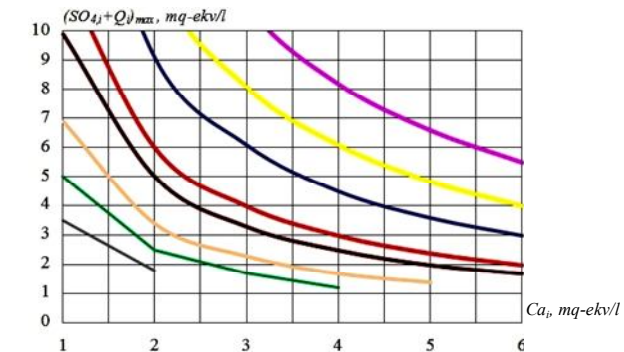
$$HH_{CaSO_4} \geq Ca_o \cdot SO_{4,o}, \quad (mq - ekv/l)^2 \quad (2)$$

Turşulaşdırma üsulu ilə hazırlanan əlavə suyun orta qalıq qələviliyi isə 0,3 mq-ekv/l-dən az olmamalı və suyun pH göstəricisi 8÷8,5 intervalında olmalıdır. Bu üsulla emal zamanı yalnız ilkin suyun qələviliyi azaldılır. Sulfat turşusunun istismarının asan, qiymətinin nisbətən ucuz və daha az aqressivliyə malik olması səbəbindən turşulaşdırma demək olar ki, həmişə bu turşu ilə aparılır. Turşulaşdırma prosesində kalsium ionlarının konsentrasiyasının dəyişmədiyini nəzərə alaraq texnoloji cəhətdən mümkün tətbiq oblastının təyini üçün aşağıdakı ifadələri almış olarıq:

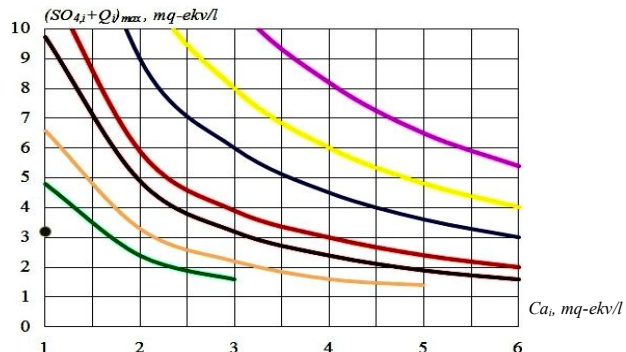
$$\begin{cases} 0,3 \leq Q_o \leq \frac{I_k}{Ca_i} \\ Ca_i (SO_{4,i} + Q_i) \leq HH_{CaSO_4} + I_k \end{cases} \quad (3)$$

Karbonat indeksinin normativ qiymətlərinin istilik şəbəkəsinin növündən (açıq və ya qapalı), istilik mənbəyinin növündən (suqızdırıcı qazan və ya şəbəkə suqızdırıcısı) və kalsium-sulfatın həllolma hasilinin baxılan temperatur üçün məlum olduğunu nəzərə alsaq turşulaşdırma üsulunun ilkin suyun tərkibindən, konkret olaraq ilkin sudakı kalsium, qələvilik və sulfat ionlarının konsentrasiyalarının cəmindən asılı olaraq tətbiq oblastını müəyyənləşdirmək olar. Alınan (3) ifadəsinin köməyi ilə ilkin suda kalsium codluğunun (Ca_i^{2+}), sulfat (SO_{4i}^{2-}) və qələvilik (Q_i) ionlarının konsentrasiyalarının cəminin istilik şəbəkəsinin növündən, şəbəkə suyunun qızdırılma üsulundan və temperaturundan asılı olaraq turşulaşdırma üsulunun tətbiq oblastları müxtəlif hallar üçün hesablanaraq müəyyənləşdirilmiş və nəticələr qrafik şəklində verilmişdir. (şək. 1, a-ç).

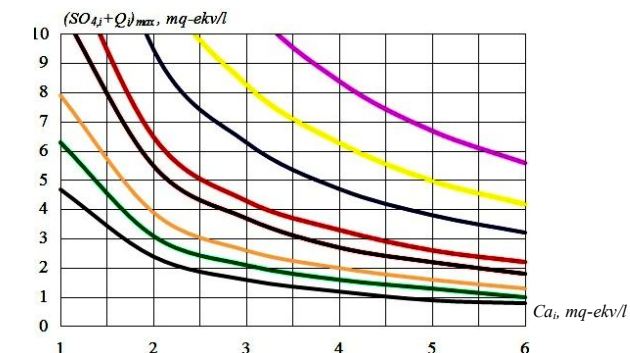
Şəbəkə suyunun suqızdırıcı qazandan istifadə edilməklə qızdırıldığı hala uyğun qurulmuş əyrilər dəsti şək.1 (a, b)-də, şəbəkə suqızdırıcısında qızdırıldığı hala uyğun əyrilər isə şək.1 (c, ç)-də göstərilmişdir. Bu qrafiklərin araşdırılmasından məlum olur ki, şəbəkədəki istilikdaşıyıcısının nisbətən



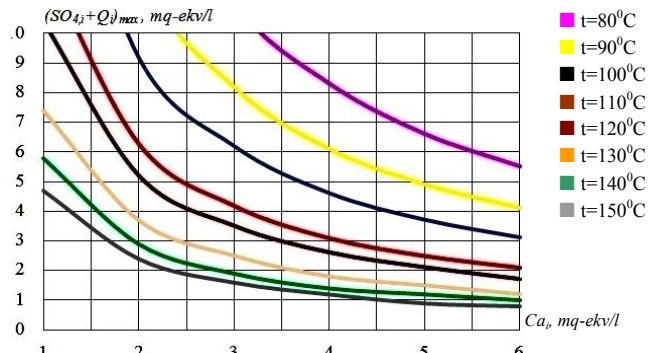
a) suqızdırıcı qazan və istilik şəbəkəsi açıq sistem olduqda



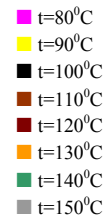
b) suqızdırıcı qazan və istilik şəbəkəsi qapalı sistem olduqda



c) şəbəkə suqızdırıcısı və istilik şəbəkəsi açıq sistem olduqda



ç) şəbəkə suqızdırıcısı və istilik şəbəkəsi qapalı sistem olduqda



Şək.1. Turşu ilə emal üsulunun ilkin suyun tərkibindən, şəbəkə suyunun qızdırılma üsulundan, temperaturdan və istilik şəbəkəsinin növündən asılı olaraq mümkün tətbiq oblastlarının təyini qrafikləri.

aşağı temperaturalarında turşulardırma üsulu daha geniş tətbiq oblastına malik olur. Belə ki, ilkin suda kalsium ionlarının konsentrasiyası 2 mq-ekv/l olduğu və istilikdaşıyıcısı 100°C-yə qədər qızdırıldığı halda turşulaşdırma üsulu ilkin suda sulfat ionlarının və qələviliyin konsentrasiyaları cəmi 9 mq-ekv/l-ə qədər olan hallarda mümkündür. Şəbəkə suyunun temperaturunun 130°C olduğu halda isə turşulaşdırma üsulu ilkin suda sulfat və qələvilik ionlarının konsentrasiyaları cəminin 3,2 mq-ekv/l qiymətinə qədər tətbiq oluna bilər. Şəbəkə suyunun temperaturunun və ilkin suda kalsium ionlarının konsentrasiyası yüksəldikcə turşulaşdırma üsulunun tətbiq oblastı kəskin məhdudlaşır. Belə ki, ilkin suda kalsium ionlarının qatılığı 3 mq-ekv/l-dən çox olduğu və şəbəkə suyu 150°C-yə qədər qızdırıldığı halda turşulaşdırmanın tətbiqi demək olar ki, mümkün olmur.

Tədqiqat işində baxılan 9 tip su üçün açıq və qapalı istilik təchizatı sistemlərində suyun qızdırılması suqızdırıcı qazan və şəbəkə suqızdırıcısından istifadə edildiyi hallarda turşulaşdırma üsulunun mümkün tətbiq oblastları göstərilmişdir.

Tədqiqatlar zamanı müəyyən edilmişdir ki, şəbəkə suyunun qızdırılması üçün suqızdırıcı qazandan istifadə edildiyi halda həm açıq, həm də qapalı sistemlər üçün turşulaşdırma üsulunun tətbiqi ilə nə Şollar, nə də Kür sularından tələb olunan keyfiyyətdə qidalandırıcı su hazırlamaq mümkün olmur. İlkin su kimi Ceyranbatan və ya MDB-də qəbul edilmiş II tip sudan istifadə edildikdə turşulaşdırma üsulunun tətbiqi şəbəkə suyu 120°C-yə qədər qızdırıldıqda mümkün olur. Daha yüksək temperaturalarda turşulaşdırma üsulu bu sular üçün də yararlı olmur. Müəyyən edilmişdir ki, turşu ilə emal üsulu suqızdırıcı qazandan istifadə edildiyi halda baxılan doqquz tip sudan ancaq MDB I tip su üçün şəbəkə suyunu 150°C-yə qədər qızdırıldığı bütün hallarda tətbiq oluna bilər. Qeyd etmək lazımdır ki, şəbəkə suyu açıq sistemlərdə 120°C-yə qədər, qapalı sistemlərdə isə 110°C-yə qədər qızdırıldıqda birinci tip su turşu ilə emala uğradılmadan da, yalnız mexaniki qarışıqlardan təmizlənərək istilik şəbəkəsinə əlavə edilə bilər.

Şəbəkə suqızdırıcısından istifadə edildikdə suqızdırıcı qazandan istifadə variantı ilə müqayisədə turşulaşdırma üsulunun tətbiq oblastı bir qədər genişlənir. Buna səbəb şəbəkə su qızdırıcısından istifadə edildiyi halda karbonat indeksinin normativ qiymətinin (buraxıla bilən həddinin) nisbətən yüksək olmasıdır.

Çəkilən xərcləri müqayisə etmək, bu xərclərə müxtəlif amillərin təsirini araşdırmaq və prosesin səmərəliliyini qiymətləndirmək məqsədilə iqtisadi kriteriya kimi 1 m³ emal edilən suya çəkilən xərci – xüsusi gətirilmiş xərc (XGX) olaraq müəyyənləşdirmək qəbul edilmişdir. XGX hesablanarkən su hazırlama texnologiyasına uyğun olaraq qurğunun prinsipial sxemi işlənilmiş

və bu sxemə daxil olan süzğəclərin, şəffaflaşdırıcının, nasosların, işlədilən reagentlərin, elektrik enerjisinin və s. miqdarları müəyyənləşdirilmiş və buna uyğun olaraq bazar qiymətləri ilə çəkilən xərclər nəzərə alınmışdır.

Xüsusi gətirilmiş xərcləri (XGX) təşkil edən amillər aşağıdakı üç qrupa bölünmüşdür:

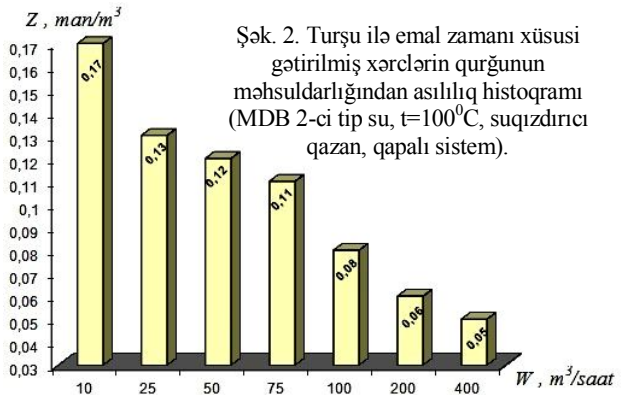
1. Qurğunun metal hissəsinə çəkilən xərclərdən yaranan gətirilmiş xərclər (XGXM): - bu xərclərə su və reagent çənlərinə, süzğəclərə, nasoslara çəkilən xərclər aid edilmişlər;
2. Qurğunun kationit hissəsinə çəkilən xərclərdən yaranan gətirilmiş xərclər (XGXX): - bu xərclərə kationit və antrasitə çəkilən xərclər aid edilmişlər;
3. Quruğuda işlədilən digər material və reagentlərə çəkilən xərclərdən yaranan gətirilmiş xərclər: - bu xərclərə emal olunmuş suyun maya dəyərinə daxil olan ilkin suya, reagentlərə və elektrik enerjisinə çəkilən xərclər aid edilmişlər.

Emal edilmiş suyun xüsusi gətirilmiş xərcləri

$$Z = M + (P_A + P_N) \cdot K_M + (\alpha + P_N) \cdot K_K, \quad \text{man/m}^3 \quad (4)$$

riyazi ifadəsilə təyin edilmişdir, burada Z - xüsusi gətirilmiş xərclər, man/m^3 ; M - suya, turşuya və elektrik enerjisinə çəkilən xərcləri nəzərə alan maya dəyəri, man/m^3 ; K_M və K_K - su hazırlama qurğusunun uyğun olaraq metal və kationit hissələrinə qoyulan xüsusi kapital qoyuluşu, man/m^3 ; P_A və P_N - uyğun olaraq amortizasiya ayırmaları norması və kapital qoyuluşlarının səmərəlilik əmsalları (qiymətləri normativ sənədlərə uyğun olaraq 0,15 və 0,105 qəbul edilir); α - kationitin illik əlavə norması olub $\alpha=0,1$ qəbul etmək tövsiyə olunur.

Şəkil 2-də II tip suyun turşu ilə emalı zamanı xüsusi gətirilmiş xərclərin qurğunun məhsuldarlığından



Şək. 2. Turşu ilə emal zamanı xüsusi gətirilmiş xərclərin qurğunun məhsuldarlığından asılılıq histoqramı (MDB 2-ci tip su, $t=100^{\circ}\text{C}$, suqızdırıcı qazan, qapalı sistem).

asılılıq histoqramı göstərilmişdir. Histoqram istilik təchizatı sistemi qapalı, istilik mənbəyinin növü suqızdırıcı qazan və şəbəkə suyu 100°C -yə qədər qızdırıldığı hala uyğundur.

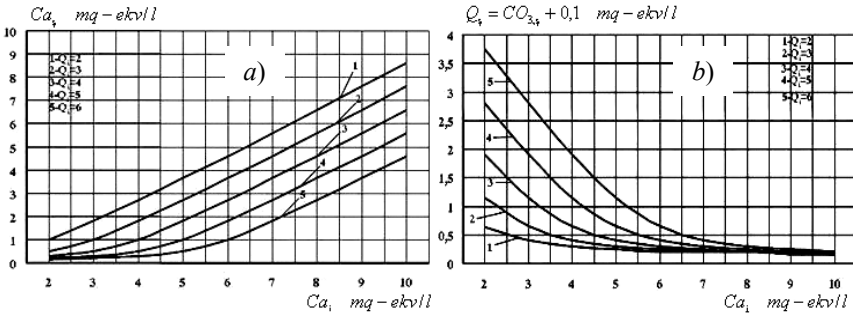
III fəsilə istilik şəbəkələri üçün əlavə suyun əhəng və turşu ilə emal, əhəng, soda və turşu ilə emal üsullarının səmərəlilikləri tədqiq olunmuşdur. Əhəng və turşu ilə emal prosesi BTİ tipli şəffaflaşdırıcılarda bikarbonat

rejimində aparılmışdır. Uzun illər aparılan müşahidələr və praktiki nəticələr göstərmişdir ki, əhənglə emal edilmiş şirin sularda Ca^{2+} və CO_3^{2-} ionlarının qalıq konsentrasiyalarının hasili 0,55 mq-ekv/l-ə yaxın olur. Ona görə də əhənglə emal edilmiş suda kalsium (Ca^{2+}) və karbonat (CO_3^{2-}) ionlarının qalıq konsentrasiyaları aşağıda göstərilən riyazi ifadə ilə təyin edilmişdir:

$$(Ca_i + HCO_{3i} + 0,5 - x) \cdot (2HCO_{3i} - x) = 0,55 \quad (5)$$

burada HCO_{3i} və Ca_i - ilkin suda olan bikarbonat və kalsium ionlarının konsentrasiyalarıdır, mq-ekv/l;

Şəffəflaşmış suda qalıq kalsium codluğunu (Ca_s) və qalıq qələviliyi ($Q_s = CO_{3s} + 0,1$) təyin etmək üçün qeyd edilmiş metodika ilə hesablamalar aparılmış və nəticələr əsasında qrafiklər qurulmuşdur. Şəkil 3-də göstərilmiş qrafiklərdən aydın olur ki, ilkin suyun sabit qələviliyində ilkin suda kalsium codluğu artdıqca, əvvəlcədən gözlənilirdiyi kimi, əhənglə emal edilmiş suda da qalıq kalsium codluğu artır, qalıq qələvilik isə azalır (şək.3,a). İlkin suyun sabit kalsium codluğunda isə qələvilik artdıqca şəffəflaşmış suda qalıq kalsium codluğu azalır, qalıq qələvilik isə artır (şək.3,b).



Şək. 3. Əhənglə emal edilmiş suyun qalıq a) kalsium codluğunun və b) qələviliyinin ilkin suyun qələviliyindən və kalsium codluğundan asılılıq qrafikləri.

Əhənglə emal edilmiş suyun pH göstəricisini tənzimləmək üçün proses turşulaşdırma ilə tamamlanır. Əhəng və turşu ilə emal edilmiş əlavə suyun karbonat indeksi aşağıdakı riyazi ifadə ilə hesablanmışdır:

$$I_k = Ca_s(0,5Q_s + 0,05), \quad (mq - ekv/l)^2 \quad (6)$$

Əhəng və turşu ilə emal edilmiş suda kalsium-sulfatın həllolma hasilini təyin etmək üçün aşağıdakı riyazi ifadədən istifadə edilmişdir:

$$HH_{CaSO_4} = Ca_s \cdot (SO_{4i} + 0,5CO_{3s} + 0,4), \quad (mq - ekv/l)^2 \quad (7)$$

Alınmış ifadələrin köməyi ilə verilmiş hər hansı tərkibli ilkin su üçün karbonat indeksini və kalsium-sulfatın həll olma hasilini hesablayaraq alınmış qiymətləri onların normativ qiymətləri ilə müqayisə etmək olar. Bununla da əhəng və turşu ilə emal prosesinin texnoloji göstəricilərə görə tətbiq olunma imkanını müəyyənləşdirə bilərik.

Tədqiqat işində baxılan doqquz müxtəlif tərkibli ilkin sular üçün yuxarıda qeyd edilmiş metodika üzrə hesablar aparılmış və nəticələr alınmışdır. Bu nəticələrə görə əhəng və turşu ilə emal prosesinin tətbiqini məhdudlaşdıran əsas amil yüksək temperaturlarda sulfat ərpinin yaranma təhlükəsidir. Baxılan tip sular üçün əhəng və turşu ilə emal üsulunun tətbiqi $t < 140^{\circ}\text{C}$ temperatur qiymətlərində həmişə mümkündür. Lakin bəzi tip sular üçün $t > 140^{\circ}\text{C}$ olduqda bu üsulun texnoloji göstəricilərə görə tətbiqi sulfat ərpinin yaranması səbəbindən mümkün olmur.

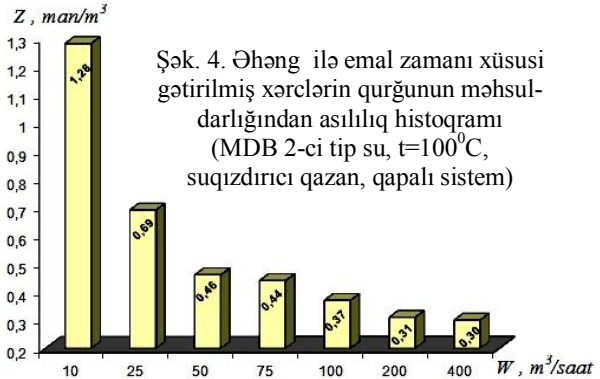
Baxılan emal prosesinin iqtisadi göstəricilərini müəyyən etmək üçün turşulaşdırma üsulunda olduğu kimi su hazırlama qurğusunun prinsipial sxemi tərtib edilmiş, hesablar bu sxemdə mövcud avadanlıqlara görə aparılmış, XGX hesablanmış və XGX ilə qurğunun məhsuldarlığı arasında asılılıq histoqramı qurulmuşdur (şəkil 4).

Turşulaşdırma prosesində suya verilən sulfat ionları kalsium-sulfat ərpinin yaranması təhlükəsinin artmasına səbəb olduğundan bir çox hallarda şəffaflaşmış suda kalsium ionlarının qatılığının azaldılması zərurəti

yanır. Bunun üçün isə şəffaflaşdırıcıya əlavə olaraq karbonat ionlarının verilməsi tələb olunur. Bu məqsədlə ilkin suya əhəng və koyaqulyantla yanaşı soda (Na_2CO_3) məhlulunun verilməsi labüd olur.

İEM-lərdə isə yumşalmış su ilə yanaşı duzsuzlaşdırılmış sulardan da istifadə olunduğundan suyun ilkin emalı eyni bir qurğuda aparılır. Son vaxtlar ətraf mühitin mühafizəsi ilə bağlı axıntısız texnologiyaların tətbiqi zəruri tələb olduğundan şəffaflaşdırıcıda əhəng-soda emalının tətbiqi böyük əhəmiyyət kəsb edir. Çünki qeyri-karbonat codluğunun və tullantıların azaldılması üçün sodadan istifadə qaçılmaz və daha səmərəli hesab edilir.

Əhəng və soda ilə emal edilmiş suyun pH göstəricisi adətən yüksək olduğundan bu proses də turşulaşdırma ilə tamamlanır.



Şək. 4. Əhəng ilə emal zamanı xüsusi gətirilmiş xərclərin qurğunun məhsuldarlığından asılılıq histoqramı (MDB 2-ci tip su, $t=100^{\circ}\text{C}$, suqızdırıcı qazan, qapalı sistem)

Təcrubi qiymətlərə əsaslanaraq əhəng və soda ilə emal edilmiş suyun tərkibində kalsium-, maqnezium-, karbonat- və hidrat- ionlarının konsentrasiyaları uyğun olaraq 0,7; 0,4; 0,7 və 0,4 mq-ekv/l qəbul edilmişdir ki, bu da əhəng və soda ilə emal edilmiş şəffaflaşmış suda ümumi qalıq codluğun $C_q=1,1$ və qalıq qələviliyin $Q_q=1,1$ mq-ekv/l qiymətinə uyğundur.

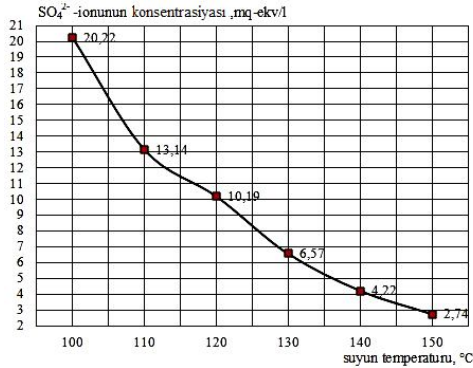
Aparılan araşdırmaların nəticəsi olaraq müəyyən olunmuşdur ki, əhəng, soda və turşu ilə emal edilmiş əlavə suyun karbonat indeksinə görə keyfiyyəti ilkin şirin suyun ion tərkibindən asılı olmayaraq həmişə tələbatı ödəyir. Yəni, karbonat indeksinə görə əhəng, soda və turşu ilə emal üsulunun tətbiq oblastı heç bir amillə məhdudlaşmır. Əhəng, soda və turşu ilə emal edilmiş əlavə suyun kalsium sulfatın həllolma hasilı üçün

$$SO_{4,i} \leq \frac{HH_{CaSO_4} - 0,805}{0,7} \quad (8)$$

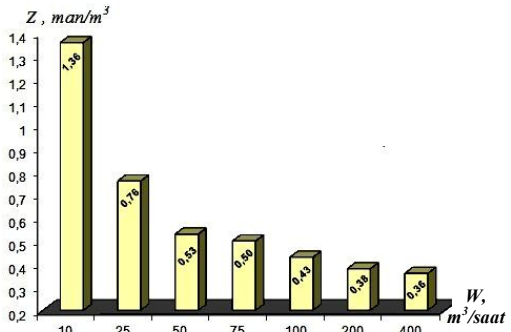
ifadəsi alınmış və onun köməyiylə əhəng, soda və turşu ilə emal üsulunun sulfat ionlarının maksimal konsentrasiyasına görə tətbiq oblastının təyini üçün qrafik qurulmuşdur (şəkil 5).

Qeyd olunan emal prosesinin iqtisadi göstəricilərini müəyyən etmək üçün digər emal üsullarında olduğu kimi suhazırlama qurğusunun prinsiplial sxemi tərtib edilmiş, hesabatlar bu sxemdə mövcud avadanlıqlara görə aparılmış, XGX hesablanmış, XGX ilə qurğunun məhsuldarlığı arasında asılılıq histoqramı qurulmuşdur (şəkil 6).

IV fəsildə istilik şəbəkələri üçün əlavə suyun qismən Na-kationlaşma və axıntısız H-kationlaşma üsulları ilə hazırlanmasının səmərəliliklərinin tədqiqinə baxılmışdır. Qələviliyi az, kalsium codluğu nisbətən yüksək olan



Şək. 5. Əhəng, soda və turşu ilə emal üsulunun ilkin suda sulfat ionlarının maksimal konsentrasiyasına görə tətbiq oblastının təyini qrafiki.



Şək. 6. Əhəng, soda və turşu ilə emal zamanı xüsusi gətirilmiş xərclərin qurğunun məhsuldarlığından asılılıq histoqramı (MDB 2-ci tip su, t=100°C, suqızdırıcı qazan, açıq sistem)

sulardan istilik şəbəkələri üçün əlavə suyun hazırlanmasında Na- kationlaşma üsulunun tətbiqi daha məqsədəuyğun hesab edilir. Na- kationlaşma sərbəst və ya H-kationlaşma ilə müştərək (paralel və ya ardıcıl H - Na - kationlaşma) tətbiq oluna bilər. Əlavə suyun Na-kationlaşma üsulu ilə emalı zamanı ilkin suyun codluğu tam aradan qaldırılır, qələviliyi isə dəyişmir. Ona görə də emal edilmiş suda karbonat indeksinin tələb olunan qiyməti və sulfat ərpinin çökməməsi şərti istənilən tərkibli ilkin su üçün (hər iki göstəricinin təyin edilməsində iştirak edən kalsium ionlarının konsentrasiyasını istənilən həddə qədər endirmək mümkün olduğundan) həmişə ödənilir. Bu baxımdan texnoloji göstəricilərinə görə Na-kationlaşma üsulunun tətbiqinə heç bir məhdudiyyət qalmır.

Əlavə suyun Na-kationlaşma üsulu ilə tam yumşaldılmasına heç də həmişə ehtiyac olmur. Belə ki, ilkin suyun müəyyən hissəsinin tam yumşaldılaraq qalan hissəyə qarışdırılaraq istilik şəbəkəsinə verilməsi həm texnoloji, həm də iqtisadi cəhətdən daha məqsədəuyğun olur. Bu halda əsas məsələ ilkin suyun hansı hissəsinin Na-kationlaşma üsulu ilə tam yumşaldılmasının təyin edilməsidir. Karbonat indeksinə görə tətbiq oblastının təyini

üçün aşağıdakı riyazi ifadə alınmışdır:

$$\beta \geq 1 - \frac{I_k}{Ca_i \cdot Q_i} \quad (9)$$

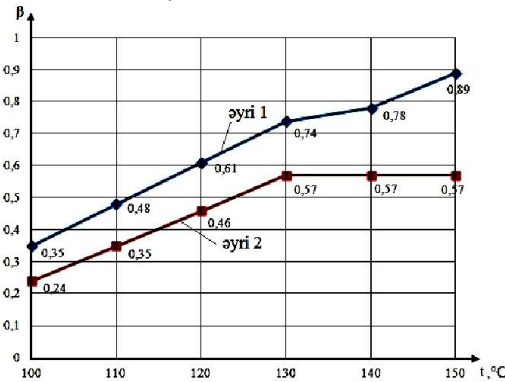
Kalsium sulfatın həllolma hasilinə görə bu üsulun tətbiq oblastının təyini üçün

$$\alpha \geq 1 - \frac{HH_{CaSO_4}}{Ca_i \cdot SO_{4i}} \quad (10)$$

riyazi ifadəsi alınmışdır.

Araşdırmalar göstərmişdir bütün baxılan hallarda β -parametrinin qiyməti α -parametrinin qiymətindən böyük alınır. Şəkil 7-də qapalı istilik təchizatı sistemi üçün ilkin su kimi Ceyranbatan suyundan və suqızdırıcı qazandan (əyri 1) və şəbəkə su qızdırıcısından (əyri 2) istifadə edildiyi halda Na -kationit süzgecindən keçirilməli olan su hissəsinin şəbəkə suyunun qızdırılma temperaturundan asılılıq qrafikləri göstərilmişdir.

Şəx. 7. Şəbəkə suyunun temperaturundan asılı olaraq Ceyranbatan suyunun Na-kationit süzgecindən keçirilməli hissəsinin təyini qrafiki (əyri 1 – qazan, əyri 2 – şəbəkə su qızdırıcısı).

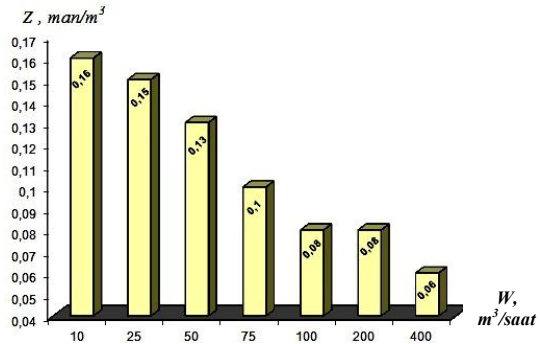


Şəkil 7-dən görüldüyü kimi şəbəkə suyunun qızdırılma temperaturu artdıqca suyun Na -kationit süzgecindən keçən hissəsi də artır. Belə ki suqızdırıcı qazandan istifadə edildikdə şəbəkə suyu 100°C-yə qədər

qızdırıldıqda ilkin suyun ən azı 0,35 hissəsi Na-kationlaşma ilə yumşaldılmalı olduğu halda şəbəkə suyu 150°C-yə qədər qızdırıldıqda bu hissə ən azı 0,89-a çatdırılmalıdır. Buna səbəb aydındır ki, temperatur artdıqca karbonat indeksinin normativ qiymətinin azalmasıdır.

Şəbəkə suqızdırıcısından istifadə edildikdə şəbəkə suyu 100°C-yə qədər qızdırıldıqda ilkin suyun 0,24 hissəsi Na-kationit süzgəcindən keçirilməli olduğu halda şəbəkə suyu 130°C-yə qədər qızdırıldıqda suyun ən azı 0,61 hissəsi tam yumşaldılmalı və qalan 0,39 hissə ilə qarışdırılmalıdır.

Suyun qismən Na-kationlaşma üsulu ilə emalı zamanı XGX ilə qurğunun məhsuldarlığı arasında qurulmuş asılılıq histoqramından göründüyü kimi qurğunun məhsuldarlığı 100÷200 m³/saat olduqda xüsusi gətirilmiş xərclər demək olar ki, dəyişmir və orta hesabla 0,08 man/m³ təşkil edir (şəkil 8). Məhsuldarlığı 10 m³/saat olan qurğu üçün isə bu kəmiyyət 0,16 man/m³ təşkil edir və xərclərin artmasına səbəb məcburi olaraq yüksək məhsuldarlıqlı (63 m³/saat) şəffaflaşdırıcıdan istifadə edilməsidir.



Şək.8. Qismən natrium-kationlaşma ilə emal zamanı xüsusi gətirilmiş xərclərin qurğunun məhsuldarlığından asılılıq histoqramı (MDB 2-ci tip, t=100°C, suqızdırıcı qazan, qapalı sistem)

Axıntısız üsul dedikdə elə emal üsulları qəbul edilir ki, bu üsullarla suyun emalı prosesində su hazırlama qurğularından təbii su hövzələrinə heç bir tullantı suyu atılmasın və ya atılan sular neytral olmaqla duzluluğu emal üçün götürülən ilkin suyun duzluluğundan çox olmasın.

İstilik şəbəkələri üçün axıntısız üsulla su hazırlama texnologiyaları arasında AzMİU-da işlənmiş texnoloji üsullar öz sadəliyi, standart qurğularda həyata keçirilməsi, ənənəvi reagentlərdən istifadəsi, çox az əlavə vəsait qoyuluşu tələb etməsi və başlıca olaraq yalnız tullantı sularının ləğv edilməsinə deyil, eyni zamanda reagentlərin xüsusi sərfinin azaldılmasına və ionitlərin mübadilə tutumlarının yüksəldilməsinə istiqamətlənməsi ilə daha mütərəqqi hesab edilir.

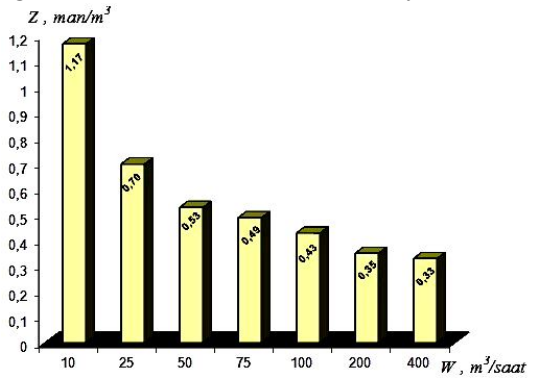
AzMİU-da işlənmiş axıntısız və az axıntılı texnologiyalar axıntı sularının bilavasitə emal prosesində ləğv edilməsini və ya onlardan süzəclərin regenerasiya prosesində istifadə edilməsini nəzərdə tutmaqla

ətraf mühitə atılan tullantı suların miqdarının və reagentlərin xüsusi sərfələrinin azaldılmasına imkan verir.

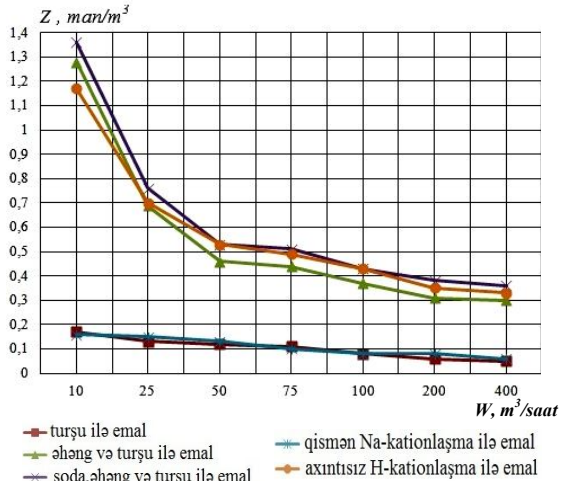
Konstruktiv olaraq kationit süzğəci kimi düz axınlı, əks axınlı və ya ikiselli əks axınlı süzğəclərdən istifadə etmək mümkündür. AzMİU-da prof.H.Q.Feyziyevin rəhbərliyi ilə ixtira olunmuş ikiselli əks axınlı süzğəclər digər süzğəclərlə müqayisədə bir sıra üstünlüklərə malik olduğundan axıntısız H-kationlaşma ilə emal prosesinin iqtisadi göstəricilərini müəyyən etmək üçün bu süzğəclərin istifadə edildiyi su hazırlama qurğusunun prinsipli sxemi tərtib edilmiş, hesabatlar bu sxemə uyğun avadanlıqlara görə aparılmış və hesablama proqramı ilə XGX tapılmışdır. Şəkil 9-da xüsusi gətirilmiş xərclər ilə qurğunun məhsuldarlığı arasında asılılıq histoqramı göstərilmişdir.

Aparılan tədqiqatların yekunu olaraq şəkil 10-da baxılan emal üsullarının xüsusi gətirilmiş xərclər ilə qurğunun məhsuldarlığı arasında ümumiləşmiş histoqram qurulmuşdur.

Tərtib olunmuş yeni hesablama proqramı və emal üsullarının texnoloji mümkün tətbiq oblasları üçün aparılmış tədqiqatların nəticələri istehsalatda tətbiq üçün "Azəristiliktəchizat" ASC tərəfindən elmi texniki vəsait kimi qəbul edilmişdir.



Şəkil 9. Axıntısız üsul ilə emal zamanı xüsusi gətirilmiş xərclərin qurğunun məhsuldarlığından asılılıq histoqramı (MDB 2-ci tip, t=100°C, suqızdırıcı qazan, qapalı sistem)



Şəkil 10. İstilik şəbəkələri üçün əlavə suyun hazırlanmasının tədqiq olunan 5 üsulu üzrə xüsusi gətirilmiş xərclər ilə qurğunun məhsuldarlığı arasında ümumiləşdirilmiş histoqram (MDB 2-ci tip su, t=100°C, suqızdırıcı qazan, qapalı sistem)

ƏSAS NƏTİCƏLƏR

1. İlkin suyun kalsium codluğundan, sulfat və qələvilik ionlarının konsentrasiyalarının cəmindən asılı olaraq istilik şəbəkəsinin növündən, şəbəkə suyunun qızdırılma üsulundan və temperaturundan asılı olaraq müxtəlif hallar üçün turşu ilə emal üsulunun tətbiq oblastları müəyyənləşdirilmiş və nəticələr qrafik şəkildə verilmişdir.
2. Qurğunun, istilik təchizatı sisteminin hər hansı parametrinin və avadanlıqların, materialların, reagentlərin hər hansı birinin qiymətlərinin dəyişdiyi halda turşu ilə emal zamanı xüsusi gətirilmiş xərcləri ani bir zamanda müəyyənləşdirməyə imkan verən, baxılan konkret hal üçün turşulaşdırma üsulunun texnoloji cəhətdən yararlı olub-olmamasını da dəqiqləşdirməyə imkan verən müxtəlif parametrlərin iştirakı ilə sistemləşdirilmiş hesablama alqoritmi işlənilmiş və “Microsoft QBasic” proqramlaşdırma dilində hesabat proqramı tərtib edilmişdir. Alınmış nəticələr əsasında turşu ilə emal üsulunun xüsusi gətirilmiş xərcləri ilə su hazırlama qurğusunun məhsuldarlığı arasında histoqramlar qurulmuşdur.
3. İlkin suyun əhənglə emal prosesində ilkin suyun kalsium codluğundan və qələviliyindən asılı olaraq, şəffaflaşmış suda qalıq kalsium codluğunu və qalıq qələviliyi təyin etmək üçün metodika təklif edilmiş və nəticələr qrafik şəkildə verilmişdir.
4. Əhəng və turşu ilə emal prosesinin texnoloji cəhətdən mümkün tətbiq oblastını və iqtisadi göstəricilərini müəyyən etmək üçün hesablama alqoritmi işlənilmiş, alınmış nəticələr əsasında müxtəlif tipli sular üçün xüsusi gətirilmiş xərclərin qurğunun məhsuldarlığından asılılıq histoqramı qurulmuşdur.
5. Əhəng, soda və turşu ilə emal üsulu texnoloji və iqtisadi cəhətdən tədqiq edilərək bu üsulun istənilən tip şirin suyun istənilən növlü və avadanlıqlı istilik şəbəkəsinə baxılan temperatur intervalında karbonat indeksinə görə yararlı olduğu, tətbiq oblastının yalnız sulfat ionlarının konsentrasiyası ilə məhdudlaşdığı müəyyənləşdirilmiş, ilkin suda sulfat ionlarının maksimal konsentrasiyasına görə tətbiq oblastının təyini qrafiki qurulmuş və prosesə təsir edən bütün parametrlər nəzərə alınmaqla xüsusi gətirilmiş xərclərin hesablama alqoritmi işlənilmişdir.
6. Na- kationlaşma üsulu ilə istilik şəbəkələri üçün əlavə suyun emal prosesi tədqiq edilərkən ilkin suyun tərkibindən, avadanlığın növündən və şəbəkə suyunun temperaturundan asılı olaraq suyun tamamilə deyil, hansı hissəsinin tam yumşaltmaya uğradılması müəyyənləşdirilməklə prosesə təsir edən bütün parametrlər nəzərə alınmaqla xüsusi gətirilmiş xərclərin hesablama alqoritmi işlənilmişdir.

7. İstilik şəbəkələri üçün axıntısız üsulla su hazırlama texnologiyaları arasında daha səmərəli hesab edilən AzMİU-da işlənmiş H-kationlaşma üsulu ilə suyun emalı prosesi araşdırılmış və texnoloji və iqtisadi göstəricilərinə görə tətbiq oblastının təyini üçün xüsusi gətirilmiş xərclərin hesablama alqoritmi işlənmişdir. Nəticələr əsasında xüsusi gətirilmiş xərclərin qurğunun məhsuldarlığından asılılıq histoqramları qurulmuşdur.
8. İstilik şəbəkələri üçün turşu ilə, əhəng və turşu ilə, əhəng, soda və turşu ilə emal üsulları, Na-kationlaşma və axıntısız üsulla su hazırlama texnologiyaları tədqiq edilərək prosesə təsir edən müxtəlif parametrlərdən asılı olaraq, onlardan texnoloji cəhətdən mümkün və iqtisadi cəhətdən daha səmərəli olan üsulun seçilməsi üçün zəmin yaradılmışdır.

Dissertasiya işinin məzmununu əks etdirən aşağıdakı elmi işlər dərc olunmuşdur:

Yusubov A.S. İstilik təchizatı sistemləri üçün su hazırlama texnologiyaları haqqında /AzMİU-nun 30 illik yubileyinə həsr olunmuş III Beynəlxalq Simpozium, Bakı, 23-25 noyabr 2005-ci il, s.127-129.

Yusubov A.S. İstilik şəbəkələri üçün əlavə suyun əhəngləşdirmə və turşu ilə hazırlanmasının bəzi məsələləri /"İstilik energetika qurğularının tullantılarından ətraf mühitin mühafizəsinin mühəndis problemləri" mövzusunda Beynəlxalq elmi-praktiki konfransın materialları, Bakı, 10-11 oktyabr, 2006, s.79-82.

Yusubov A.S. İstilik şəbəkələri üçün əlavə suyun turşulaşdırma üsulu ilə hazırlanma şəraitinin tədqiqi /Aspirantların və gənc tədqiqatçıların XI Respublika elmi konfransının materialları. Bakı, 2006, s.344-345.

Yusubov A.S. İstilik şəbəkələri üçün əlavə suyun turşulaşdırma üsulu ilə emalının təyin oblastının araşdırılması haqqında / AzMİU-nun professor-müəllim heyətinin və aspirantların elmi konfransının materialları. Bakı, 2007, s.145-146.

Yusubov A.S. İstilik şəbəkələri üçün əlavə suyun hazırlanmasının bəzi emal üsullarının təyin oblastlarının tədqiqi //AzMİU-nun elmi əsərləri, №2, Bakı, 2007, s.112-118.

Yusubov A.S. Əlavə suyun əhəngləşdirmə və turşu ilə emalına dair /"FÖVQƏL" assosiasiyasının 10 illik yubileyinə həsr olunmuş IV beynəlxalq simpozium, Bakı, 15-16 noyabr 2007, s.117-118.

Yusubov A.S. Cəlilov M.F., Quliyev Ə.M. İstilik şəbəkələri üçün əlavə suyun turşulaşdırma üsulu ilə hazırlanmasının hesablama alqoritmının işlənilməsi ilə texniki-iqtisadi təhlili // Ekologiya və su təsərrüfatı elmi-texniki və istehsalat jurnalı, Bakı, 2007, №5, s.73-78.

Yusubov A.S. İstilik şəbəkələri üçün əlavə suyun qismən natrium-kationlaşma üsulu ilə hazırlanması hesablama alqoritminin işlənməsi ilə texniki iqtisadi təhlili və tətbiq oblastının təyini // Eko Energetika elmi texniki jurnalı, Bakı 2009, №2, s. 48-51.

Yusubov A.S. Техничко-экономический анализ приготовления добавочной воды способом известкования с последующим подкислением для теплосети /AzMIU-nun professor-müəllim heyətinin və aspirantların elmi konfransinin materialları, 2 hissə, Bakı, 2010, s.23-24.

Yusubov A.S. Техничко-экономический анализ некоторых методов подготовки подпиточной воды для теплосети //Ж.: “Естественные и технические науки”, Москва, 2010, №5, с. 536-542.

Yusubov A.S., Джалилов М.Ф. Об определении условий возможности применения подкисления при подготовке подпиточной воды теплосети //Ж.: Нова тема, Київ, 2011, №2, с. 48-50.

М.Ф.Джалилов,А.М.Насиров,А.С.Юсубов Техничко-экономический анализ эффективности способов подготовки подпиточной воды для теплосети // Ж.: Энергосбережение и Водоподготовка, Москва, 2015, №2(94), с. 14-18

Həmmüəlliflərlə yerinə yetirilən işlərdə iddiaçının şəxsi əməyi:

[7] - hesablama alqoritminin işlənməsi və texniki-iqtisadi təhlili;

[11]- hesabatların aparılması və alınmış nəticələrin müzakirəsində iştirak;

[12]-tədqiqatların aparılması,nəticələrin işlənməsində iştirak.

АРЗУ САРЫ ОГЛЫ ЮСУБОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ВЫБОР ЭФФЕКТИВНЫХ ОБЛАСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ПОДГОТОВКИ ДОБАВОЧНОЙ ВОДЫ ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

АННОТАЦИЯ

Диссертационная работа посвящена исследованию эффективного использования, определения и выбора технически возможных областей применения и расчету удельных приведенных затрат 5 основных используемых методов подготовки добавочной воды для теплосети. Получены математические выражения и графики, определяющие области применения исследованных методов, а также расчет удельных приведенных затрат для каждого метода. Для упрощения расчетов был разработан алгоритм расчета на языке программирования “Microsoft QBasic”, учитывающий все параметры каждого процесса обработки. Построены гистограммы зависимостей производительности водоподготовительной установки от удельных приведенных затрат.

В исследованиях были рассмотрены 6 типов вод СНГ, 3 типа местных вод (Шолларская, Джейранбатанская, Куриньская), 2 различных типа источника тепла (водогрейный котел, сетевой нагреватель), 2 типа системы теплоснабжения (открытый и закрытый), 6 температурных интервала, водоподготовительной установки 7 различных производительностей (10-400 м³/час)

Результаты исследования были приняты как научно-технический материал в ОАО “Азеристиликтеджхизат”.

ARZU SARI oğlu YUSUBOV

**EVALUATION AND CHOICE OF THE EFFECTIVE SCOPE OF
METHODS OF CONDITIONING SUPPLEMENTARY WATER
FOR HEAT NETWORKS**

ABSTRACT

The current thesis discusses evaluation and choice of the effective scope of feasible technologies for conditioning supplementary water for heat networks and supplies the method of calculation of discounted unit costs for 5 most widely used technologies. Mathematical expressions and graphs determining the scope of the investigated methods are provided, along with the calculation of discounted unit costs for each method. Simplification of calculations is accomplished by developing an algorithm (in Microsoft QBasic programming language) incorporating all significant parameters of various conditioning methods. Functional relation between the performance of a water treatment unit and discounted unit costs is traced through capacity-from-cost dependence histograms.

The study examines the interplay of various parameters using specific examples of six water varieties used in the former Soviet Union countries, three local water varieties (Shollar, Jeyranbatan and water piped from the Kur River), two different types of heat source (hot water boiler and trace heater), two types of heat supply systems (closed-loop system and open system), six temperature ranges of the water conditioning unit with seven different hourly capacities (ranging between 10 and 400 m³/h).

The study results have been accepted as research and technical material by OJSC Azeristiliktechizat.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
АЗЕРБАЙДЖАНСКИЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

На правах рукописи

АРЗУ САРЫ оглы ЮСУБОВ

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ВЫБОР ЭФФЕКТИВНЫХ ОБЛАСТЕЙ
ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ПОДГОТОВКИ ДОБАВОЧНОЙ
ВОДЫ ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ**

3305.05 – Инженерно-коммуникационные системы

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
доктора философии по технике

БАКУ – 2015