

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ
РЕСПУБЛИКИ

АЗЕРБАЙДЖАНСКИЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

РАШАД ТЕЛЬМАН ОГЛЫ ИСМАЙЬЛОВ

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ
ЧИСТОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНОЙ
ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ ДЛЯ СИСТЕМ
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

Специальность: 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

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ
AZƏRBAYCAN MEMARLIQ VƏ İNŞAAT UNİVERSİTETİ

Əlyazması hüququnda

RƏŞAD TELMAN oğlu İSMAYILOV

**İSTİLİK TƏCHİZATI SİSTEMLƏRİ ÜÇÜN EKOLoji
TƏMİZ VƏ İQTİSADI SƏMƏRƏLİ SU HAZIRLAMA
TEKNOLOGİYASININ İŞLƏNİLMƏSİ VƏ TƏDQIQI**

İctisat: 3305.05 – Mühəndis – kommunikasiya sistemləri

*Təknika üzrə fəlsəfə doktoru alimlik dərəcəsi almaq üçün təqdim
edilmiş dissertasiyanın*

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

İş Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetində yerinə yetirilmişdir

Elmi rəhbər: t.e.d., prof. H.Q. Feyziyev

Rəsmi opponentlər: t.e.d., prof. M.M. Ağamalıyev
t.üzrə fə.l.d. aparıcı elmi işçi
Z.Ə. Tarixazər

Aparıcı təşkilat: "AZƏRİSTİLİKTƏCHİZAT" ASC

Dissertasiya işinin müdafiəsi "29" mart 2013-cü il saat 12⁰⁰-da Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən D 02.042 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: Az 1073, Bakı, A. Sultanova küç. 5, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, 1-ci tədris korpusu, iclas salonu otaq 317.

Dissertasiya işi ilə Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq olar.

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

Avtoreferat "____" _____ 2013-cü il tarixində göndərilmişdir.

D02.042 Dissertasiya Şurasının
elmi katibi, f.-r. üzrə fə.l. d., dosent  İsayev A.M.

İŞİN ÜMUMİ SƏCİYYƏSİ

İşin aktuallığı. İstilik təchizatı sistemlərinin etibarlılığı, uzunömürlüüyü sistemdə dövr edən və sistemdən itirilən su, buxar itkilərini kompensasiya etmək üçün əlavə edilən suyun keyfiyyətindən əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır. Ona görə də sistemə əlavə edilən suyun keyfiyyətinə müəyyən tələblər qoyulur və bu tələblərin ödənilməsi üçün ilkin su müəyyən emal prosesinə uğradılır.

İstilik təchizatı sistemlərinin tərkib hissələrindən olan istilik şəbəkələrinə verilən əlavə suyun hazırlanmasında reagentlərlə emal və ion mübadilə üsulları ayrılıqda, həmçinin kompleks şəkildə ən geniş tətbiq olunan üsullardır. İon mübadiləsi əsasında "natamam" regenerasiya rejimində işləyən H-kationlaşma üsulu ilə əlavə suyun hazırlanmasının ənənəvi texnologiyada kationitin işçi mübadilə tutumunun az olması, tullantı sularının yaranması və onların ləğvinin əlavə kapital qoyuluşu tələb etməsi və s. kimi çatışmazlıqlarla səciyyələnir.

Ənənəvi "natamam" regenerasiya rejimində stexiometrik miqdarda sulfat turşusu ilə regenerasiya edilmiş H-kationit süzgülərinin yuxarıda qeyd edilən əsas çatışmazlıqları AzMİU-da prof. H.Q. Feyziyevin rəhbərliyi ilə işlənmiş az axıntılı və azaldılmış reagent sərfli su hazırlama texnologiyalarında aradan qaldırılmışdır. Bu texnologiyada tullantı sularındakı codluq ionları əlavə reagentlərdən istifadə etməklə və ya reagentsiz olaraq su hazırlama prosesinin özündə çökdürülür, işlənmiş məhlullar emal və regenerasiya prosesində ləğv edilməklə su hazırlama qurğusunun axıntısızlığı təmin edilir.

Lakin bu texnoloji sxemlərdə də "natamam" regenerasiya rejimində işləyən H-kationit süzgülərinin iş rejimi dəyişdirilməmiş, texnoloji göstəriciləri yüksəldilməmiş və əsas diqqət tullantı sularının ləğvinə yönəldilmişdir. Ona görə də emal və regenerasiya rejimlərini təkmilləşdirərək, "natamam" regenerasiya rejimində stexiometrik miqdarda turşu məhlulu ilə regenerasiya edilmiş H-kationit süzgülərinin texnoloji göstəricilərini yüksəltməyə yönəlmiş axıntısız ekoloji təmiz və iqtisadi səmərəli qismən su yumşaltma texnologiyasının işlənilməsi və tədqiq edilməsi aktual məsələdir.

İşin məqsədi. İstilik şəbəkələri üçün əlavə suyun hazırlanmasında stexiometrik miqdarda sulfat turşusu ilə "natamam" regenerasiya edilmiş H-kationit süzgülərinin iş və regenerasiya rejimlərini tədqiq edərək, axıntısız, ekoloji təmiz və iqtisadi səmərəli su hazırlama texnologiyasının işlənilməsi işin əsas məqsədidir.

Dissertasiya işində aşağıdakı məsələlər həll edilmişdir:

- ənənəvi "natamam" regenerasiya rejimində işləyən H-kationit süzğəcinin iş rejimi tədqiq edilərək, qismən su yumşaltma prosesinin səmərəliliyini yüksəltmək üçün daxili imkanların müəyyənləşdirilməsi;
- stexiometrik miqdarda turşu məhlulu ilə regenerasiya edilmiş natamam regenerasiyalı H-kationit süzğəcinin iş rejiminin düz axınlı süzğəclərdə tədqiqi;
- düz axınlı süzğəclərin tətbiqi ilə "natamam" regenerasiyalı H-kationlaşma prosesinin tətbiq sahəsinin müəyyənləşdirilməsi;
- ikiselli - əksaxınlı süzğəclərin tətbiqi ilə "natamam" regenerasiyalı H-kationlaşma prosesinin tədqiqi;
- həm düz axınlı, həm də əks axınlı süzğəclərdə sulfokömür kationitinin işçi mübadilə tutumunun müxtəlif hidrodinamik və qatılıq faktorlarından asılı olaraq, riyazi ifadələrinin alınması;
- yeni işlənmiş və tədqiq edilmiş texnologiya əsasında "natamam" regenerasiyalı H-kationlaşma prosesindən istifadə etməklə ekoloji təmiz və iqtisadi səmərəli su hazırlama texnoloji sxemlərinin işlənilməsi, tətbiqi və iqtisadi səmərənin təyini.

Tədqiqat metodları. Laboratoriya tədqiqatlarının sənaye şəraitinə adekvatlığını təmin etmək üçün laboratoriya süzğəcinin diametrinin sənaye süzğəcinin diametrinə olan nisbəti $d/D < 1/20$ nisbəti saxlanılmışdır.

İlkin suyun süzüntünün (filtratın) və işlənmiş regenerasiya məhlullarının tərkibi məlum titrləmə metodu ilə aparılmışdır.

Düz axınlı və ikiselli-əksaxınlı süzğəcə doldurulmuş sulfokömür kationitinin işçi mübadilə tutumunu və süzüntüdə qalıq kalsium codluğunun orta konsentrasiyasını təyin etmək üçün eksperimentlərin riyazi planlaşdırılması metodundan istifadə edilmiş, nəticələr müvafiq metodika ilə işlənmiş, nəticələrin hesablanmasında kompyuterdən istifadə edilmişdir.

İşin elmi yenilikləri.

- məlum "natamam" regenerasiya rejimli H-kationlaşma prosesində emal zamanı turşu xarakterli süzüntü suyunun alınmaması şərti aradan qaldırılaraq, yeni iş rejimi işlənilmişdir;
- işlənmiş rejimdə stexiometrik miqdarda turşu ilə regenerasiya olunmuş sulfokömür kationitinin işçi mübadilə tutumunu müxtəlif parametrlərdən asılı olaraq, düz axınlı və ikiselli-əksaxınlı süzğəclərdən istifadə edildiyi hallara uyğun təyin etmək üçün riyazi asılılıqlar alınmışdır;
- düz axınlı süzğəclərdən istifadə edildikdə süzüntü suyunda orta qalıq kalsium codluğunu təyin etmək üçün riyazi ifadə alınmışdır;

- işlənmiş yeni texnologiya əsasında yeni axıntısız ekoloji təmiz və iqtisadi səmərəli su hazırlama texnoloji sxemləri işlənilmiş və tətbiq sahələri müəyyənləşdirilmişdir.

Nəticələrin doğruluğu və əsaslılığı. Laboratoriya tədqiqatlarının və alınmış riyazi asılılıqların nəticələri, sənaye sınaqlarının nəticələri ilə tam uzlaşır və onlar arasındakı fərq texniki hesabatlarda yol verilən 5% - lik xətanı aşmır.

İşin praktik əhəmiyyəti. Dissertasiya işində alınmış nəticələr və işlənmiş texnoloji sxemlər elmi-tədqiqat və layihələndirmə təşkilatları tərəfindən yeni su hazırlama qurğularının layihələndirilməsində və istismarda olan qurğuların ekoloji təmiz axıntısız texnologiyaya keçirilməsində istifadə oluna bilər.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar:

1. Stexiometrik miqdarda turşu məhlulu ilə regenerasiya olunmuş H-kationit süzğəcindən emal prosesi zamanı turşu xarakterli süzüntü suyunun alınmasına yol verilməsinin mümkünlüyü;
2. Düz axınlı və ikiselli-əksaxınlı süzğəcdə sulfokömür kationitinin işçi mübadilə tutumunu ilkin suyun tərkibindən, süzğəcdən keçirilmə sürətindən, regenerasiya məhlulu olan sulfat turşusunun xüsusi sərfindən, qatılığından və süzğəcdən buraxılma sürətindən asılı olaraq, təyin etməyə imkan verən riyazi ifadələr;
3. Süzüntüdə orta qalıq kalsium codluğunu təyin etməyə imkan verən riyazi asılılıq və müxtəlif konstruksiyalı süzğəclərdən istifadə etdikdə yeni texnologiyanın tətbiq oblaslarının təyini;
4. Yeni işlənmiş texnoloji sxemlərin ekoloji cəhətdən təmizliyi, axıntısız və iqtisadi səmərəli olması.

İşin nəticələrinin həyata keçirilməsi. Dissertasiya işində aparılmış tədqiqatların nəticələri və işlənmiş texnoloji sxemlər istilik şəbəkələri, alçaq təzyiqli qazanlar, İEM-lərin dövrüyyə sistemləri və s. digər qismən yumşalmış suya tələbat olan müəssisələrdə istifadə oluna bilər. İkiselli-əksaxınlı süzğəcdən istifadə edilməklə işlənmiş texnoloji sxem Minsk şəhərinin 3 saylı İEM-ində tətbiq edilmişdir (tətbiq aktı dissertasiya işinə əlavə edilir).

İşin aprobasiyası. Dissertasiya işində alınan nəticələr və işlənən texnoloji sxemləri "Axıntısız su hazırlama texnologiyası" AzMİU-nun 30 illik yubileyinə həsr olunmuş "Fəlakətlərin proqnozlaşdırılması, ləğvi və fəvqəladə hallarda terrorizmin rolu" III Beynəlxalq Simpoziumunda (23-25 noyabr, Bakı - 2005); "İstilik şəbəkələri üçün yeni su hazırlama texnologiyası" 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 konfransında (10-11 oktyabr, Bakı – 2006); “İstilik təchizatı sistemləri üçün su hazırlığı haqqında” AzMİU - nun professor- müəllim heyəti və aspirantların elmi konfransında (Bakı – 2007) məruzə və müzakirə edilmişdir.

Çap olunmuş elmi əsərlər. Tədqiqatların nəticələrinə əsasən 10 elmi məqalə nəşr olunmuşdur. Bunlardan biri Minskdə, digəri Kiyevdə çap olunmaqla 7 (yeddi) məqalə, o cümlədən 3 konfrans materialı şəkilində nəşr olunmuşdur.

İşin strukturu və həcmi: Disertasiya işi giriş, dörd fəsil, nəticə, 142 adda ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. Əsas hissə 25 şəkil, 15 cədvəl, ədəbiyyat siyahısı və 1 əlavə nəzərə alınmadan 101 kompüter mətni səhifəsindən ibarətdir.

İŞİN TƏRKİBİ

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

I fəsildə istilik təchizatı sistemləri üçün əlavə suyun hazırlanmasının müxtəlif üsullarının təhlili verilmişdir. Sistemdə yaranan itkilərin kompensasiyası, tələb olunan keyfiyyətdən asılı olaraq, qismən və ya tam yumşaldılmış su ilə aparılır. Suyun yumşaldılması zamanı atılan zərərli tullantıların ətraf mühitə təsiri ümumi şəkildə səciyyələndirilmişdir. İstilik şəbəkələri üçün əlavə suyun hazırlanmasının ənənəvi texnologiyalarına baxılmış və onların çatışmayan cəhətləri araşdırılmışdır. Bu texnologiyalar içərisində öz keyfiyyəti ilə seçilən, AzMİU – da prof. H.Q. Feyziyevin rəhbərliyi ilə işlənmiş, az reagent sərfli və az axıntılı, axıntısız texnologiyalara baxılmışdır.

II fəsildə tədqiqatların istiqaməti və məzmunu əsaslandırılmış, ekoloji təmiz və iqtisadi səmərəli su hazırlama texnologiyalarının işlənməsi yolları araşdırılmış, eksperimental qurğunun təsviri və təcrübələrin aparılma metodikası müəyyənləşdirilmişdir.

İstilik şəbəkələri üçün əlavə suyun keyfiyyətinə qoyulan tələbatların təhlili verilmişdir. Bu tələbatların əsas göstəricilərindən biri də karbonat indeksidir (I_k).

İstilik şəbəkələri üçün əlavə suyun hazırlanmasının əsas üsullarından biri də “natamam” regenerasiya rejimində işləyən H – kationlaşmadır. Məlum “natamam” regenerasiyalı H - kationlaşma üsulu adi H –

kationlaşma üsulundan həm regenerasiya, həm də emal prosesinə görə əsaslı surətdə fərqlənir. Belə ki, “natamam” regenerasiyalı H – kationlaşma zamanı doymuş kationitin regenerasiyasına stexiometrik miqdarda turşu məhlulu verilir və nə regenerasiya prosesində işlənmiş regenerasiya məhlulu, nə də emal prosesində süzüntü suyu (filtrat) turşu xarakterli olmamalıdır.

“Natamam” regenerasiyalı H – kationlaşma prosesində süzgəcin regenerasiyaya saxlanılması emal edilmiş suyun keyfiyyətinə görə aparılır. Bu keyfiyyət göstəricisi kimi karbonat indeksi götürüldüyündən süzgəcin saxlanılması adətən qalıq qələvilik yüksəltdiyi halda həyata keçirilir.

Aparılan araşdırmalar nəticəsində müəyyənləşdirilmişdir ki, “natamam” regenerasiyalı H – kationit süzgəclərinin səmərəliliyini yüksəltmək üçün əlavə imkanlar mövcuddur. Bu məqsədlə ilk baxışdan bəlkə də “natamam” regenerasiyalı H – kationit süzgəcinin ümumi qəbul edilmiş iş və regenerasiya rejiminə uyğun gəlməyən dəyişiklik təklif edilir. Beləliklə “natamam” regenerasiya rejimində işləyən süzgəcin turşu xarakterli emal olunmuş su verməməsi şərtini aradan qaldırmaq təklif edilir. Yəni emal prosesinin əvvəlində və ya ortasında turş xarakterli filtratın alınması yol verilə bilən hesab edilir. Lakin süzgəcin regenerasiyaya çıxmasına qədər filtrotsikl ərzində alınan suyun orta qələviliyi 0,3-0,4 mq-ekv/l – dən az olmaması şərtinin ödənilməsi təmin edilir. Regenerasiya prosesində isə turş xarakterli işlənmiş məhlulun alınmaması şərti saxlanılır.

Ənənəvi “natamam” H – kationlaşma texnologiyasında əsasən tələbatçıya turşu xarakterli filtratın verilməsinin qarşısını almaq məqsədilə qoyulan, öz-özünə regenerasiya olunan bufer süzgəci təklif edilən texnologiyada fəaliyyət göstərməli olur. Beləliklə işlənmiş texnologiya “natamam” regenerasiya rejimində işləyən süzgəclərə doldurulmuş kationitin işçi mübadilə tutumunun artması bir işçi tsikl ərzində istehsal olunan suyun miqdarını artırmağa, süzgəclərin regenerasiyalarının sayını və eyni vaxtda regenerasiya olunan süzgəclərin sayını azaltmağa imkan verir.

Ona görə də təqdim olunan dissertasiya işində “natamam” regenerasiyalı H – kationit süzgəcinin regenerasiya prosesində turş xarakterli məhlul alınmamaqla stexiometrik miqdarda turşu məhlulu ilə regenerasiya edilmiş H – kationit süzgəcinin iş rejiminin hərtərəfli tədqiqi qarşıya məqsəd qoyulmuşdur.

Dissertasiya işində qoyulmuş məqsədlərə çatmaq üçün, nəzəri araşdırmalarla yanaşı çoxsaylı eksperimentlərin aparılması vacib olduğu nəzərə alınaraq, təcrübə laboratoriya qurğusu yığılmışdır.

Eksperimental tədqiqatların aparılması və alınmış nəticələrin istilik şəbəkələri üçün qidalandırıcı suyun qismən yumşaldılmasının müasir texnologiyasının işlənməsinə zəmin yaradılması üçün laboratoriya qurğusunun bəzi əsas parametrləri sənaye qurğularının müvafiq parametrləri ilə uzlaşmalıdır. Bu parametrlərə süzəgəcin və kationitin hündürlükləri, emal və regenerasiya prosesində suyun və regenerasiya məhlulunun hərəkət sürətləri, kationit dənələrinin diametrinin süzəgəcin diametrinə nisbəti və s. aid etmək olar. Bu parametrlərin uzlaşması dissertasiya işində qoyulmuş və tədqiq edilməsi nəzərdə tutulmuş konkret məsələlərin araşdırılması məqsədi ilə aparılan çoxsaylı laboratoriya işlərinin nəticələrinin müqayisəsi, alınmış nəticələrin reallığını nə dərəcədə əks etdirməsi baxımından mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

H – kationit süzəgəcindən düz axınlı proseslə yanaşı, ikiselli - əksaxınlı prosesi də tədqiq etmək məqsədi ilə kationit qatında orta drenaj sistemi quraşdırılmışdır.

III fəsil işlənmiş “natamam” regenerasiyalı H – kationlaşma prosesinin, düz axınlı və ikiselli - əksaxınlı süzəgəclərdə tədqiqinə, eyni zamanda düz axınlı süzəgəclərdən istifadə etdikdə onun tətbiq sahəsinin təyin edilməsinə həsr edilmişdir.

Qeyd edildiyi kimi “natamam” regenerasiya rejimində işləyən H – kationit süzəgəcinin texnoloji göstəricilərini, suyun emal prosesinin texniki – iqtisadi göstəricilərini yaxşılaşdırmaq və bufer süzəgəcinin fəaliyyətini canlandırmaq məqsədi ilə yeni texnologiya işlənilmişdir.

Axtarılan çıxış parametri olan düzaxınlı “natamam” regenerasiyalı süzəgəcə doldurulmuş sulfokömür kationitinin işçi mübadilə tutumunun müxtəlif faktorlardan kompleks asılılığını təyin etmək üçün eksperimentlərin riyazi planlaşdırma üsulundan istifadə edilmişdir.

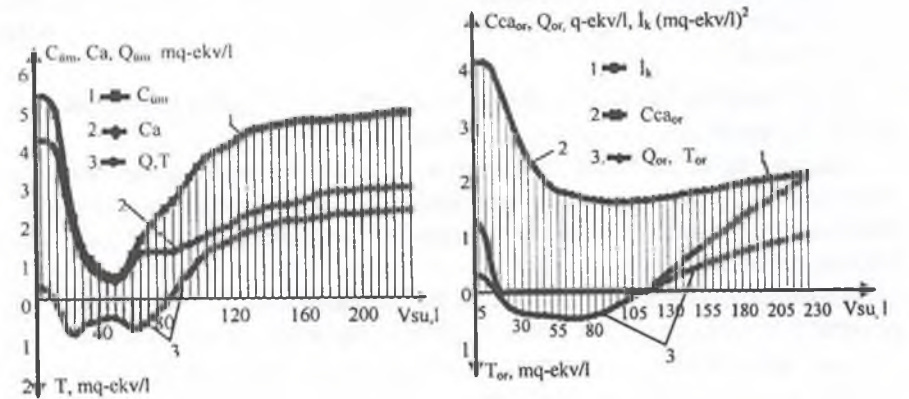
Aparılmış ilkin təcrübələrin və bu sahədə olan məlum ədəbiyyatların araşdırılmasının nəticələrinə əsaslanaraq, axtarılan kəmiyyətə təsir edəcək əsas faktorlar (natural qiymətləri) kimi aşağıdakı dörd hidrodinamik və qatılıq faktorları qəbul edilmişdir:

İlkin suyun süzəgəcdən buraxılma sürəti, $v_{su} = 15 \div 25 \text{ m/saat}$; sulfat turşusunun qatılığı, $C_{H_2SO_4} = 0,5 \div 1,5\%$; ilkin suda qələvilik ionlarının qatılığının Q, codluq ionlarının qatılığına C, olan nisbəti, $Q/C=0,5 \div 1,0$; regenerasiyaya verilən sulfat turşusunun xüsusi sərfi, ($G_{H_2SO_4} = 8 \div 16 \text{ kq/m}^3$).

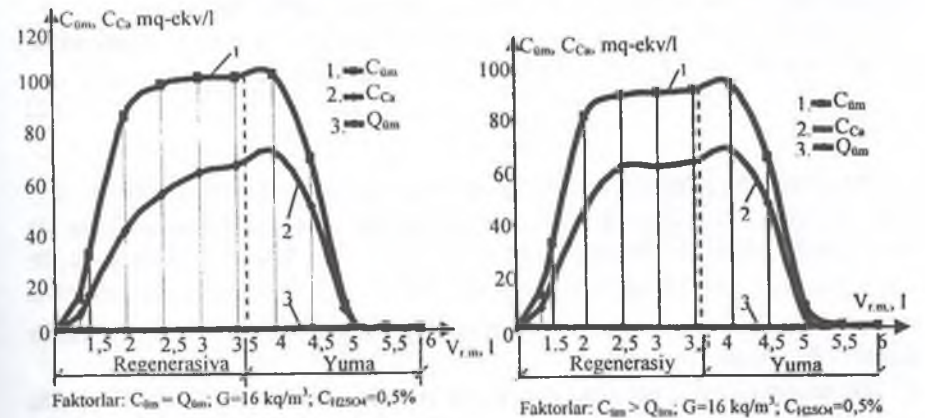
Eksperimentlər 2^{4-1} kəsr faktorlu eksperimentlə (KFE 2^{4-1}) aparılmışdır.

Hər təcrübə seriyası süzəgəcin nəzərdə tutulan iş və regenerasiya rejimi təmin edildikdən sonra üç dəfə təkrarlanmışdır.

Süzəgəcin regenerasiyaya saxlanması ümumi filtratın karbonat indeksinin I_k orta qiyməti 2 (mq-ekv/l)^2 olduqda aparılmış və filtratın orta qələviliyinin $0,3 - 0,4 \text{ mq-ekv/l}$ – dən az olmaması şərtinin ödənilməsinə xüsusi nəzarət edilmişdir.



Şəkil 1. $Q/C_{\text{üm}} = 0.5$ olduğu halda filtratın (süzüntünün) tərkibində ümumi və kalsium codluqlarının, qələviliyin, turşuluğun və karbonat indeksinin orta qiymətinin süzəgəcdən keçən suyun miqdarından asılı olaraq dəyişmə ayrılığı.



Şəkil 2. Regenerasiya prosesinin orta çıxış ayrılığı

Hər bir təcrübənin nəticələrinə görə emal prosesinin müvafiq çıxış ayrılığı qurulmuş və şəkil 1– də göstərilmiş bu ayrılığa əsasən proses

ərzində kationitin codluq ionlarına görə mübadilə tutumları hesablanmışdır. Bununla bərabər həm də hər bir proses üçün aparılan regenerasiya prosesinin çıxış əyriyələri şəkil 2 – də qurulmuş və kationitin mübadilə tutumu sərf olunan H – ionlarına görə də dəqiqləşdirilmişdir.

Hər biri üç dəfə təkrarlanan təcrübələrin nəticələrinin orta qiymətləri baxılan seriya üçün əsas qəbul edilmiş.

Aparılmış təcrübələrin nəticələrinə görə sulfokömür kationitin kalsium və hidrogen ionlarına görə mübadilə tutumları verilmiş metodika üzrə hesablanmışdır.

Bundan sonra ümumi codluğa görə kationitin mübadilə tutumunun (e) qəbul edilmiş ilkin parametrlərdən asılılığı axtarılmışdır.

Bunun üçün əvvəlcə realizasiya olunmuş plana əsasən ölçüsüz parametrlərə görə reqressiya tənliyinin əmsalları hesablanmış və bu reqressiya tənliyinin əmsalları və natural ölçülərdə axtarılan asılılığın təyini məlum metodikalar üzrə aparılmışdır.

Lazımi riyazi hesablamaları apardıqdan sonra natural ölçüdə axtarılan parametri hesablamaq üçün yekun ifadə alınmışdır (q-ekv/m³):

$$e = 96,57 - 3,77 v_{su} - 11,8 C_{H_2SO_4} - 92,08 \cdot Q/C + 21,15 G_{H_2SO_4} + 3,47 v_{su} \cdot Q/C \quad (1)$$

Beləliklə stexiometrik miqdarda sulfat turşusu ilə “natamam” regenerasiya olunmuş H – kationit süzgəcinə doldurulmuş sulfokömür kationitin işçi mübadilə tutumunu seçilmiş faktorların qəbul edilmiş dəyişmə intervallarında təyin etməyə imkan verən ifadə alınmışdır.

Axıntısız su hazırlamada düz axınlı süzgəclərin tətbiqi ilə mümkün tətbiq oblastını təyin etmək üçün aşağıdakı ifadə alınmışdır:

$$Q_i - Ca_i \geq \frac{I_k}{Ca_i} - Ca_i \quad (2)$$

Bu ifadədən görünür ki, axıntısız texnologiyanın tətbiq intervalı ilkin suda kalsium və qələvilik ionlarının konsentrasiyası ilə yanaşı həm də süzünütdəki kalsium ionlarının qatılığından asılıdır. İstənilən ilkin su üçün Ca^{+2} və Q_{um} məlum olduğundan bu ifadəyə daxil olan kəmiyyətlərdən süzünütdəki kalsium ionlarının konsentrasiyasını təyin etməyin vacib məsələ olduğu ortaya çıxır.

Bu məqsədlə stexiometrik miqdarda turşu ilə regenerasiya olunmuş düz axınlı H – kationit süzgəcindəki sulfokömür kationitin mübadilə tutumu təyin edilərkən, aparılan təcrübələrin gedişində hər bir təcrübə seriyası üzrə süzünütdəki orta qələvililiyi və kalsium ionlarının orta konsentrasiyası təyin edilir.

Bu halda aparılmış eksperimentlərdə əsas faktorlar olduğu kimi saxlanılmışdır. Axıntısız texnologiyanın tətbiq sahəsinin təyini ifadəsində Q_i/C_i faktorunun əvəzinə Q_i/Ca_i ($Q_i/Ca_i=0,83 \div 1,67$) nisbətinin daxil edilməsi daha münasibdir.

Emal prosesinin çıxış əyriyələri qurulmuş (şəkil 1) və təcrübələr üzrə süzünütdə kalsium ionlarının orta konsentrasiyası hesablanmışdır.

Natural ölçüdə filtrotsikl ərzində süzünütdə kalsium ionlarının orta konsentrasiyasını hesablamaq üçün aşağıdakı ifadə alınmışdır (q-ekv/m³):

$$Ca_{s.} = 3,114 + 0,0058 v_{su} - 0,9 Q_i / Ca_i - 0,03 G_{H_2SO_4} \quad (3)$$

Sonuncu riyazi ifadə süzünütdə kalsium ionlarının orta qatılığının suyun süzgəcdən keçirilmə sürətindən, ilkin sudakı qələvilik ionlarının konsentrasiyasının kalsium ionlarının qatılığına olan nisbətindən və turşunun xüsusi sərfindən asılı olduğunu göstərir.

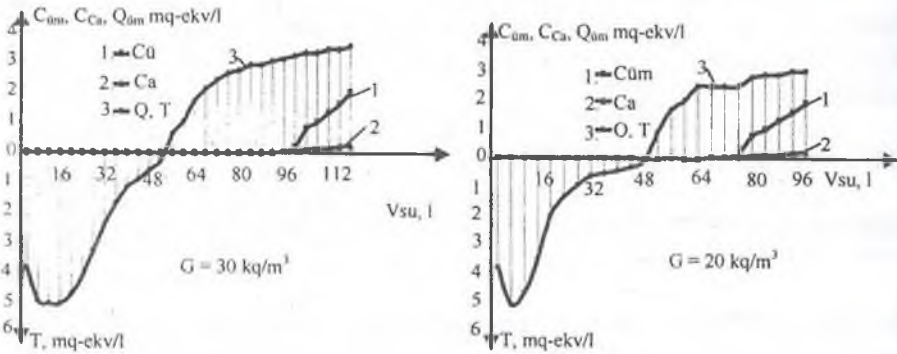
Düzaxınlı süzgəclərdən istifadə etməklə yeni texnologiyanın tətbiqi ənənəvi “natamam” regenerasiya rejimində H – kationlaşma üsulu ilə istilik şəbəkələri üçün su hazırlayan qurğuların texnoloji, iqtisadi və ekoloji göstəricilərini xeyli yüksəltmək imkanı yaradır.

İkiselli-əksaxınlı H – kationit süzgəcinin stexiometrik miqdarda turşu məhlulu ilə regenerasiya edildiyi halda turşu məhlulu süzgəcə ikiaxınlı verildiyi sxem tədqiq olunarkən ilkin parametrlər kimi aşağıdakı faktorlar natural qiymətləri nəzərə alınmışdır: Regenerasiya məhlulunun süzgəcdən (həm yuxarıdan, həm də aşağıdan) keçirilmə sürəti, $v_f=10 \div 20$ m/saat; süzgəcdən ilkin suyun buraxılma sürəti, $v_{su}=10 \div 20$ m/saat; ilkin suyun qələvililiyi ilə ümumi codluğunun fərqi, $Q-C=0 \div 1,0$ mq-ekv/l; sulfat turşusunun qatılığı, $C_{H_2SO_4} = 0,5 \div 1,5\%$; regenerasiyaya verilən sulfat

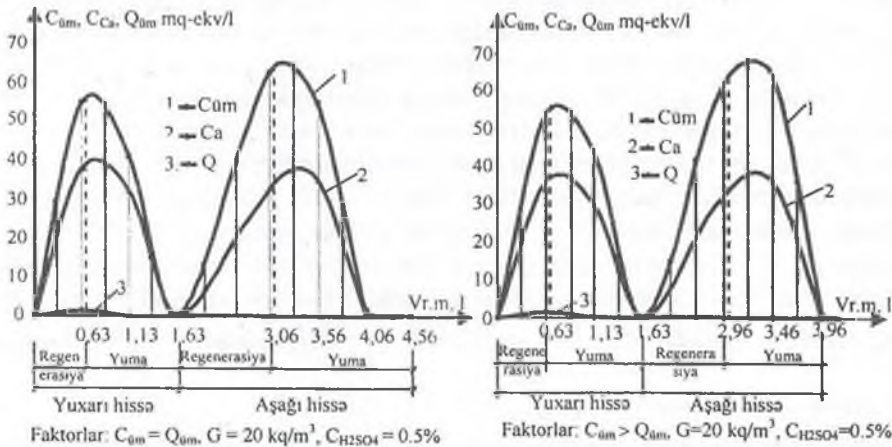
turşusunun xüsusi sərfi, $G_{H_2SO_4} = 20 \div 30$ kq / m³.

Qəbul edilmiş bu əsas parametrlərin çıxış parametri olan kationitin mübadilə tutumuna təsiri eksperimentlərin riyazi planlaşdırılması metodu ilə aparılmışdır.

Eksperimentlər 2⁵⁻² KFE-nin planlaşdırma matrisasına uyğun olaraq hər təcrübə seriyası qərarlaşmış rejimdə üç dəfə təkrarlanmaqla aparılmışdır. Bu sxem üzrə suyun emalı aparılarkən süzünütdəki suyun praktiki olaraq, kalsium codluğu olmur. Ona görə də stexiometrik miqdarda turşu ilə regenerasiya olunmuş ikiselli - əksaxınlı H – kationit süzgəcindən alınan süzünütdəki suyu demək olar ki, dərindən yumşalmış su olur.



Şəkil 3. $Q_{\text{üm}} = C_{\text{üm}}$ olduğu halda filtratın (süzüntünün) tərkibində ümumi və kalsium codluqlarının, qələviliyin, turşuluğun süzültüdə keçən suyun miqdarından asılı olaraq dəyişmə əyriləri



Şəkil 4 Regenerasiya prosesinin orta çıxış əyriləri

Alınmış suyun orta qələviliyinin 0,3-0,4 mq-ekv/l-dən çox olduğunu nəzərə alıqda bu su həm istilik şəbəkələrini qidalandırmaq üçün həm də duzsuzlaşdırma qurğusuna verilmək üçün yararlı hesab edilir.

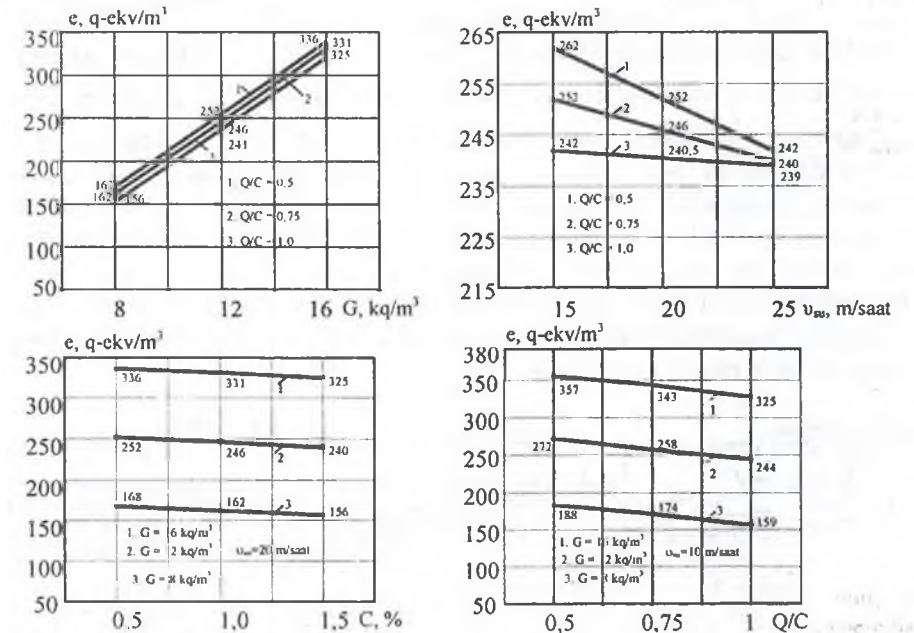
Təcrübələrin nəticələri əsasında hər bir proses üçün emal (şəkil 3) və regenerasiya proseslərinə (şəkil 4) uyğun çıxış əyriləri qurulmuş onların əsasında isə kationitin orta işçi mübadilə tutumu hesablanmışdır.

Beləliklə seçilmiş faktorların qəbul edilmiş dəyişmə intervallarında, ikiselli - əksaxınlı kationit süzgəcinə doldurulmuş sulfokömür kationitinin mübadilə tutumunu hesablamaq üçün aşağıdakı ifadə alınmışdır (q -ekv/ m^3):

$$e = 187,6 - 2,25v_r - 1,74v_{su} - 20Q_i + 20C_i + 14,44C_{H_2SO_4} + 14,14G_{H_2SO_4} \quad (4)$$

IV fəsil laboratoriya tədqiqatlarının nəticələrinin təhlilinə, istilik təchizatı sistemləri üçün ekoloji təmiz və iqtisadi səmərəli su hazırlama sxemlərinin işlənilməsinə və işlənmiş yeni texnologiyanın iqtisadi səmərəliliyinin təyininə həsr edilmişdir.

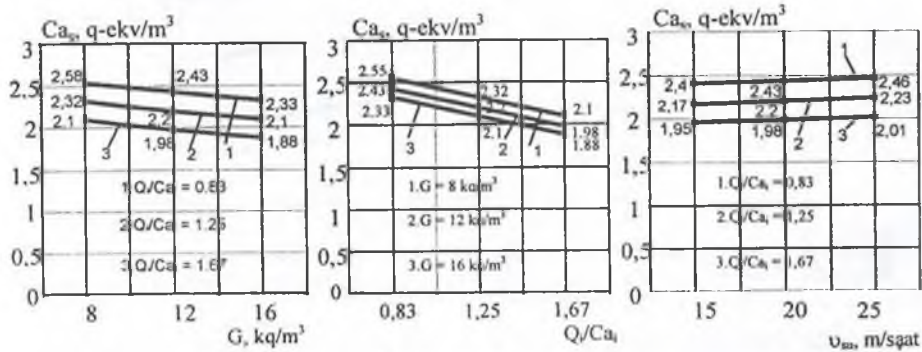
Riyazi planlaşdırma metodu ilə aparılmış laboratoriya tədqiqatların nəticələrinin işlənilməsi, stexiometrik miqdarda sulfat turşusu ilə "natamam" regenerasiya olunmuş düz axınlı H - kationit süzgəcinə doldurulmuş sulfokömür kationitin işçi mübadilə tutumunun, seçilmiş faktorların qəbul edilmiş dəyişmə intervallarında, təyin etməyə imkan verən (1) ifadəsi alınmışdır.



Şəkil 5. Sulfokömür kationitin işçi mübadilə tutumunun: xüsusi sərfəndən, suyun süzgəcdən buraxılma sürətindən, qələviliyin ümumi codluğa olan nisbətindən turşunun qatılığından asılılıq qrafikləri

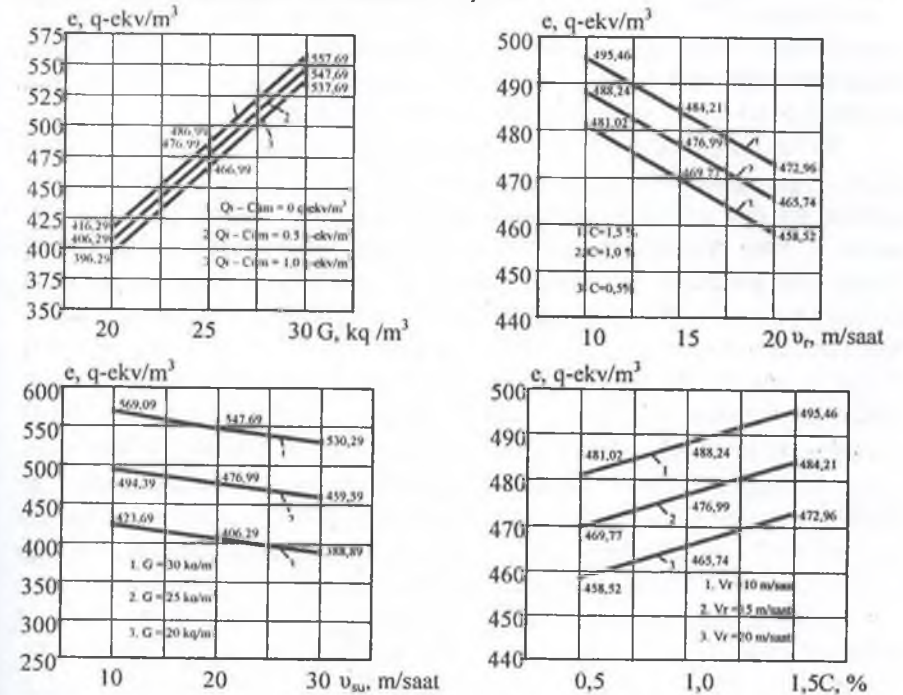
Riyazi asılılığın statistik analizi göstərir ki, ilkin suyun süzgəcdən buraxılma sürəti, sulfat turşusunun konsentrasiyası və qələviliyin ümumi codluğa nisbəti artdıqca kationitin işçi mübadilə tutumu azalır. Regenerasiyaya verilən sulfat turşusunun xüsusi sərfi artdıqca isə mübadilə tutumu nəzərə çarpacaq dərəcədə artır.

Şəkil 5 – də (1) ifadəsindən istifadə edilməklə sulfokömür kationitinin işçi mübadilə tutumunun, həmin faktorlardan asılılıq qrafikləri qurulmuşdur. Yeni işlənmiş texnologiyada isə həmin tərkibli suyu emal edərkən turşunun xüsusi sərfini 16 kq/m^3 –a qədər artırmaqla kationitin işçi mübadilə tutumunu 330 q-ekv/m^3 -a qədər artırmaq mümkün olur. Baxılan eksperimentlər seriyasında turşunun maksimal stexiometrik xüsusi sərfi 16 kq/m^3 olduğu hala uyğun kationitin maksimal işçi mübadilə tutumu $326,5 \text{ q-ekv/m}^3$ alınmalı idi. Eksperimentlərin nəticələrinə görə kationitin orta işçi mübadilə tutumu isə uyğun olaraq 350 və 335 q-ekv/m^3 olmuşdur. Buna səbəb ilkin suyun tərkibindəki natrium və maqnezium ionlarının prosesdə iştirakı nəticəsində ilkin sudan kalsium ionlarının xaric edilməsidir. Düz axınlı süzgeçlərdən istifadə etməklə “natamam” regenerasiya rejimli H – kationlaşmanın tətbiqi ilə axıntısız su hazırlamanın mümkün tətbiq sahəsini (2) ifadəsi ilə təyin etmək olar. Alınmış ifadəyə daxil olan kəmiyyətlərdən Ca^{+2} və $Q_{\text{üm}}$ istənilən ilkin su üçün məlum olduğundan, filtrosikl ərzində süzüntüdəki kalsium ionlarının orta konsentrasiyasını hesablamaq üçün (3) ifadəsi alınmışdır. Bu ifadə əsasında süzüntüdə kalsium ionlarının orta konsentrasiyası hər bir faktorun təsiri ayrı-ayrılıqda hesablanmış və alınmış nəticələr şəkil 6–da verilmişdir. Bu ifadə ilə süzüntünün tərkibində kalsium ionlarının orta qalıq konsentrasiyasını təyin edərək alınmış nəticəni (2) ifadəsində nəzərə alaraq işlənmiş texnologiyayı düzaxınlı süzgeçlərdən istifadə etməklə tətbiq sahəsini təyin etmək mümkün olur.



Şəkil 6. Filtrosikl ərzində süzüntüdəki kalsium ionlarının orta konsentrasiyasının: turşunun xüsusi sərfindən, qələviliyin kalsium codluğa olan nisbətindən və suyun süzgeçdən buraxılma sürətindən asılılıq qrafikləri

Riyazi planlaşdırma metodu ilə aparılmış laboratoriya tədqiqatlarının nəticələrinin işlənməsi, stexiometrik miqdarda sulfat turşusu ilə “natamam” regenerasiya olunmuş ikiselli - əksaxınlı H – kationit süzgecinə doldurulmuş sulfokömür kationitinin işçi mübadilə tutumunun, ilkin suyun və regenerasiya məhlulunun süzgeçdən buraxılma sürətlərindən, sulfat turşusunun qatılığından və xüsusi sərfindən, ilkin suda qələvilik ionlarının qatılığının codluq ionlarının qatılığına olan nisbətindən və regenerasiyaya verilən sulfat turşusunun xüsusi sərfindən asılılığını, bu faktorların qəbul edilmiş dəyişmə intervallarında, təyin etməyə və (4) ifadəsinin alınmasına imkan vermişdir. Alınmış (4) ifadəsindən istifadə etməklə sulfokömür kationitinin işçi mübadilə tutumunun müxtəlif faktorlardan asılı olaraq dəyişmə qrafikləri şəkil 7 – də verilmişdir.



Şəkil 7. Sulfokömür kationitinin işçi mübadilə tutumunun: turşunun xüsusi sərfindən, turşunun süzgeçdən buraxılma sürətindən, emal edilən suyun sürətindən və turşunun qatılığından asılılıq qrafikləri

Alınmış ifadədən və qurulmuş qrafiklərdən görünür ki, sulfokömür kationitinin mübadilə tutumu baxılan halda əsasən sulfat turşusunun xüsusi

sərfindən asılı olur

Aparılmış laboratoriya tədqiqatlarının nəticələri araşdırılaraq istilik təchizatı sistemləri üçün ekoloji təmiz və iqtisadi səmərəli su hazırlama sxemləri işlənmişdir. Bunların içərisində ən sadə sxem prinsipial olaraq Şəkil 8.-də göstərilmişdir.

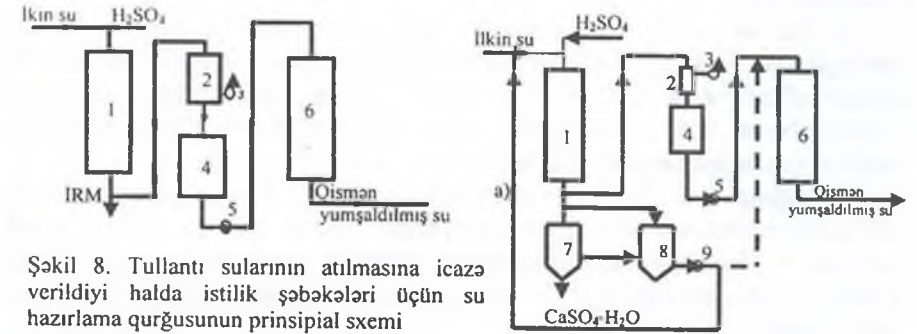
Bu texnoloji sxem üzrə emal aparıldıqda, işlənmiş regenerasiya məhlulu CaSO_4 , MgSO_4 və Na_2SO_4 duzlarının iştirak etdiyi yüksək duzluluğa malik tullantı suyundan ibarət olur. Belə yüksək duzluluqlu tullantı məhlulunu dəniz və okean kimi sututarlara və ya onlara axıdılan xüsusi kanallara atmağa icazə verilir. Belə imkan olmadıqda isə tullantı suları su hazırlama prosesinin özündə ləğv oluna bilən texnoloji sxemlərin tətbiq edilməsi zəruridir.

“Natamam” regenerasiyalı H – kationlaşma prosesinin əsasında işlənmiş əlavə reagentlərdən istifadə etmədən tullantı sularının su hazırlama prosesində ləğv edilməsini nəzərdə tutan axıntısız qismən su yumşaltma texnologiyalarının prinsipial sxemləri şəkil 9.-da göstərilmişdir.

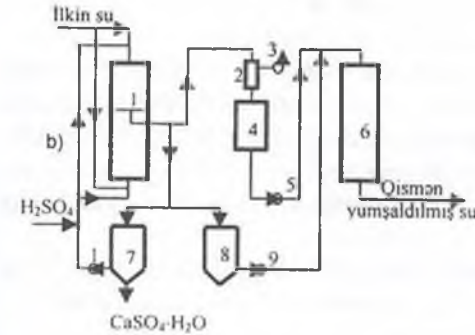
Bu texnologiyalar da suyun emal prosesi şəkil 8 – də olduğu kimi aparılır. H – kationit süzgəcinin regenerasiyası 0,5-1,5%-li sulfat turşusu məhlulu ilə düz axınla yuxarıdan aşağı istiqamətdə (şəkil 9. a) və ya iki axınla – həm yuxarıdan, həm də aşağıdan - verilməklə orta drenaj sistemindən götürülür. İşlənmiş regenerasiya məhlulunun kalsium ionlarına görə qatı hissəsi 7- qatı işlənmiş məhlul çəninə (QİMÇ), duru hissəsi isə 8 - duru işlənmiş məhlul çəninə (DİMÇ) yığılır. QİMÇ -7 yığılmış işlənmiş məhlul hissəsi CaSO_4 – ə görə doymuş olduğundan burada həmin məhluldan kalsium ionlarının əsas hissəsinin (70-80%) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ şəklində ayrılması baş verir və bu çən çox vaxt kristalizator adlandırılır. Kalsium ionlarının əsas hissəsi çökdürülmüş məhlul bundan sonra 8-DİMÇ - ə verilir və orada duru işlənmiş məhlul hissəsi ilə hava vasitəsi ilə barbotaj üsulu ilə qarışdırılır. Alınan qarışıq isə 9- nasos dozatoru vasitəsi ilə H – kationit süzgəcinin girişində ilkin suya qarışdırılır (dozalanır).

Təcrübələr göstərmişdir ki, bu qarışdırma fasiləsiz olaraq bərabər sərfdə aparıldıqda daha yaxşı nəticə əldə olunur. Qeyd etmək lazımdır ki, işlənmiş regenerasiya məhlulunun 8- DİMÇ - yığılmış hissəsini, H – kationit süzgəcinin (girişinə) qarşısına deyil, bufer süzgəcinin də girişinə verərək H – kationit süzgəcindən keçərək, qismən yumşaldılmış su ilə də qarışdırmaq olar. Şəkil 9. a-da bu hal qırıq – qırıq xətlərlə göstərilmişdir. Bu halda geri qaytarılan kalsium ionlarını xaric etmək üçün əlavə turşu sərf olunmur. Lakin emal edilmiş suda kalsium ionlarının qatılığı yüksək olur. Ona görə də emal edilmiş suyun keyfiyyətinə qoyulan tələblərdən asılı

olaraq bu variantlardan hansının seçilməsi konkret hal üçün müəyyənləşdirilməlidir.



Şəkil 8. Tullantı sularının atılmasına icazə verildiyi halda istilik şəbəkələri üçün su hazırlama qurğusunun prinsipial sxemi



Şəkil 9. Tullantı suları reagentsiz olaraq suyun emalı (a) və qismən emal və qismən regenerasiya (b) prosesində ləğv edilən axıntısız qismən su yumşaltma qurğusunun prinsipial sxemləri

Qeyd etmək lazımdır ki, yeni işlənmiş bu texnoloji sxemdə düzaxınlı süzgəcin əvəzinə ikiselli - əksaxınlı süzgəc də istifadə etmək olar. Bu zaman H – kationit süzgəcinin regenerasiyasını düz axınla, emal prosesini isə iki axınla aparmaq olar. Emal prosesində suyun süzgəcə iki istiqamətdən – həm aşağıdan həm də yuxarıdan verməklə emal edilmiş suyu orta drenaj sistemindən götürmək süzgəcin və beləliklə də su hazırlama qurğusunun məsuldarlığını iki dəfəyə qədər artırmağa imkan verir.

Şəkil 9 (b) – də axıntı suları qismən regenerasiya və qismən emal prosesində ləğv edilən “natamam” regenerasiyalı H – kationlaşma əsasında tullantısız su hazırlama texnologiyasının yeni işlənmiş sxemi göstərilmişdir.

“Natamam” regenerasiya rejimində işləyən H – kationlaşma əsasında istilik şəbəkələri üçün qidalandırıcı suyun hazırlanması üçün təklif edilən digər bir texnoloji sxem şəkil 9. b-də göstərilmişdir. Bu texnoloji sxemin əsas fərqli cəhəti həm regenerasiya, həm də emal proseslərinin iki axınla

aparılması və bunun nəticəsində qurğunun məhsuldarlığının artması və regenerasiya vaxtının azalması ilə səciyyələnən daha yığcam (kompakt) texnoloji sxem olmasıdır.

Təklif edilən bu texnoloji sxemin tətbiqi “natamam” regenerasiyalı H – kationlaşma üsulu ilə su hazırlama texnologiyasının tətbiq sahəsini xeyli genişləndirməyə imkan verir. Əvvəlki təklif edilən texnoloji sxem hidrokarbonat tipli suların emalı üçün tətbiq edildiyi halda bu texnoloji sxem digər tipli suların emalı üçün də yararlıdır.

“Natamam” regenerasiya rejimində işləyən H – kationlaşma prosesinin əsasında işlənmiş yeni texnologiyanın tətbiqi zamanı illik iqtisadi səmərənin hesablanması normativ sənədlərə görə baza və yeni texnologiyalar üzrə gətirilmiş xüsusi xərclərin müqayisəsinə əsasən təyin edilməlidir.

İşin iqtisadi səmərəliliyi məhsuldarlığı 200 m³/saat olan qurğu üçün az axıntılı texnologiya ilə müqayisədə 143385 AZN təşkil edir.

Bu halda illik iqtisadi səmərə və xüsusi gətirilmiş xərclərin azalması yalnız reagentlərlə emal qovşağından imtina edilməsi nəzərə alınmaqla təyin edilmişdir. Bundan əlavə yeni texnologiyanın tətbiqi qurğunun istismar şəraitini əhəmiyyətli dərəcədə asanlaşdırmağa bir tsikl ərzində daha çox ilkin su emal edilməsinə, suyun xüsusi sərfinin iki dəfəyə yaxın azalmasına da imkan verir.

Yeni işlənmiş texnologiya faktiki olaraq Minsk şəhərinin 3 saylı İEM – də tətbiq edilmiş və 40000 ABŞ dolları illik iqtisadi səmərə vermişdir.

ƏSAS NƏTİCƏLƏR

1. “Natamam” regenerasiya rejimli H – kationlaşma prosesi hər tərəfli araşdırılmış və onun səmərəliliyini yüksəltmək üçün daxili imkanların olması müəyyənləşdirilmişdir.
2. “Natamam” regenerasiya rejimində işləyən H – kationit süzgecinin stexiometrik miqdarda turşu ilə regenerasiyası nəzərdə tutularaq ənənəvi texnoloji sxemdən emal prosesində süzgecdən turşu xarakterli süzüntü suyunun alınmasına şərait yaradılması ilə fərqlənən yeni texnoloji sxemlər işlənmişdir.
3. Yeni işlənmiş texnoloji sxemlərdə düz axınlı “natamam” regenerasiyalı H – kationit süzgecindən istifadə edildiyi hala uyğun olaraq sulfokömür kationitinin işçi mübadilə tutumunu ilkin faktorlardan (ilkin suyun süzgecdən keçirilmə sürətindən, sulfat turşusunun qatılığından və xüsusi sərfindən, ilkin suda qələvilik ionlarının qatılığının codluq ionlarının

qatılığına olan nisbətindən) asılı olaraq təyin etmək üçün riyazi asılılıq alınmışdır.

4. Düz axınlı süzgecdən keçirdilərək emal edilmiş süzüntü suyunda orta kalsium codluğunu təyin etmək üçün yuxarıdakı faktorlardan asılı olaraq riyazi ifadə alınmış və bu ifadədən istifadə etməklə düz axınlı H – kationit süzgecindən istifadə etməklə işlənmiş texnologiyanın tətbiq oblastı müəyyənləşdirilmişdir.

5. Müəyyənləşdirilmişdir ki, yeni işlənmiş texnologiyanın ikiselli - əksaxınlı H – kationit süzgeclərinin tətbiqi ilə istifadəsi kationitin işçi mübadilə tutumunu artırmağa, daha yüksək keyfiyyətli emal edilmiş su alınmasına, qurğunun məhsuldarlığını artırmağa imkan verir.

6. “Natamam” regenerasiya rejimində stexiometrik miqdarda sulfat turşusu ilə regenerasiya olunmuş süzgecə doldurulmuş sulfokömür kationitinin işçi mübadilə tutumunun ilkin suyun ion tərkibindən, sulfat turşusunun qatılığından və xüsusi sərfindən, həmçinin su və reagentin süzgecdən keçirilmə sürətlərindən asılı olaraq təyin edilməsi üçün riyazi ifadə alınmışdır.

7. Yeni işlənmiş texnologiya əsasında “natamam” regenerasiya rejimində stexiometrik miqdarda turşu ilə regenerasiya olunmuş düz axınlı və ikiselli - əksaxınlı süzgeclərdən istifadə etməklə yeni axıntısız qismən su yumşaltma texnoloji sxemləri işlənmiş və tətbiq üçün təklif edilmişdir.

8. Yeni texnologiyanın tətbiqi məhsuldarlığı 200 m³/saat olan qurğuda ildə 143385 man iqtisadi səmərə əldə etməyə və ya suyun emalına çəkilən xüsusi gətirilmiş xərcləri 23,9 qəp/m³ azaltmağa imkan verir. Təklif edilən texnoloji sxemlərdən biri Minsk şəhərinin 3 saylı İEM-də tətbiq edilmiş və alınan faktiki illik iqtisadi səmərə 40000 ABŞ dolları olmuşdur.

Dissertasiya işinin məzmununu əks etdirən aşağıdakı məqalələr dərc olunmuşdur:

1. İsmayılov R. T. Axıntısız su hazırlama texnologiyası // AzMİU-nun Elmi əsərləri, №1, Bakı, 2005, s. 46-49.
2. İsmayılov R.T. Axıntısız su hazırlama texnologiyası /AzMİU-nun 30 illik yubileyinə həsr olunmuş III Beynəlxalq Simpozium. Bakı, 23-25 noyabr 2005, s. 129-131.
3. İsmayılov R.T. İstilik şəbəkələri üçün səmərəli əlavə su hazırlığı texnologiyası // AzTU- nun Elmi əsərləri, №4, Bakı, 2006, s. 48-52.
4. İsmayılov R.T. İstilik şəbəkələri üçün yeni su hazırlama texnologiyası / İstilik energetika qurğularının tullantılarından ətraf mühitin

mühafizəsinin mühəndis problemləri mövzusunda Beynəlxalq elmi konfransın materialları. Bakı, 10-11 oktyabr 2006, s. 76–79.

5. İsmayılov R.T. Yerli istilik təchizatı sistemləri üçün əlavə su hazırlama texnologiyasının tədqiqi // Ekologiya və Su Təsərrüfatı jurnalı, №5, Bakı, 2007, s. 84–87.

6. İsmayılov R.T. İstilik təchizatı sistemləri üçün su hazırlığı haqqında / AzMİU - nun professor- müəllim heyətinin və aspirantların elmi konfransının materialları, Bakı, 2007, s. 160 – 161.

7. İsmayılov R.T. İstilik şəbəkələri üçün yeni axıntısız su hazırlama texnologiyasının tədqiqi // Ekologiya və Su Təsərrüfatı jurnalı, №5, Bakı, 2008, s. 19 – 22.

8. Исмаилов Р.Т. О подготовке воды для систем теплоснабжение по новой бессточной технологии // Системні Технології, 1'(66), Дніпропетровськ, 2010, с. 127 – 132.

9. Фейзиев Г.К., Гусейнова Г.Г., Исмаилов Р. Т. Бессточные методы частичного умягчения воды катионированием с безреагентной утилизацией стоков // Журн. Энергетика, Изв. ВУЗ-ов и энергетических объединений СНГ, Минск, № 2, 2010, с. 52-56.

10. Hüseynova G.H., İsmayılov R.T., Alxaslı H.F. İkiselli - əksaxınlı H-kationit süzəclərinin Tədqiqi // Ekologiya və Su Təsərrüfatı jurnalı, №5, Bakı, 2012, s. 63 – 65.

Həmmüəlliflərlə yerinə yetirilən işlərdə iddiaçının şəxsi əməyi:

[1 - 8] - müstəqil yerinə yetirilmişdir.

[9 - 10] - laboratoriya tədqiqatlarının planlaşdırılması, aparılması, nəticələrin analizi və hesabatların yerinə yetirilməsi.

РАШАД ТЕЛЬМАН оглы ИСМАЙЫЛОВ

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

АННОТАЦИЯ

Диссертационная работа посвящена исследованию режима работы Н-катионитных фильтров, отрегенированных стехиометрическим количеством кислоты и подготовке экологически чистой и экономически эффективной технологии подготовки подпиточной воды теплосетей на основе этого исследования.

Показано что, при допущении получение кислого фильтрата, при работе фильтра в режиме «голодного» Н-катионирования, достигается повышение эффективности и улучшения технологических показателей процесса. Статистически обработав значения экспериментов, проведенных методом математического планирования как в прямоточных, так и в двухпоточно-противоточных фильтрах, получены математические выражения для расчета рабочей обменной емкости катионита и средней остаточной кальциевой жесткости в обработанной воды.

На основе полученных результатов для подготовки подпиточной воды тепловых сетей предложена новая бессточная технологическая схема. Внедрение разработанной технологии позволяет народу с повышением рабочей обменной емкости катионита на 50-60%, ликвидировать в самом процессе водоподготовки сточные воды.

Технология внедрена на Минской ТЭЦ-3 с годовой экономической эффективностью 40 тысяч американских долларов.

RASHAD TELMAN oglu ISMAILOV

DEVELOPMENT AND RESEARCH CLEAN AND
COST-EFFECTIVE TECHNOLOGIES PREPARATION OF
WATER FOR HEATING SYSTEMS

ABSTRACT

The thesis is devoted to the study of the working mode of regeneration of the H-cation filters otregeneriro-stoichiometric amount of the acid bath and the preparation of environmentally clean and cost-effective make-up water on the basis of these research.

When the filter mode works in "hungry" H – cation condition and assuming receipt of an acidic leachate there is possible to increase the efficiency and technological parameters of the process. Staticsishally processed values of experiments carried out by the mathematical method of planning either co-current or countercurrent two-stream-filter, derived mathematical expressions for calculating the working exchange capacity of cation exchanger. Based on these expressions for determining the exchange capacity of cation exchanger and the average residual calcium hardness in the treated water are constructed grafiks for practical use.

Based on the obtained results for the preparation of feed water for heating systems for new drainage and proposed a new flowsheet technological scheme. The introduction of this technology allows to increase the working exchange capacity of cation exchanger by 50-60% and eliminate in the process of water preparation the use of reagents of wastewater.

The technology was implemented at Minsk HES-3 and obtained 40 thousand U.S. dollars annual efficiency.

Abstract