

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

ASFALTEN VƏ QƏTRAN BİRLƏŞMƏLƏRLƏ ÇİRLƏNDİRİLMİŞ NEFT LAY SULARININ MAYE FAZALI EKSTRAKSİYA ÜSULU İLƏ TƏMİZLƏNMƏSİ TEKNOLOGİYASININ İŞLƏNMƏSİ

İxtisas: 3303.01 – Kimya texnologiyası və mühəndisliyi

Elm sahəsi: Texnika

İddiaçı: **Vəfa İmran qızı Kərimli**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı - 2023

Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi akademik M.Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutunun "Kimyəvi-texnoloji proseslərin modelləşdirilməsi" laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: AMEA-nın müxbir üzvü, texnika üzrə elmlər doktoru, professor
Qüdrət İsfəndiyar oğlu Kəlbəliyev

Rəsmi opponentlər: texnika üzrə elmlər doktoru, professor
Əbülfəz İsmayıl oğlu Babayev
texnika üzrə elmlər doktoru, professor
Fəxrəddin Vəli oğlu Yusubov
texnika üzrə fəlsəfə doktoru
İlhamə Ənvər qızı Xudiyeva

Azərbaycan Respublikası Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.17 Dissertasiya şurası

Dissertasiya şurasının sədri:



kimya elmlər doktoru, akademik
Vaqif Məcid oğlu Fərzəliyev

Dissertasiya şurasının elmi katibi:

texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Zaur Zabil oğlu Ağamalıyev

Elmi seminarın sədri:

texnika elmləri doktoru, dosent
Səyyarə Qulam qızı Əliyeva

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Ətraf mühitin, o cümlədən, su təchizatı mənbələrinin çirklənməsi insan orqanizminə mənfi təsir göstərən əsas amillərdən olub istənilən sənaye müəssisələrinin və məişət xidməti sahələrinin ekoloji fəaliyyətinin tənzimlənməsində xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Məlumdur ki, sənaye sularında müxtəlif qatılıqlarda və fazalarda olan yan məhsullar onun keyfiyyətinə güclü təsir göstərir, bu maddələrdən bəzilərinin normadan artıq qatılığı həm insan orqanizminə, həm də təbii su mənbələrinin bioloji vəziyyətinin pisləşməsinə gətirib çıxarır.¹ Odur ki, texnoloji prosesdən ayrılan suyun tərkibindən çirkləndirici maddələrin çıxarılmasını və ya təmizlənmiş suda onların qatılıqlarının buraxıla bilən hədd səviyyəsində saxlanması vacib məsələlərdəndir. Neft lay sularının təmizlənməsinin əsas istiqaməti həmin tullantı sularının tərkibindəki normadan artıq ziyanlı maddələrin kənarlaşdırılmasından və ya onların parçalanması nəticəsində standart keyfiyyətə gətirilməsindən ibarətdir. Neft lay sularının təmizlənməsində məqsəd təkcə su mənbələrinin çirklənməsinin qarşısının alınması deyil, həm də suyun texnoloji prosesə qaytarılmasından ibarətdir.

Azərbaycan Respublikasının sosial-iqtisadi inkişafında neftin müstəsna rolu vardır. Uzun illər mütləq texnoloji proseslərin olmaması və neft sənayesinin sürətlə inkişafı ətraf mühitin həddən artıq çirklənməsinə səbəb olmuş, atmosfərə atılan tullantı sularının, zəhərli qazların miqdarı artmış, neftlə çirklənmiş torpaq sahələri genişlənmişdir.

Neftin emalı zamanı yaranan neft lay sularının su hövzələrinə axıdılması ilə təbiətə xeyli ziyan dəyir. Müasir dövrün ən aktual problemlərindən biri də ətraf mühitin qorunması hesab edilir. Yuxarıda deyilənləri diqqətə alaraq texnoloji cəhətdən inkişaf etmiş, müasir avadanlıqlarla təchiz olunmuş keyfiyyətli məhsulların istehsalında əsas rol oynayan neft sənayesinin ətraf mühiti, su

¹ Келбалиев Г.И. Массообменные процессы в технологии очистки сточных вод/ Г.З.Сулейманов, С.Р.Расулов М.: Спутник, - Москва, 2013. -342с.

hövzələrini, təbii su mənbələrini çirkləndirməsinin qarşısının alınması əsas məqsədimizdir. Buna görə də işlədiyimiz tədqiqat işi ekoloji cəhətdən çox aktualdır.

Məlum olduğu kimi, neft bir çox maddələr qarışığından ibarətdir ki, bunun da müəyyən hissəsini qiymətli maddələr təşkil edir. Bu səbəbdən də, qiymətli məhsulların ayrılması üsulunun seçilməsi, tullantıların istifadəsi, uyğun texnologiyanın tətbiqi və aparatların yığılması əsas məsələlərdəndir.

Tədqiqatın obyektı və predmeti. Qeyd edilənləri nəzərə alaraq dissertasiyanın tədqiqat obyektı kimi asfalten və qatran birləşmələrlə çirkləndirilmiş neft lay suları götürülmüşdür.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. Neft hasilatının artırılması proseslərində lay suyunun tərkibindəki asfalten əsaslı qatranların miqdarından asılı olaraq hasilat dərəcəsi də dəyişir. Odur ki, effektivlik dərəcəsinin artan istiqamətə yönəldilməsi üçün onun sudan təmizlənərək təkrar prosesə qaytarılması istər ekoloji, istərsə də iqtisadi baxımdan günün ən aktual problemlərindəndir.

Bu problemi həll etmək üçün aşağıdakı konkret məsələlər qoyulmuş və həll edilmişdir:

- Maye faza ekstraksiya prosesində izotrop turbulent axında damcılardan koalesensiyası və parçalanması;
- Dispers damcılardan turbulent axında çökməsinin və səthə qalxmasının modelləri və sistemin ekstraktorda təbəqələnməsi;
- Maye faza ekstraksiya prosesində kütlə mübadiləsi prosesləri;
- Prosesin aparılmasında effektiv ekstragentin seçilməsi;
- Neft lay sularının maye faza ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsinin texnoloji sxeminin tərtibi;
- Neftlə çirklənmiş çirkab sularının ilkin təmizlənmədən sonra bərk faza hissəciklərindən sinergetik qarışıqdan istifadə etməklə təmizlənməsi proseslərinin təcrübi tətbiqi və kinetikasi.

Tədqiqat metodları. Asfalten və qatran birləşmələrlə çirkləndirilmiş neft lay sularının həmin birləşmələrdən ayrılması üçün maye faza ekstraksiya ilə təmizlənməsi prosesi aparılmışdır. Toluolun yenidən bərpa üçün rektifikasiya prosesi istifadə olunur.

Tullantı sularında neft və neft məhsullarının miqdarı gravimetrik üsulla müəyyən edilmişdir.

Müdafiyə çıxarılan əsas müddəalar.

- Asfalten və qatran birləşmələrlə çirklənmiş neft lay sularının maye fazalı ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsi üçün laboratoriya şəraitində təcrübi qurğunun qurulması, ekstragent kimi aromatik karbohidrogenlərin, o cümlədən toluolun istifadəsi, nəzəri əsaslandırılması və prosesin kinetik tədqiqinin aparılması.
- Ekstraksiya prosesinin daha səmərəli həyata keçirilməsində fazalararası səthin böyüməsi, təbəqələşmə hesabına faza ayrılımları, yəni üzvi fazanın qeyri-üzvi fazadan ayrılmasına təsir edən əsas amillərin müəyyən edilməsi, izotrop turbulent axında toluol damcılarının parçalanması və koalesensiyası prosesləri.
- Asfalten-qatran birləşmələrin neft lay sularından maye fazalı ekstraksiyası, çökdürücü qurğularda rafinat və ekstraktın ayrılması, ekstraktan ekstragent-toluolun ayrılması üçün lazım olan rektifikasiya aparatı, nəticədə icazə verilən normada zərərli maddələrdən təmizlənmiş lay sularının, ayrılmış üzvi birləşmələrin (asfalten-qatran) və ekstragentin təkrar istifadəsinə imkan verən elmi əsaslandırılmış texnologiyanın hazırlanması.
- Neftlə çirklənmiş çirkab suların asfalten-qatran birləşmələrdən ilkin təmizlənməsindən sonra suyun tərkibindəki incə dispers bərk hissəciklərin sinergetik qarışıq vasitəsilə təmizlənməsi proseslərinin nəzəri aspektləri və təcrübi tədqiqi.

Tədqiqatın elmi yeniliyi. Dissertasiya işində aşağıdakı yeni elmi nəticələr alınmışdır:

- Asfalten və qatran birləşmələrlə çirklənmiş neft lay sularının toluol ilə maye faza ekstraksiya proseslərində koalesensiya, parçalanma və dispers sistemlərin ayrılması məsələsinin həlli üçün müəyyən dəqiqliklə istifadə oluna bilən, deformasiya olunmuş toluol damcılarının minimal və maksimal ölçülərinin hesablanması üçün bəzi düzəlişlər aparılmış, özlü axın üçün ekstraktorda parçalanma tezliyinin, damcılarının çökmə və səthə qalxma sürətlərinin hesablanması üçün riyazi ifadələr verilmişdir.
- Maye faza ekstraksiya prosesinin kinetik tədqiqinin aparılması, tarazlıq halı və turbulent şəraitdə, kütlə mübadiləsi qanunauyğunluqları çərçivəsində baxılması, alınan təcrübi

nəticələr, sənaye su mənbələrinin maye faza ekstraksiyası tətbiq etməklə təmizlənməsini daha effektiv həyata keçirən 3 pilləli çarpazvari sxem üzrə işlək aparat tərtibatı problemini həll etməyə imkan vermişdir.

- Digər tərəfdən təcrübi və nəzəri hesablamalar əsasında hər pillə üçün ekstraktora verilən toluolun miqdarı müəyyən edilmiş, hər bir ekstraktorda müvafiq qarışdırma sürətləri hesablanmaqla, ekstragent damcılarının maksimum parçalanmasının təmin edilməsi ekstraksiya sürətini və faza ayrılma vaxtlarını müəyyən etməyə imkan vermişdir.
- Aldığımız nəticələrə əsasən ekstragentin ayrılması üçün qızdırıcı çənlə bir yerdə kombinə olunmuş yeni rektifikasiya aparatı təklif edilmiş, asfalten və qatranlarla çirklənmiş neft lay sularının həlledici toluolun köməyi ilə maye faza ekstraksiya üsulu tətbiq etməklə təmizlənməsi üçün tullantısız istehsal sahəsi üzrə elmi əsaslandırılmış texnoloji sxem işlənib hazırlanmış, onun həm ekoloji, həm də iqtisadi cəhətdən əlverişli olması müəyyən edilmişdir.
- Neftlə çirklənmiş çirkab sularının ilkin təmizlənmədən sonra müxtəlif neft məhsullarından və bərk faza hissəciklərindən sönmüş əhəng və dəmir xloriddən ibarət sinergetik qarışıqdan istifadə etməklə təmizlənməsi proseslərinin təcrübi tədqiqi aparılmış, sərf edilmiş qarışıqın miqdarını hesablamaq üçün riyazi modellər təklif olunmuşdur.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. Neft lay sularının müxtəlif qarışıqlardan və çirkləndiricilərdən (üzvi və qeyri-üzvi birləşmələr, metallar, suda həll olmayan müxtəlif dispers sistemlər, duz məhlulları, turşular və s.) təmizlənməsi vacib ekoloji və iqtisadi məsələlərdəndir.

Bəzi hallarda tullantı sularının təmizlənməsi probleminə onun tərkibindən qiymətli məhsulların və materialların çıxarılması kimi də baxmaq olar.

Həmçinin prosesdə resulkulyasiyalı təmizlənmə üsulundan istifadə edilmişdir. Yəni ekstragent kimi istifadə olunan maddə təkrar prosesə qaytarılmışdır. Bu da iqtisadi cəhətdən əlverişlidir.

Həmçinin işdə alınmış əsas kinetik nəticələr gələcəkdə bu tip

texnologiyaların layihələndirilməsində əsas məlumat mənbəyi ola bilər.

Probasiyası və tətbiqi. Dissertasiyanın əsas materialları aşağıdakı elmi konfranslarda məruzə və müzakirə edilmişdir.

Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 93-cü ildönümünə həsr olunmuş Gənc Tədqiqatçıların IV Beynəlxalq Elmi Konfransı (Bakı, 2016); M.Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutunun 80 illik yubileyinə həsr olunmuş respublika elmi konfransı (Bakı, 2016); Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 95-ci ildönümünə həsr olunmuş Gənc Tədqiqatçıların II Beynəlxalq Elmi Konfransı (Bakı, 2018); Akademik M.Nağıyevin 110 illiyinə həsr olunmuş “Nağıyev qıraətləri” beynəlxalq konfransı, (Bakı, 2018); Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 95-ci ildönümünə həsr olunmuş Gənc Tədqiqatçıların III Beynəlxalq Elmi Konfransı, (Bakı, 2019); Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 96-cı il dönümünə həsr olunmuş tələbələrin I respublika elmi konfransı, (Bakı, 2019); XXIV International Conference on Chemical Reactors. Chemreactor-24. (Milan, İtali – Novosibirsk, Russia, 2021).

Çap olunmuş elmi əsərlər. Dissertasiya işinin nəticələri elmi əsərlərdə dərc olunmuşdur. Onlardan 12 məqalə (3 məqalə beynəlxalq bazalarda indekslənen xarici elmi jurnallarda, 9 məqalə - AAK-ın siyahısına daxil edilməsi tövsiyə edilən respublika jurnallarında), 7-i isə beynəlxalq və respublika konfranslarında çap olunan məruzələrin tezisi. Çap olunmuş əsərlər dissertasiyanın mahiyyətini tam əks etdirir.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı. Dissertasiya işi Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Kataliz və Qeyri-üzvi kimya institutunun “Kimyəvi və ekoloji proseslərin modelləşdirilməsi və texnologiyası” şöbəsinin “Kimyəvi-texnoloji proseslərin modelləşdirilməsi” laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

Müəllifin şəxsi iştirakı. Dissertasiya işində təcrübi tədqiqatların aparılması, alınan nəticələrin işlənməsi və materialların çapa hazırlanması, əsasən müəllif tərəfindən həyata keçirilmişdir. Həmmüəllif olduğu elmi əsərlərdə müəllifin payı həlledici olmuşdur.

İşin həcmi və quruluşu. Dissertasiya işi girişdən, 4 fəsildən,

əsas nəticələrdən, 189 adda istifadə edilən elmi ədəbiyyat siyahısından ibarət olub, 142 səhifə həcmə malikdir. Dissertasiyaya 13 cədvəl, 20 şəkil daxil edilmişdir. Dissertasiyanın həcmi istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı, cədvəl və şəkillər istisna olmaqla 174867 işarə təşkil edir.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

Dissertasiyanın **I fəsilində** neft məhsulları ilə çirkləndirilmiş tullantı sularının mövcud metodları analiz edilmiş, çirklənmiş və sənaye tullantı sularının növləri və xassələri araşdırılmış, tullantı sularının təmizlənməsinin fiziki-kimyəvi və qeyri-ənənəvi metodları öyrənilmişdir. Həmçinin neft çirkab sularının mənbəyi, tərkibi, xassələri, asfalten və qatran birləşmələrinin neft lay sularında rolu araşdırılmışdır.

II fəsilə müxtəlif üzvi qarışıqlardan tullantı sularının təmizlənməsi prosesində mayelərin dispersləşməsi, maye ekstraksiya prosesində izotrop turbulent axında damcı və qabarcıqların koalesensiyası, parçalanması öyrənilmiş, damcı və qabarcıqların minimum və maksimum ölçülərinin hesablanması üçün düsturlar verilmişdir.

III fəsilə tullantı sularının maye faza ekstraksiya üsulu ilə ayrılmasının kinetikası hesablanmış və tullantı sularının təmizlənməsində kütlə mübadiləsi məsələlərinə baxılmışdır. Neft şlamları ilə çirkləndirilmiş tullantı sularının təmizlənməsində effektiv ekstragentin seçilməsi, eksperimentin tədqiqində önəmli faktorun seçilməsi, maye-faza ekstraksiyasının tədqiqi verilmişdir.

IV fəsilə toluol ilə təmizlənən tullantı sularının ekstraksiya prosesinin hesabının nəticələri qeyd edilmiş və neft lay çirkab sularının maye ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsinin texnoloji sxemi verilmişdir.

Müxtəlif xassəli qarışıqlardan ibarət olan tullantı sularının yüksək keyfiyyətli təmizlənməsi tələb edildiyi üçün təmizlənmə üsulunun seçilməsi və optimal texnoloji sxemin hazırlanması olduqca

mürəkkəb məsələdir. Məsələn, tullantı sularında duzun miqdarını azaldıb onu təkrar istifadə etmək üçün aşağıdakı üsullardan istifadə olunur: ion mübadiləsi, əks osmos, elektrodializ, distillə, buxarlanma. Bundan başqa, tullantı sularından təkrar istifadə etmək üçün qiymətli komponentləri, turşuları, qələviləri, metalları, müxtəlif üzvi məhsulları da çıxarmaq olar. Suyun bu mərhələdə istifadəsinin mümkünlüyü dövrüyyəyə buraxılan suyun keyfiyyətinə olan tələbatdan asılıdır. Tullantı sularındakı çirkləndiricilərin xassələri haqqında məlumata əsasən təmizləmə üsulunu, avadanlığı seçdikdən sonra bu və ya digər proses üçün texnologiya təklif etmək olar. Beləliklə, sənaye tullantı sularının təmizlənmə üsullarının seçilməsi zamanı onun tərkibindəki tullantıların xassələri nəzərə alınmaqla zərərlik dərəcəsinə nəzarət edilir, reagent kimi istifadə etdiyimiz həlledicilərin təkrar istifadəsi, prosesin aparılmasına az enerjinin sərfi əsas götürülür ki, bu da ekoloji və iqtisadi cəhətdən effektiv texnoloji sxemin yaradılmasına imkan verir.

Sənaye tullantı sularının təmizləmə texnologiyasının işlənməsi zamanı bir çox meyarlar nəzərə alınır ki, bunlardan çirkləndiricilərin fiziki-kimyəvi xassələri və qatılığı əsas hesab olunur. Çirkab suların təmizlənməsi zamanı həmçinin çirkləndiriciləri parçalayan və ya digər zərərsiz maddələrə çevirən dağıdıcı və çirkləndiricilərin çıxarılmasına və istifadəsinə imkan verən regenerativ üsullardan istifadə edilir. Çirkab suların fiziki-kimyəvi təmizlənməsi zamanı onlardan incə dispers və həll olmuş qeyri-üzvi qarışıqlar çıxarılır, üzvi və zəif oksidləşdirici maddələr parçalanır.

Neft lay sularından asfalten-qatran birləşmələrini ayırmaq üçün bu maddələrin təmizlənmə suda həll olmayan digər bir mayədə həll olma qabiliyyətindən istifadə etmək olar. Əgər belə mayeni tullantı suyuna əlavə edib qarışdırsaq, onda bu maddələr (asfalten-qatran birləşmələri) əlavə olunmuş mayədə həll olacaq və onların tullantı suyunda qatılığı azalacaqdır. Bu fiziki-kimyəvi üsul bir-birində qarşılıqlı həll olmayan maddələrin qarışdırılması zamanı maddənin həllolma qabiliyyətinə görə fazalar arasında paylanma qanununa əsaslanır. Əgər bundan sonra əlavə olunmuş mayeni tullantı suyundan ayırırsaq, sonuncu onda həll olmuş maddələrdən müəyyən qədər təmizlənmiş olur. Həll olmuş maddələrin tullantı sularından

çıxarılmasının bu üsulu maye-faza ekstraksiya prosesi adlanır; bu zaman xaric olunan həllolmuş maddələr - ekstraksiya olunan maddələr; əlavə olunan və tullantı suyu ilə qarışmayan maye-ekstragent adlanır. Çirkəndirici maddələrdən azad olmuş maye faza isə rafinat adlanır. Ekstragent üçün bir sıra tələblər qoyulur - o su ilə emulsiya əmələ gətirməlidir (çünki bu qurğunun istehsal qabiliyyətinin azalması və həlledici itkisinin artmasına gətirib çıxarır) regenerasiyası asan həyata keçirilməli və zəhərli təsiri olmamalıdır.

Aromatik karbohidrogenlərin, o cümlədən toluolun su ilə stabil emulsion sistem əmələ gətirə bilməsi ilə əlaqədar aparılan tədqiqatlar ona gətirib çıxarmışdır ki, suyun asfaltenlərdən daha effektiv təmizlənməsi prosesində ekstragent kimi məhz aromatik karbohidrogenlərdən istifadə edilə bilər.

Maye-fazalı ekstraksiya üsulu ilə neftli çirkab suların təmizlənməsi zamanı müəyyən edilmişdir ki, təmizlənmənin effektivliyi bir neçə parametrdən asılıdır:

- a) emulsiyanın ekstraktorda qarışdırılma sürəti (qarışdırıcının dövr sayı);
- b) suyun həlledici-toluolda həcm nisbəti;
- c) qarışığın ekstraktorda olma zamanı;

Qeyd etmək lazımdır ki, qarışdırılmanın sürəti həlledicinin fiziki parçalanmasında mühüm rol oynayır, həmçinin qarışdırılmanın sürəti artdıqca parçalanmanın sürəti və tezliyi artır.

Neftdə asfaltenlərin olması onların məsamənin divarlarında və borularda tam tıxanması ilə nəticələnən çökməsi onun məsaməli qatda süzülməsini çətinləşdirir. Bu fakt qatın məsaməliliyinə, neftin hərəkətliliyinə, yerdəyişmə gərginliyinə və reoloji modelin strukturuna önəmli təsir göstərərək strukturun dağılmasının başlanma və bitməsinə təyin edir. Asfalten qatının qalınlığının artması ilə məsamələrin səthində məsaməlilik və qatda keçiricilik azalır, bu da neftin hərəkətliliyinin azalmasına səbəb olur. Problemin həlli üçün aşağıdakı ehtimallar qəbul edilmişdir:

1. Strukturlaşdırılmış neft sistemində sedimentasiya (qravitasiya koagulyasiyası) zamanı və laminar, eləcə də turbulent axınlarda diffuziya hesabına asfalten hissəciklərinin toqquşması,

koaqulyasiyası və aqreqasiyası nəticəsində yaranan nanoaqreqatlar mövcuddur; yaranmış asfalten flokulları axıdıcı xəttlərin və kollektorun divarında qalın qat yarada biləcək şəkildə səthə çökürlər. Həmdə borudakı sürətli axının intensiv qarışması zamanı temperaturdan asılı olaraq təzyiqin düşməsi təkrar həllolmaya, yaxud da çökmüş asfalten hissəciklərinin qoparaq borularda sürətlə axmasına səbəb ola bilər.

2. Nanoaqreqatlar digər özlərinə bənzər aqreqatlar və ya asfaltenlərlə toqquşana qədər sərbəst axın vahidi kimi hərəkət edirlər. Nanoaqreqatlar bir-birləri ilə toqquşarkən nanoaqreqat klasterlərində birləşirək daha sonra maksimal özlülük və yumşaq koaqulyasiyalı özlü-elastiki karkas yaradırlar. Nanoaqreqatlar karkasının maksimal ölçüsü axının getdiyi kanalların (məsamələrin) ölçüləri ilə təyin edilir [5,14].

3. Nanoaqreqatlar gradient sahəsində fırlana və təzyiq gradientindən, eləcə də axının sürətindən asılı olaraq dartıcı hidrodinamik qüvvələrin təsiri altında parçalana bilərlər.

4. Nanoaqreqatların xətti ölçüləri ayrıca asfalten hissəciyinin ölçülərindən klaster və karkasın maksimal ölçülərinə qədər dəyişir.

5. Sonsuz sürətin həddi vəziyyətində bütün $\lim_{\tau \rightarrow \infty} (\tau_0/\tau) \rightarrow 0$ şərtində bütün aqreqatlar ayrı-ayrı hissəciklərə qədər parçalanar, nəticədə dispers sistemin axını nyuton axımına yaxınlaşır.

6. Aromatik karbonların mövcudluğu şəraitində asfaltenlər yaxşı həll olur, bu da struktur formalaşmasının, başqa sözlə klasterlərin və özlü-elastiki karkasların yaranmasının qarşısını alır. Bundan başqa asfaltenlərin həll olmasına neftdə olan digər birləşmələrin, məsələn qətranın olması da təsir edir.

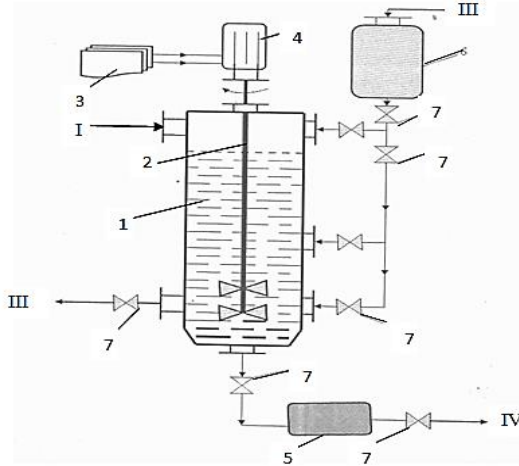
Bu sadalananları nəzərə alaraq suyun asfaltenlərdən daha effektiv təmizlənməsi prosesində ekstragent kimi məhz aromatik karbohidrogenlərdən istifadə edilə bilər. Həmçini ekstragent üçün bir sıra tələblər var:

1. su ilə stabil emulsiya əmələ gətirməlidir
2. regenerasiyası asan həyata keçirilməlidir
3. zəhərli təsiri olmamalıdır

Biz asfalten və qatran birləşmələrin neft lay sularından ayırmaq üçün ekstragent kimi toluoldan istifadə etmişik.

Təcrübi qurğu

Şəkil 1-də çirkab suların neft məhsulları və asfalten qalıqlarından ekstraksiya metodu ilə toluol vasitəsi ilə təmizlənməsi qurğusu göstərilmişdir. Həcmi 5 litr olan laborator ekstraktora neft məhsulları ilə, bərk hissəciklərlə və toluolla (toluolun və suyun miqdarı 1:30 olmaqla) çirkləndirilmiş çirkab su verilir və ekstraktorun birinci mərhələsində 10 dəqiqə ərzində intensiv qarışdırılır. Nəticədə, ekstraktın və rafinatın sıxlığı fərqli olduğuna görə fazaların ayrılması baş verir. Həllədicinin üçmərhələli ekstraktor sistemə verilməsi belə baş verir: I mərhələ–50%, II və III mərhələlərdə ayrı-ayrılıqda olmaqla toluolun bütün həcmindən hərəsinə 25%.



Şəkil 1. Asfaltenli lay sularının ekstraksiya metodu ilə təmizlənməsi üçün qurğu:

1–ekstraktor; 2–qarışdırıcı; 3–laboratoriya transformatoru; 4–elektromotor; 5–bərk hissəciklərin qarışını almaq üçün filtr; 6–toluol üçün tutum; 7–ventil

Axın: I–tullantı suyun girişi, II–toluolun girişi, III–ekstraksiyanın ağır qalıqlarının çıxışı, IV–su emulsiyasının çıxışı.

Qalıq çirkab suyun yenidən işlədilməsi (II) ekstraktorunda qarışdırılma 20 dəqiqə baş verir; III ekstraktorda isə 30-40°C temperatur intervalında 40 dəqiqə müddətində qarışdırılır. Ekstraktın və rafinatın ümumi ayrılma vaxtı eksperimental olaraq

1 saat ərzində həyata keçirilir. Qeyd etmək lazımdır ki, fazaların strukturu belədir: aşağıdakı faza–asfalt qatranlı maddələrdən təmizlənmiş, bərk mexaniki qarışıq tərkibli sudur; yuxarıdakı faza–ekstragentdir. Yuxarıdakı faza–asfalt qatranlı maddələr həll olunmuş toluoldan ibarət ekstragent toluolun ağır neft məhsullarından ayrılması üçün rektifikasiyaya göndərilir və o sxemin əvvəlinə qaydır, sonra da həlledici kimi istifadə olunur.

Cədvəl 1-dən görüldüyü kimi, ekstraksiya prosesinin effektivliyi, əsasən qarışdırıcının fırlanma sürətindən; üç mərhələli sistem üçün isə – sürətin mərhələlər arasında düzgün bölünməsindən asılıdır. Beləliklə, birinci mərhələdə sürətin göstəricisi – 250 döv/dəq; ikinci mərhələdə –500 döv/dəq; üçüncüdə isə – 1000 döv/dəq olduqda, suyun təmizlik dərəcəsi 95.85% bərabərdir. Qeyd etmək lazımdır ki, ekstraksiya mərhələləri arasında sürət paylanmasının ən əlverişli tipi belədir: I mərhələdə – 1500 döv/dəq; II mərhələdə – 2000 döv/dəq; III mərhələdə – 2500 döv/dəq. Bu halda çirkab suların asfalten vəqatranlardan təmizlənmə dərəcəsi 99.96% olur.

Cədvəl 1.

Qarışdırma sürətinin və toluol-ekstragentinin ekstraktora verilmə xüsusiyyətinin üç mərhələli ekstraksiya effektivinə təsiri[13]: asfalten qatran maddələrin çirkab suyun tərkibində miqdarı – 8.64 q/l; çirkab suyun miqdarı – 5 l; suyun ekstragentə nisbəti – 30:1; temperatur – 25°C.

Ekstragen- tin təchizatı xarakteri	Mərhələlər arası paylanması %			Fırlanma sürəti döv/dəq			Fazalara bölünmə vaxtı dəq.	Zərər %	Üzvi maddə- lərin suda olan miqdarı %	Çirkab suyun təmiz- lənmə dərəcəsi %		
	I	II	III	I	II	III					I	II
aşağıdan	50	25	25	250	500	1000	10	20	45	2.59	0.36	95.85
aşağıdan	50	25	25	1500	2000	2500	10	20	45	2.14	0.76	97.06
ortadan	50	25	25	1500	2000	2500	10	20	45	1.12	0.52	98.36
aşağıdan 1 saat ərzində	50	25	25	1500	2000	2500	10	20	60	1.10	0.04	99.96

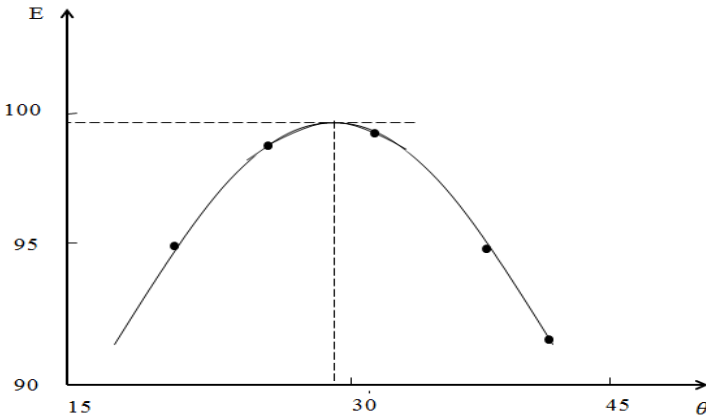
Mayenin parçalanma sürətinin artması ilə, toluol damcılırla çirkab suyun fazalararası məsafəsi, həmçinin üzvi qalıqların çirkab suyundan həllediciyə keçmə sürəti artır.

Qarışdırıcının sürətinin artması, eyni zamanda həm toluol damcılarının parçalanma sürətini, həm də ekstragent damcılarında toqquşmaların sayını, koalesensiya sürətini və damcılarının diametrlərini artırır. Bununla da, ekstraksiya prosesi zamanı ekstragent-rafinat sisteminin təbəqələşməsinin daha da effektiv olması təmin olunur.

Toluolun ekstraktora təchizat yerinin və xüsusiyyətinin eksperimental tədqiqi onu göstərdi ki, ən effektiv üsul onun qarışdırılma zonasına aşağıdan verilməsidir. Cədvəlin nəticələrini istifadə etməklə çirkab suların toluolla təmizlənməsi ekstraksiyasının effektivliyini aşağıdakı asılılıqla göstərmək olar:

$$E = 43.53 + 3.492\theta - 0.069\theta^2 \quad (1)$$

E – ekstraksiyanın effektivliyi; θ – suyun həllediciyə nisbəti



Şəkil 2. Ekstraksiyanın effektivliyinin suyun həllediciyə nisbətindən asılılıq.

Şəkil 2-dən görüldüyü kimi ekstraksiya dəyərinin maksimal

effektivliyi $E_{\max} = 99.79$ suyun həllediciyə nisbəti $\theta = 28.46$ olan zaman olur.

Beləliklə aparılmış tədqiqat işləri nəticəsində lay sularının asfaltenli qatranlardan təmizlənərək təkrar prosesə qaytarılması üçün effektiv ekstragent kimi toluoldan istifadə edilməsi daha məqsədə uyğun hesab edilmişdir.

Prosesin kinetikasi.

Lay suyunun maye faza ekstraksiya üsulu ilə neft məhsullarından (asfaltenlərdən) təmizlənməsi prosesinin laboratoriya qurğusunda asfaltenlərin toluol mühitində həll olmasının kinetikasi öyrənilmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, asfaltenlərin toluolda həll olması kütlə mübadiləsi prosesidir və əsas şərtlərdən biri aşağıdakı şəkildə verilə bilər:

$$-D_E \left. \frac{\partial C}{\partial r} \right|_{r=\delta} = \beta(C - C^*) \quad (2)$$

Burada D_E – effektiv diffuziya əmsalındır, β – kütlə mübadiləsi əmsalındır, C – qatılıq, δ – fazlar arası layın qalınlığıdır. Bu tənlikdən istifadə edərək, asfaltenlərin toluolda həll olmasının kinetik tənliyi aşağıdakı şəkildə yazıla bilər:

$$C(t) = C^* \left(1 - \exp \left(- \int_0^t K(t) dt \right) \right) \quad (3)$$

Burada:

$$K(t) = K_0 t^{-1/2}, \quad K_0 = \beta / \sqrt{2D_E}, \quad C^*(T) = 57,33 + 0,7T^0 C .$$

Son nəticədə həll olma kinetik tənliyi belə yazıla bilər:

$$C(t) = C^* \left(1 - \exp(-\alpha t^{3/2}) \right) \quad (4)$$

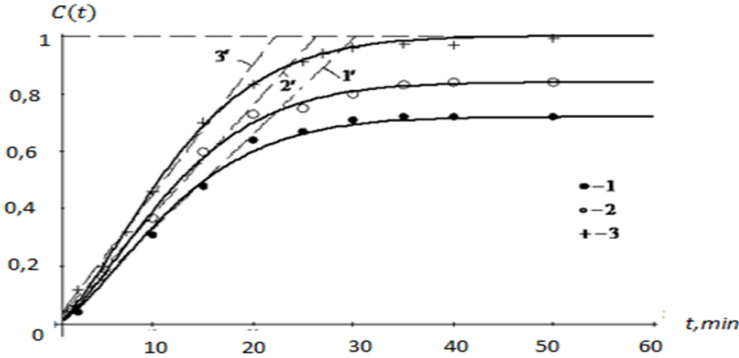
(4) ifadəsi asfalten və qatran birləşmələrin toluol ilə ekstraksiya prosesinin kinetik ifadəsidir. Bu ifadə, vahid zamanda bir fazanın səthindən digər fazanın vahid səthinə keçən maddənin miqdarını göstərir. Həmçinin bu ifadə ilə prosesin ekstraksiya sürətini də hesablamaq mümkündür. Ədəbiyyat materiallarında ekstraksiya sürətinə təsir edən müxtəlif üsullar qeyd edilmişdir:

- Fazaların bir-biri ilə əlaqə səthinin və fazalarda kütləötürmə əmsalının artırılması üçün fazaları intensiv qarışdırmaq və həlledicinin dispersləşməsini təmin etmək üçün ekstraksiya sisteminə mexaniki enerjinin verilməsi;
- Fazalar arasında gedən kimyəvi reaksiyaların və fiziki-kimyəvi proseslərin sürətini dəyişməklə.

Kimya texnologiyasında əsasən ekstraksiya sürətinə təsir etmək üçün proses qarışdırıcı qurğularda aparılır, buna səbəb ekstraksiya sürətinin diffuziya əsasında təyin olunmasıdır. Ancaq qeyd edə bilərik ki, qarışdırılma prosesinin sürətinin artması fazalararası səthin genişləndirilməsi və kütləötürmə əmsalının artmasından daha çox olduğundan buna əlavə enerji sərfi kimi baxmaq olar. Bununla yanaşı davamlı qarışdırılma halında növbəti mərhələlər üçün prosesdə fazaların ayrılma sürəti aşağı düşə bilər. Bəzən ekstraksiya sürəti fazalararası təbəqənin ölçüsündən asılı olmur. Bu zaman maddənin ayrılma sürəti fazalararası təbəqədə baş verən kiçik reaksiyalarla məhdudlanır. Ekstraksiya prosesinin sürətləndirmək üçün fazalararası təbəqədə gedən reaksiyaların sürətinin artırılması lazımdır. Çox zaman maye ekstraksiya prosesində qarışdırıcı qurğularda, kütləötürməyə müqavimət fazalararası sahədə toplanır. Bu onunla izah olunur ki, edilən təsirlərin hamısı kütləötürmə əmsalına təsir edir. Bu amillərə ekstragent və ekstraksiya olunan maddə arasında baş verən fazalararası reaksiya; fazalararası təbəqədə çətin həll olan reaksiya məhsulları, kiçik damcılar, bərk hissəciklərin akkumulyasiyası nəticəsində, başqa sözlə fazalararası sahədə kondensləşmiş fazalararası təbəqə və mikroheterogen zonanın əmələ gəlməsi nəticəsində fazalararası səthin təcrid olunması aiddir.

Asfalten-qatran birləşmələrin ekstragent kimi toluolun iştirakı ilə ekstraksiya prosesinin kinetikasının araşdırılması üçün 20-60 °C temperatur intervalında və 5- 50dəqiqə ərzində neft lay suları üzərində bir sıra təcrübələr aparılmışdır. Təcrübi araşdırmaların və (4) ifadəsinə görə hesabi qiymətlərinin nəticələri şəkil 3- də verilmişdir.

Aşağıdakı şəkildə asfaltenlərin toluolda həll olma kinetikasının tempereaterdan asılı olaraq ayrılması verilmişdir.



Şəkil 3 . Asfaltənlərin toluolda həll olmasının müxtəlif temperaturlarda kinetik əyriləri: 1–25⁰ C ; 2–40⁰ C ; 3–60⁰ C .

Asfaltənlərin toluolda həll olma sabiti aşağıdakı şəkildə hesablanabilir:

$$\ln K = -\frac{752.087}{T} - 0.8507 \quad (5)$$

Asfaltənlərin toluolda həll olma kinetik tənliyi çirkəb neft sularının asfaltənlərdən maye fazalı ekstraksiya yolu ilə təmizlənməsi prosesinin hesablanmasında, avadanlıq tərtibatında və texnoloji sxemin hazırlanmasında istifadə olunabilir.

Kütlə mübadiləsi.

Sənayedə tullantı sularının müxtəlif qarışıqlardan, əsasını kütlə mübadiləsi prosesləri təşkil edən fiziki-kimyəvi üsullarla təmizlənməsi geniş yayılmışdır. Tullantı sularından zərərli maddələrin ayrılması və çıxarılması üsullarının seçimi bir fazadan digərinə keçən maddələrin kütlə ötürmə şərtləri ilə müəyyən olunur.

Müxtəlif fazalar arasında kütlə mübadiləsi proseslərinin hesablanması zamanı verilmiş şəraitdə qarışıqlarının vəziyyətini fərqləndirmək lazımdır. Əgər qarışıq bir neçə qarışmayan və bir-birində həll olmayan fazalardan (maye, qaz, bərk hissəciklər) ibarətdirsə, onda bu sistemlər (bu fazadan biri aparıcıdır) fazalararası ayrılma sahəsi əmələ gətirir və çoxfazlı sistemlər adlanır. Əgər bunlar iki fazadan ibarətdirlərsə dispers sistemlər adlanırlar, əgər sistem bir neçə qarşılıqlı həll olan komponentdən ibarətdirsə, onda belə sistemlər çoxkomponentli məhlullar əmələ gətirir.

Komponentlərin sayı 2 olan məhlullar binar adlanır. Kütlə mübadiləsi proseslərinin hesablanması zamanı bu sistemlərdə faza qatılıqlarının ifadə edilməsi məsələsi əsas sayılır. Kütlə mübadiləsi proseslərində əsasən kütlə və mol qatılıqları istifadə edilir

Tullantı sularından asfalten-qatran birləşmələrin maye ekstraksiyası fazalararası təbəqədə gedən kütlə mübadiləsi prosesi olub, aşağıdakı mərhələlərdən ibarətdir:

a) Toluolun maye mühidə dispersləşməsi və fazalararası səthdə uyğun komponentlərin diffuziya vasitəsilə ötürülməsi ilə xarakterizə olunan fazalararası təbəqədə ekstraksiyası. Fazalararası kontakt səthinin artırılması məqsədi ilə maye damcılarının xırdalanması fırlanmanın kifayət qədər yüksək sürətlərində aparılır ki, bu da parçalanmanın yüksək tezliyini təmin edir. Göstəriləndiyi kimi damcılarının parçalanma tezliyi ω fırlanma sürəti W və qarışdırıcının diametri D ilə düz mütənasibdir, $\omega \sim W^{1,2} D^{1,3}$; damcılarının minimum ölçüsü isə $a_{min} \sim (WD)^{1,75}$ kiçilir;

b) koalesensiya, damcılarının iriləşməsi, fazaların təbəqələnməsi və kontaktda olan fazaların sıxlıqlarının fərqi hesabına ekstrakt fazanın və suyun ayrılması. Göstəriləndiyi kimi damcılarının orta ölçüsü $a_s \sim W^{-1,2} D^{-0,8}$; maye mühidə koalesensiyanın tezliyi isə damcılarının qatılığından φ_0 və mühitin özlülüyündən ν_m

$\omega \sim \varphi_0 D \left(W^3 / \nu_m \right)^{1/2}$ şəklində asılıdır. Damcılarının koalesensiyası fazaların effektiv təbəqələnməsinə imkan verən bir-birinə qarışmayan mayelərdən ibarət iki təbəqənin əmələ gəlməsinə qədər davam edir. Bu halda əsas rolu qarışdırılma şəraitindən və mühitin fiziki-kimyəvi xassələrindən (sıxlıq, özlülük, səthi gərilmə, xüsusi dissipasiya enerjisi) asılı olan damcılarının minimal ölçüləri oynayır;

c) Asfalten-qatran birləşmələr üçün həlledici və rafinat qismində əlavə istifadə olunan toluolun alınması üçün ekstraktın rektifikasiyası.

Mayefazalı ekstraksiya proseslərində əsas amil bir-birinə qarışmayan iki maye arasında kütlə ötürülməsidir. Çirkab sularından üzvi birləşmələrin ayrılması üçün istifadə olunan mayefazalı ekstraksiyası fazalararası təbəqədə kütlələrin daşınması ilə müşahidə edilən prosesdir və ekstrakt-həlledicinin su mühidində

dispersiyalaşması, fazalararası təbəqədə ekstraksiyası ilə müşayiət olunaraq müvafiq tərkiblərin fazalararası səthə diffuzion daşınması ilə xarakterizə olunur.

Bir çox hallarda dispers sistemin halı damcı və qabarcıqların minimal və maksimal ölçüləri ilə müəyyənləşir. Maye faza ekstraksiya prosesində fazaların təbəqələnməsi üçün lazım olan ekstragent kimi istifadə olunan toluol damcılarının koalesensiyasının mexanizmi aşağıdakı mərhələlər ilə müəyyən olunur:

a) izotrop turbulent axında müəyyən tezlikli toluol damcılarının qarşılıqlı toqquşması;

b) iki damcılarında fazalararası təbəqənin əmələ gəlməsi və onun nazikləşməsi;

c) fazalararası pərdənin parçalanması və mayenin bir damcıdan digərinə keçməsi, birləşmə və yeni damcının əmələ gəlməsi. Hissəciklərin minimal ölçüləri dispers sistemin damcı və qabarcıqların koalesensiyasına meyilli halını, maksimal ölçüləri isə deformasiya və parçalanmasına meyilli halını xarakterizə edir. Toluol damcılarının minimal və maksimal ölçülərinin qiymətləndirilməsi məqsədi ilə səthi gərilmə qüvvəsi ilə $F_\sigma = 4\sigma/a_s$ damcının səthinə təsir edən dinamik qüvvənin bərabərlik şərtindən istifadə edək $F_D = C_D(Re_d)\rho_c U^2/2$ (burada, $C_D(Re_d)$ – toluol damcılarının müqavimət əmsalı, $Re_d = Ua/v_c$ -damcılar üçün turbulent axının U orta sürəti ilə müəyyən olunan Reynolds ədədi) [61]. Burada elə fərz olunur ki, dinamik təzyiq damcının səthinin müəyyən hissəsinə təsir edir və ona görə müqavimət əmsalı ilə əlaqəli ola bilər. Bu qüvvələrin bərabərlik şərtindən alınır

$$C_D = (Re_d c_D) \frac{\rho_m U^2}{2} = \frac{4\sigma}{a_s},$$

burada c_D –hissəciklərin müqavimət əmsalı, σ - fazalararası səth gərginliyi, a_s - damcılarının ölçüsünün orta qiymətidir.

$$a_{max} \approx 0,619\gamma^{-12/7} \left[\left(\frac{U}{v_c} \right)^{1/2} \left(\frac{\sigma}{\rho_c^{1/3} \rho_d^{2/3}} \right) \right]^{6/7} \varepsilon_R^{-4/7} \quad (6)$$

Qarışdırıcı qurğularda damcılardan minimal ölçüsü belə müəyyən olunur:

$$a_{min} = 0,5(nd_T)^{-1,75} \left(\frac{\sigma^3 v_m}{\rho_m \rho_d^2} \right)^{1/4} \quad (7)$$

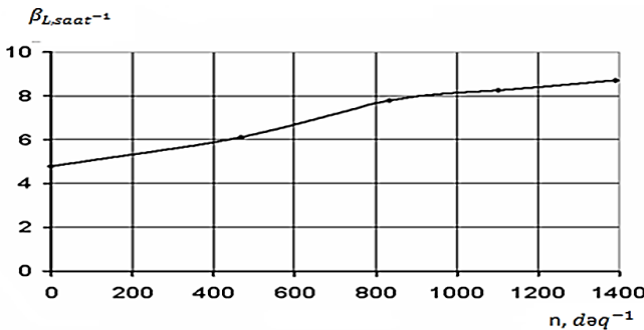
Bu ifadədən göründüyü kimi damcılardan minimal ölçüsü qarışdırıcının xüsusiyyətləri ilə fırlanmanın bucaq sürəti və qarışdırıcı qurğunun ölçüsü, həmçinin mühitin və damcının xassələri ilə müəyyən olunur.

Damcılardan minimal ölçüləri fazalararası səthin genişlənməsi üçün, maksimal ölçüləri isə fazalararası səthin təbəqələnməsi üçün önəmlidir.

Həllədiçi ilə çirkab suyunda üzvi qarışıqlardan mayefazalı ekstraksiyası prosesi intensiv qarışdırılma və dispersiyalaşma şərtlərində gedir. Qarışdırılma və dispersiyalaşma nəticəsində ekstraktorda izotrop turbulentli axın əldə edilir. Əgər çirkab suyunda tərkiblərin qarşılıqlı həll olmasını nəzərə almasaq, onda Reynolds ədədinin böyük qiymətlərində ($Re > 10^3$) daşınma prosesini praktiki məqsədlər üçün dəqiqliklə qərarlaşmış hesab etmək və diffuzion sərhəd qatının yaxınlığında nəzərdən keçirmək olar.

Kütlə mübadiləsi əmsalı qarışdırıcı aparatın dövr sayından asılıdırki, burada aşağıdakı düsturla hesablamaq olar:

$$\beta_L \approx 5,0 + 1,85 \cdot 10^{-3} n^{3/2} \exp(-1,8 \cdot 10^{-4} n^{3/2}) \quad (8)$$



Şəkil 4. Kütlə mübadiləsi əmsalının qarışdırıcının dövr sayından asılılığı.

Şəkil 4-dən görüldüyü kimi, qarışdırıcı aparatın dövr sayı artdıqca, kütlə mübadiləsi əmsalında artır. Buda fazalar arası kütlə mübadiləsi səthin və ya ekstraksiya prosesinin sürətini artırır. Ümummiyyətlə maye fazalı ekstraksiya prosesi kütlə mübadiləsi prosesidir və bu prosesi təkmilləşdirmək üçün müxtəlif yollar vardır. Bunlardan biri, fazalar arası səthi artırmaq üçün qarışdırıcının dövr sayını optimal seçmək lazımdır ki, toluolu parçalamaqla, optimal damcı ölçüsünə nail olmaqdır. Bu məqsədlə, qərara gəldik ki maye toluolu qarışdırıcı aparatın aşağı bölgəsindən vermək lazımdır. Bu da daha səmərəli toluolu parçalayaraq, kiçik ölçülü damcı şəkilinə keçirir. Maye toluolun parçalanması parçalanma tezliyindən asılıdır və bu əmsal izotrop turbulent axın üçün aşağıdakı şəkildə hesablanabilir[15]:

$$\omega(a) = C_{01} N_0 a^3 \left(\frac{\varepsilon_R}{\nu_c} \right)^{1/2} \exp \left[-C_{02} \frac{\sigma}{(\nu_c \varepsilon_R)^{1/2} a \rho_c} \right] \quad (9)$$

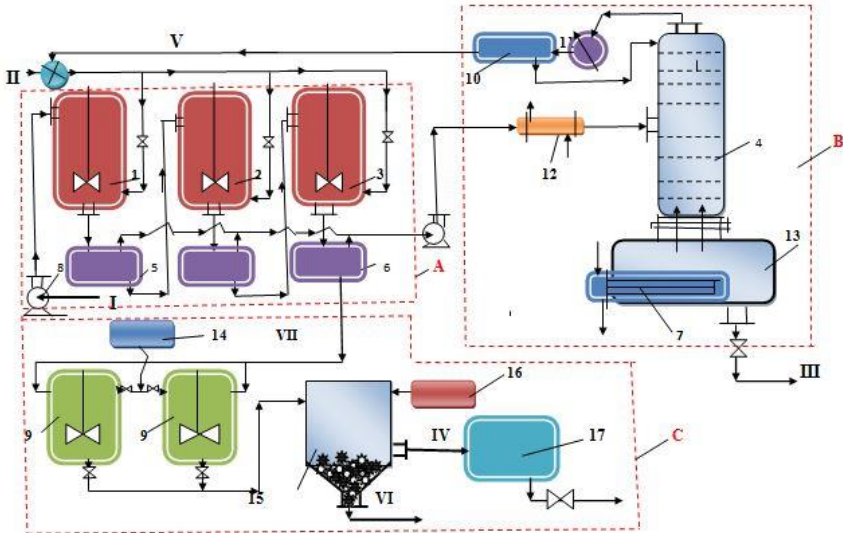
Burada ω – parçalanma tezliyi, N_0 – vahid həcmdə damcılardan sayı, a – damcılardan ölçüsü, ε_R – turbulent axımda dissipasiya enerjisi, ν_c – mayenin özlülüyü, σ – damcılardan səth gəlirimi, ρ_c – mayenin sıxlığı.

Neft lay sularının maye fazalı ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsinin texnoloji sxeminin işlənilib hazırlanması

Yuxarıdakı tədqiqatlar əsasında neft lay sularının maye fazalı ekstraksiya üsulu ilə asfalten, qatran birləşmələrindən və bərk faza hissəciklərindən təmizlənməsi üçün texnoloji sxem təklif olunmuşdur. Texnoloji sxemin ekstraksiya bölgüsü lay sularına görə ardıcıl, həlledici- toluola görə çarpaz olaraq üç pilləli ekstraktor şəkilində təklif edilmişdir. Lay sularının təmizlənmə texnologiyası şəkil 5-də göstərilib. Bu texnologiyaya görə çirkab su nasos 8-lə ardıcıl birləşən 1, 2, 3 ekstraktorlarına vurulur və hər bir ekstraktora müəyyən miqdarda toluol verilir. İntensiv qarışdırma nəticəsində turbulent rejimdə maye toluol müxtəlif ölçüsü olan damcılara parçalanır, belə ki bununla fazalar arası kütlə mübadiləsi səthini artırır.

Kütlə mübadiləsi səthinin artmağı maye fazalı ekstraksiya prosesini sürətini böyüdür və prosesin effektivliyini intensivləşdirir. Qarışdırıcı aparatın dövr sayı 1500-2500 1/dəq olarsa, bu halda damcıların ölçülərinin paylanması 10-150 mikron olur. Nəzəri hesablamalara görə toluolun ekstraktorlar arasında paylanması aşağıdakı şəkildə ola bilər: 1– 50%; 2– 30% və 3– 20%. Toluolun suya nisbətini 1:30 götürmək təklif olunur.

Ekstraktorlardan çıxan ekstrakt-rafinat 5 çökdürücülərinə verilir və bu aparatlarda ekstrakt və rafinat mayeləri onların sıxlığının fərqi $(\Delta\rho \approx 200 \text{ kg / m}^3)$ təbəqələnib, ayrılırlar. Çökdürücülərin yuxarisından ekstrakt – toluolda həll olunmuş asfalten və qatran birləşmələri 12 isti dəyiştiricisində 80–90 dərəcəyə qədər qızaraq, 4 rektifikasiya kolonuna verilir. Rektifikasiya kolonunda toluol ayrılaraq yenidən sxemin əvvəlinə prosədə istifadə etmək üçün göndərilir. Rafinat isə, tərkibində bərk faza olduğundan, koagulyant istifadə etməklə 9 çökdürücülərinə göndərilir.



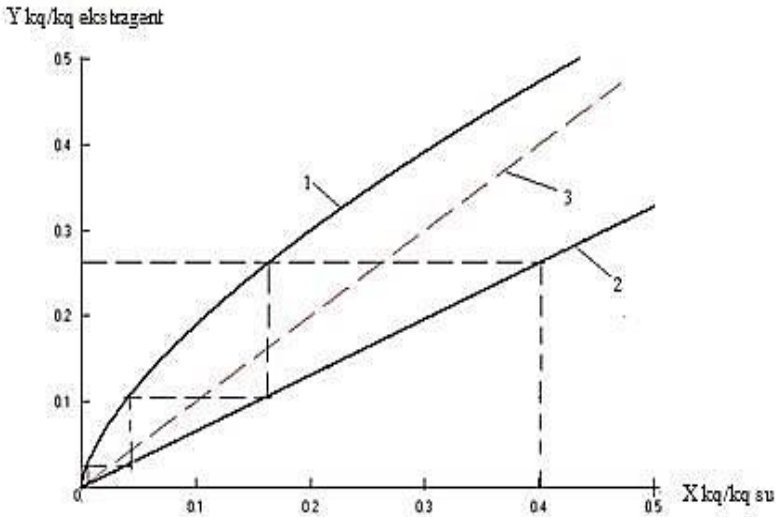
Şəkil 5. Neft lay çirkab sularının maye ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsinin texnoloji sxeması:

1,2,3– ekstraktorlar; 4– rektifikasiya kolonu; 5– çökdürücülər;

6– bərk faza üçün filtr; 7– qızdırıcı; 8 – nasos; 9- emulsiya aparatı; 10– çökdürücü; 11– soyuducu-kondensator; 12– isti dəyişdirici; 13– çökdürücü-buxarlandırıcı; 14- deemulqator üçün tutum; 15 – çökdürücü.

Axınlar: I– çirkab neft suları; II– həlledici; III– neft şlamı; IV– təmizlənmiş su; V– təmiz həlledici; VI–bərk faza. A- asfalten və qatran birləşmələrinin ayırma bölgəsi; B– həlledicinin ayırma bölgəsi; C– bərk fazanın ayırma bölgəsi.

Bu şəkildən gördüyü kimi çirkab suların təmizlənməsi prosesində müxtəlif aparatlar istifadə olunur. Erstraktorların sayı qrafik üsulu ilə hesablanmışdır. Aşağıdakı şəkildə həlledici ilə suyun tarazlıq əyrisi və işçi xətti arasında qurulan pilləli əyri ekstraktorların sayını hesablamağa imkan verir.



Şəkil 6. Ekstraksiya prosesində nəzəri ekstraktorların sayının təyin edilməsi:

1– tarazlıq əyrisi; 2– işçi xətti.

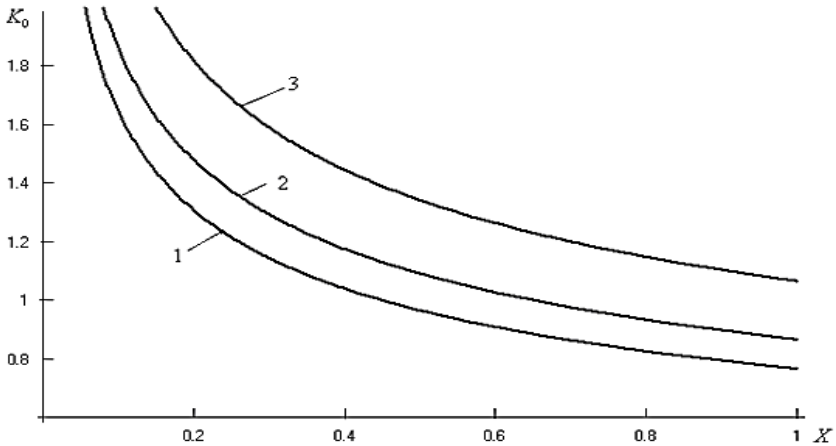
Beləliklə, 3 pillə 3 ekstraktor əvəz edir. Bu qrafikdən istifadə

edərək, hər bir ekstraktora verilən həlledicininə miqdarını hesablamaq mümkündür. Beləliklə 1 ekstraktora 50% toluol, 2 ekstraktora - 30% və 3 ekstraktora –20% toluolun ümumi miqdarından vermək olar. Asfalten və qatran birləşmələrinin çirkab su və həlledici arasında tarazlıq şərtinə görə paylanması aşağıdakı tənliklə yazıla bilər:

$$Y=K(X)X \quad (10)$$

Burada Y- asfalten və qatran birləşmələrinin toluolda tarazlıq tərkibi, X-asfalten və qatran birləşmələrinin çirkab suda tarazlıq tərkibi, K – paylanma əmsalı $K(X) = \frac{K_0(T)}{X^{1/3}} \ln K_0(T) = A - B/T$ $A=3,08$ və $B=944,6$ -əmsallar, T- mütləq temperatur.

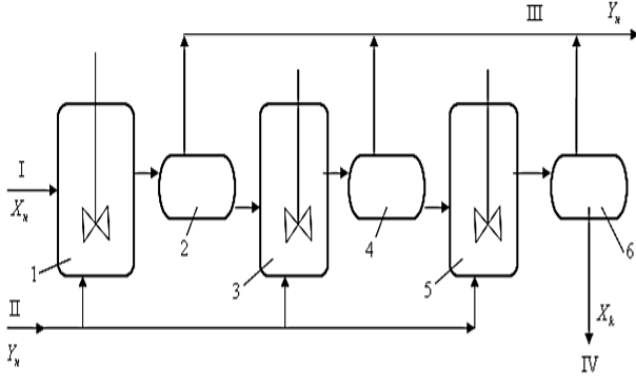
Aşağıdakı şəkildə paylanma əmsalının temperaturdan asılılığı verilmişdir.



Şəkil 7. Paylanma əmsalının temperaturdan asılılığı:

1 – 283⁰ K; 2 – 293⁰ K; 3 – 313⁰ K .

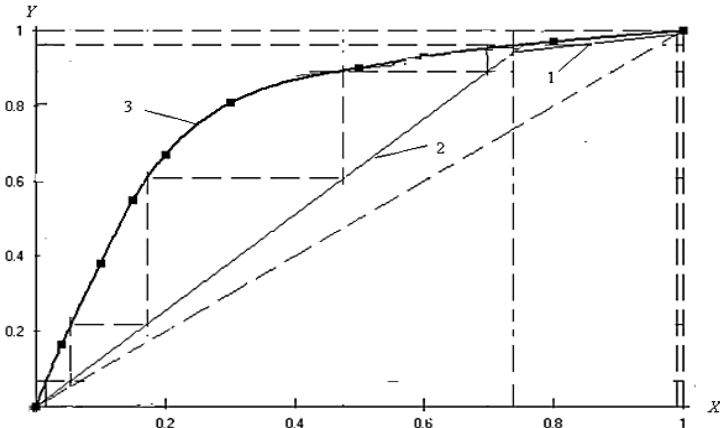
Beləliklə, çirkab suların asfalten və qatran birləşmələrindən təmizlənməsi üç pilləli ekstraktorlardan istifadə təklif olunur, o cümlədən suya görə ardıcıl, toluola görə çarpaz sxem istifadə etmək olar (şəkil 8).



Şəkil 8. Ekstraktorların ardıcıl və çarpaz texnoloji tərtibatı:

1,3,5– ekstraktorlar, 2,4,6– ayrıcı tutumlar.

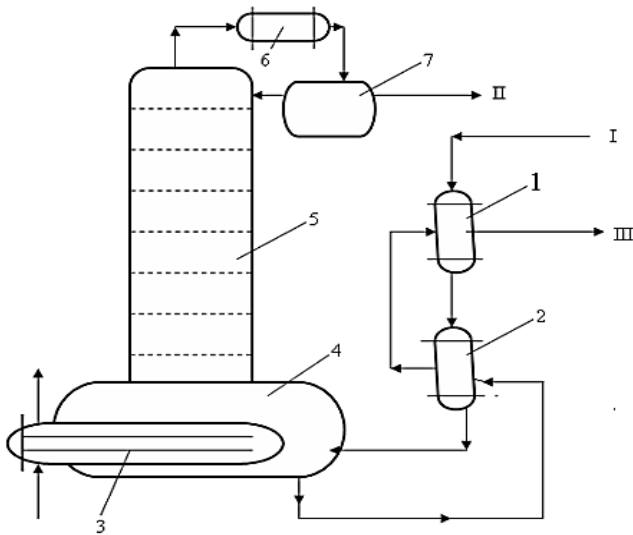
Toluolun yenidən bərpası üçün rektifikasiya prosesi istifadə olunur. Rektifikasiya kolonunun boşqablarını hesablamaq üçün tarazlıq əyrisi və işçi xətti arasında pilləli qrafik qurulur. Şəkindən görüldüyü kimi, rektifikasiya kolonunu alt bölgəsində boşqabların sayı üst bölgədən dəfələrlə çoxdur. Bununla əlaqədar olaraq yeni aparat təklif olunur, yəni bir gövdədə rektifikasiya kolonu və tutum hazırlanır (şəkil 9).



Şəkil 9. Rektifikasiya aparatında boşqabların sayının hesablanması:

1– tarazlıq əyrisi, 2– işçi xətti.

Burada Y – təmizlənmiş toluolun tarazlıq mol payı; X – toluolun qalıq ekstrakta mol payı.



Şəkil 10. Yeni rektifikasiya aparatının texnoloji təsviri:

1,2– isti dəyişdiricilər; 3- qızdırıcı – buxarlandırıcı (reboylər); 4– tutum; 5– rektifikasiya kolonu; 6– kondensator; 7– tutum.

Beləliklə, rektifikasiya bölgüsü üçün kombinə edilmiş yeni aparat istifadə olunabilir. Bu aparat toluolun ekstaragentə ayrılmasının və yenidən texnoloji sxemdə istifadəsinə imkan verir.

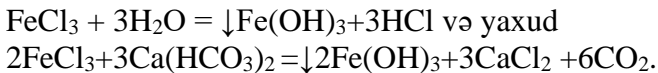
Neftlə çirklənmiş çirkab suların neft məhsullarından ilkin təmizlənməsi yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, maye fazalı ekstraksiya yolu ilə həyata keçirilir və bundan sonra ona müəyyən bulanıqlıq verən incə dispers bərk hissəcikləri olan su qalır. Tullantı sularını neft məhsullarından və bərk fazadan təmizləmək üçün tərəfimizdən koaqulyant kimi dəmir xlorid və sönmüş əhəngdən (sinergetik qarışıq) istifadə edilmişdir. Şəkil 3.-də verilmiş laboratoriya qurğusundan istifadə edilmişdir.

Həcmi 250 ml olan tullantı suyu nasos ilə həcmi 5 litr olan və sinergetik qarışıqların da daxil olduğu qarışdırma qurğusuna vurulur. Təcrübi tədqiqatın birinci mərhələsində sinergetik qarışıq kimi

qarışdırıcıya yalnız absorber (uducu) olan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sönmüş əhəng verilir. Bu qarışıqın intensiv qarışdırılması ilə koagulyasiya və hissəciklərin aqreqirləşməsi proseslərinə müsbət təsir göstərən izotrop turbuləntlik əldə edilir. 30 dəqiqə ərzində qarışdırma qurğusunda qaldıqdan sonra qarışdırma dayandırılır və qarışıqın təbəqələşməsi başlayır. Çirkab sularında aşqar və neft məhsullarının miqdarı qravimetrik üsulla müəyyən edilmişdir. Alınmış nəticələrə əsasən absorberin (uducunun) əlavə edilməsi ilə sistemdə pH miqdarı artır və aşqarın miqdarı isə azalır. Absorberin qatılığı 3q-a qədər olduqda suda xarakterik qoxu, rəng və bulanıqlığa malik 175 mq/l çöküntü qalır.

İkinci mərhələdə qarışdırıcıya $\text{Ca}(\text{OH})_2$ və FeCl_3 –dən ibarət sinergetik qarışıq verilir.

Təcrübələr zamanı müşahidə edilmişdir ki, tullantı sularına dəmir xlorid əlavə olunduqda hidroliz nəticəsində yayılmış flokulyant səthdə əlverişli hidrodinamik şəraitdə saxlama hovuzunun dibinə çökərək çöküntü əmələ gətirən yayılmış lopavari səthdə sorbsiya edən asılıqanlar, xırdadispers və kolloid hissəciklər şəklində suda zəif həll olunan dəmir hidroksid əmələ gəlir. Onların saxlanma hovuzunun dibində yaratdığı çöküntü aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir:



Hidroliz prosesi zamanı əmələ gələn turşu sönmüş əhənglə neytrallaşdırılır. Mövcud ədəbiyyatlardan məlumdur ki, dəmir hidroksidlə maksimal sorbsiya zəif qələviyə yaxın mühitdə müşahidə olunur. Bu sahədə hidroksidin izoelektrik nöqtəsi yerləşir, bütün kolloid hissəciklərin elektrokinetik potensialı aşağı düşür, nəticədə kinetik amillər üstünlük təşkil etməyə başlayır, heterokoagulyasiya baş verir və dəmir hidroksidlə birlikdə neft məhsulları çökür.

Təcrübənin nəticələri cədvəl 2-də göstərilmişdir.

Cədvəl 2.

Daxil edilən $\text{Ca}(\text{OH})_2$ və FeCl_3 miqdarından asılı olaraq çirkab sularının aşqarlardan təmizlənməsi. pH-7,48; d =1072 kq/m³; V = 250 ml.

№	$\text{Ca}(\text{OH})_2$ q	FeCl_3 ml	pH	Rəng	Bulanıqlıq	Qoxu H_2S	C_s , mq/ml	
							Təmizlənmədən əvvəl	Təmizlənmədən sonra
1.	-	-	7,46	sarımtıl	bulanıq	kəskin	320	320
2.	0,1	0,01	7,50	“	“	“	“	300
3.	0,2	0,02	7,60	sarımtıl	“	“	“	260
4.	0,4	0,03	8,00	“	zəif	“	“	200
5.	0,6	0,04	8,50	“	“	zəif	“	120
6.	0,8	0,05	8,90	“	“	“	“	80,0
7.	1,0	0,06	9,30	şəffaf	-	-	“	50,0
8.	1,2	0,08	9,80	“	-	-	“	50,0
9.	1,4	0,10	10,20	“	-	-	“	50,0
10.	1,6	0,20	10,70	“	-	-	“	50,0
11.	2,0	0,30	11,10	sarımtıl	-	-	“	50,0
12.	3,0	0,40	11,60	-	-	-	“	48,0

Cədvəldəki məlumatlardan belə qənaətə gəlinir ki, absorber (uducu) və koaqulyant olduqda sistemdə mühitin pH-ı tədricən artır, rəng, bulanıqlıq və qoxu isə qalır. Reagentlərin (sinergetik qarışıq) qatılığının artması ilə qeyd olunan aşqarların tərkibi dəyişir və 1q $\text{Ca}(\text{OH})_2$ və 0,06 ml dəmir xlorid məhlulu qatılığında su aşqarlardan tamamilə təmizlənir və şəffaf olur.

Suda aşqarların qatılığının dəyişməsi sinergetik qarışığın qatılığının dəyişmə sürətindən $C_s = C_1 C_2$ asılıdır və aşağıdakı formada yazılır:

$$\frac{dC}{dt} = k(C - C_\infty) \frac{dC_s}{dt} \quad (11)$$

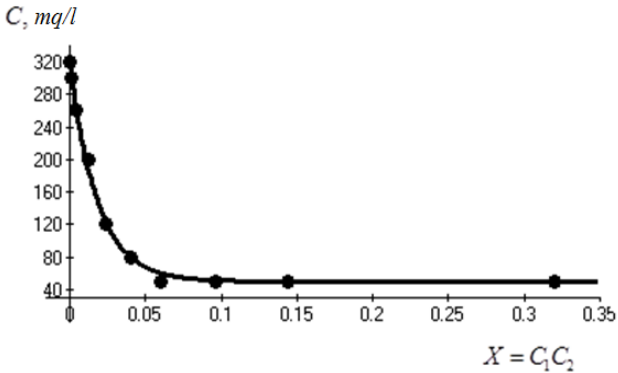
burada C_1, C_2 - sönmüş əhəng (q) və dəmir xloridin (ml) qatılığı, C_∞ - təmizləndikdən sonra suda aşqarların qatılığı, k -sürət konstantıdır. Bu tənliyin həlli aşağıdakı formada olacaqdır:

$$\ln(C - C_{\infty}) = -kC_1C_2 + A \quad (12)$$

Cədvəl 6-da verilmiş təcrübi məlumatlardan, eləcə də (18) və (19) ifadələrindən istifadə edərək, sinergetik qarışıqın olduğu halda çirkab suların təmizlənməsi prosesinin kinetikasını aşağıdakı tənlik ilə təsvir etmək olar:

$$\ln\left(\frac{C-C_{\infty}}{C_0-C_{\infty}}\right) = -kC_1C_2 \quad (13)$$

Cədvəl 2 verilmiş təcrübi məlumatlar və (13) ifadədə verilmiş riyazi modelə uyğun gələn kinetik əyri şəkil 11-də göstərilmişdir.



Şəkil 11. Təcrübi məlumatlar və (13) ifadəsinə uyğun kinetik əyri

Təcrübi tədqiqatlar göstərir ki, ən məqbul qatılıqlar $C_1 = 1.0 \text{ q}$ və $C_2 = 0.06 \text{ ml}$ -dir. Sönmüş əhəng və dəmir xlorid qatılığının sonrakı artırılması suyun təmizlənməsinə təsir göstərmir. Təklif olunan (12) və (13) riyazi modelləri sinergetik qarışıqın mövcudluğunda tullantı sularının təmizlənməsi proseslərinin kinetikasını kifayət qədər qənaətbəxş şəkildə təsvir edir.

NƏTİCƏ

1. Asfalten-qatran birləşmələrlə çirkləndirilmiş neft lay sularının təmizlənməsi prosesinin nəzəri və təcrübi tədqiqatları nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, asfalten və qatran birləşmələrin su mənbələrindən çıxarılmasının ən effektiv yolu toluol ilə kütlə mübadiləsi prosesini daha effektiv təmin edən qarışdırıcı qurğularda ekstraksiya üsulundan istifadə etməklə həyata keçirilməsidir [5, 8,10, 11].

2. Kütlə mübadiləsi qanunauyğunluqları çərçivəsində maye faza ekstraksiya prosesinin daha səmərəli həyata keçirilməsində fazalararası səthin böyüməsi, turbulent axınlı səth tərəfindən asfalten-qatran birləşmələrin ekstragentlə diffuziya vasitəsilə qeyri-üzvi fazadan üzvi fazaya keçməsi hesabına faza təbəqələşməsi, bununla da faza ayrılmasının təmin edilməsi məsələsi həm nəzəri, həm təcrübi yolla təsdiq edilmiş və toluol damcıların qarışdırıcı qurğularda parçalanma tezliyinin heablanması üçün tənlik verilmişdir [1, 2, 3, 7,18].

3. Aparılmış təcrübi tədqiqatlara əsaslanaraq prosesin fazalararası kinetik hesablanması, üçpilləli çarpazvari axınla maye faza ekstraksiyası tətbiq etməklə asfalten-qatran birləşmələrlə çirkləndirilmiş neft lay sularının toluol ilə təmizlənməsi və onun ümumi həcmnin pillələr üzrə paylanması- I pillə 50%-ə qədər, ikinci və üçüncü pillələr üçün hər biri 25% olmaqla və müvafiq pillələr üzrə qarışdırma sürətlərinin 1500, 2000 və 2500 dövdəq olması rejimində toluolun xırda damcılara parçalanması hesabına daha yüksək təmizlənmə effektivliyinə - 99,96% -ə nail olunmuşdur [4, 9,12, 13].

4. Praktiki fazalararası tarazlıq hesablamalarından istifadə edərək rektifikasiya qovşağı üçün ekstraktın (toluol-asfalten və qatran birləşmələri) ekstragent toluolun daha effektiv ayrılmasını təmin edən qızdırıcı çən və buxarlandırıcı birləşdirilmiş yeni rektifikasiya aparatı təklif edilmişdir [6,14, 15,17].

5. Yuxarıdakı tədqiqatlar əsasında asfalten-qatran birləşmələrlə çirkləndirilmiş neft lay sularının üzvi həlledicilərin köməyiylə maye fazalı ekstraksiyası, çökdürücü qurğularda rafinat və ekstraktın

ayrılması, rektifikasiya ilə ekstraktıdan ekstragent-toluolu ayrıılması, nəticədə buraxıla bilən normada zərərli maddələrdən təmizlənmiş lay sularını, ayrılmış üzvi birləşmələri (asfalten-qatran) və ekstragentin təkrar istifadəsinə imkan verən tullantısız sxem üzrə elmi əsaslandırılmış texnologiya təklif olunmuş, onun həm ekoloji, həm də iqtisadi cəhətdən əlverişli olması müəyyən edilmişdir [12,19].

6. Neftlə çirklənmiş çirkab sularının müxtəlif neft məhsullarından və bərk faza hissəciklərindən sönmüş əhəng və dəmir xloriddən ibarət sinergetik qarışıqdan istifadə etməklə təmizlənməsi proseslərinin təcrübi tədqiqindən aldığımız nəticələrə əsasən təklif olunan riyazi modellər sinergetik qarışığın mövcudluğunda tullantı sularının təmizlənməsi proseslərinin kinetikasını kifayət qədər qənaətbəxş şəkildə təsvir edir [16].

Dissertasiya işinin əsas nəticələri aşağıdakı elmi əsərlərdə dərc olunmuşdur:

1. Kelbaliyev, G.I. Extraction separation and treatment of sewage by organic solutions with recirculation / G.I.Kelbaliyev, G.Z.Suleymanov, D.B.Tagiyev, V.I.Karimli // The Reports of National Academy of Sciences of Azerbaijan, – 2015. Volume LXXI, №3, – p.42-45.
2. Kərimli, V.İ, Qarayeva, Z.S. Neft şlamlarla çirkəndirilmiş tullantı sularının izopropil efiri ilə təmizlənməsi // Dedicated to the 93rd Anniversary of the National leader of Azerbaijan, Heydar Aliyev. IV International Scientific Conference of Young Researchers, Qafqaz University, – Baku, 29-30 April, – 2016, – p.234-235.
3. Келбалиев, Г.И., Сулейманов, Г.З., Керимли, В.И., Шекилиев, Ф.И., Мурадханов, Р.М. Технология очистки нефтяных сточных вод // M.Nağiyev adına Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutunun 80 illik yubileyinə həsr olunmuş respublika elmi konfransı, – Bakı, – 15-16 noyabr, – 2016, – s.350-351.
4. Сулейманов, Г.З. Использование жидкофазной экстракции в процессе очистки нефтяных сточных вод / Г.З.Сулейманов, С.Р.Расулов, Ф.И.Шекилиев, В.И.Керимли, Р.М.Мурадханов, Г.Р.Мустафаева, Г.И.Келбалиев // Научно-технический журнал. Нефтепромышленное дело, – 2016. №11, - с.55-59.
5. Келбалиев, Г.И. Реология структурированных нефтяных дисперсных систем / Г.И.Келбалиев, Д.Б.Тагиев, С.Р.Расулов, Г.Р.Мустафаева, В.И.Керимли // Теоретические основы химической технологии, – 2017. том 51, № 5, – с. 582-588.
6. Тагиев, Д.Б. Кинетика растворения асфальтосмолистых веществ в ароматических растворителях / Д.Б.Тагиев, Г.И.Келбалиев, Г.З.Сулейманов, С.Р.Расулов, Ф.И.Шекилиев, В.И.Керимли, Г.Р.Мустафаева // Химия и технология топлив и масел, – 2017. № 3, – с.33-37.

7. Келбалиев, Г.И. Особенности жидкофазного экстракционного процесса и их приложение для разработки технологии очистки сточных вод /Г.И.Келбалиев, Г.З.Сулейманов, Ф.И.Шекилиев, В.И.Керимли, А.И.Рустамова // Азербайджанский Химический Журнал, – 2017. № 3, – с.51-59.
8. Kərimli, V.İ. Strukturlaşmış neft dispers sistemlərinin təhlili // Dedicated to the 95th Anniversary of the National leader of Azerbaijan, Heydar Aliyev. II International scientific conference of Young Researchers, Baku Engineering University, – Baku, – 27-28 April, – 2018, – p. 146-147.
9. Kərimli, V.İ. Asfalten və qatran birləşmələrlə çirkləndirilmiş neft-lay sularının maye faza ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsi üçün effektiv ekstragentin seçilməsi // Akademik M.Nağıyevin 110 illiyinə həsr olunmuş “Nağıyev qıraətləri” beynəlxalq konfransı, – Bakı, – 13 noyabr, – 2018, – s.74.
10. Келбалиев, Г.И. Моделирование процессов разделения фаз при течении нефтяных дисперсных систем / Г.И.Келбалиев, В.И.Керимли, Г.Р.Мустафаева, С.Р.Расулов // Оборудование и технологии для нефтегазово комплекса, – 2019. Том 109, №1, – с.68-71.
11. Келбалиев, Г.И., Реологические свойства структурированных нефтяных дисперсных систем / Г.И.Келбалиев, С.Р. Расулов, Г.Р.Мустафаева, В.И.Керимли // Вестник Азербайджанской Инженерной Академии, – 2019. Том 11, №1, – с.54-60.
12. Kərimli, V.İ. Neft lay sularının maye fazalı ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsinin texnoloji sxeminin işlənilib hazırlanması // Dedicated to the 96th Anniversary of the National leader of Azerbaijan, Heydar Aliyev. III International Scientific Conference of Young Researchers, Baku Engineering University, – Baku, – 29-30 April, – 2019, -s.546-547.
13. Kərimli, V.İ. Asfalten və qatran birləşmələrlə çirkləndirilmiş neft lay sularının laboratoriya şəraitində təmizlənməsi // Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 96-cı ildönümünə həsr olunmuş tələbələrin I Respublika elmi

- konfransları, Bakı Ali Neft Məktəbi, – Bakı, – 15-19 aprel, – 2019, – s.35-37.
14. Kelbaliyev, G.I. Modeling of the processes of separation oil emulsions / G.I.Kelbaliyev, V.I.Karimli, G.N.Huseynov // Azerbaijan Chemical Journal, – 2019. № 2, – p.15-22.
 15. Келбалиев, Г.И. О моделировании процессов разделения нефтяных эмульсий и технология очистки сточных вод / Г.И.Келбалиев, Г.З.Сулейманов, В.И.Керимли, Г.Н.Гусейнов // Азербайджанское Нефтяное Хозяйство, – 2019. № 11, – s.40-45.
 16. Келбалиев, Г.И. Теоретические и экспериментальные исследования процессов очистки нефтяных сточных вод синергетической смесью / Г.И.Келбалиев, Д.Б.Тагиев, О.М.Гюлалов, Ф.И.Шекилиев, В.И.Керимли, Н.А.Магеррамова // Хімія і технологія води, – 2020. Том 42, № 2, – с.178-188.
 17. Kərimli, V.İ. Bərk faza və neft məhsulları ilə çirkləndirilmiş tullantı sularının təmizlənməsi texnologiyası prosesinin hazırlanması və aparat təminatı // Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərlər, ADNSU, – 2020. Cild 22, № 4, – s.43-46.
 18. Karimli, V.I., Kelbaliyev, G.I., Aliyev, G.S. Studies of wastewater treatment process out asphalt-resin oil products by liquid phase extraction // XXIV International Conference on Chemical Reactors. Chemreactor-24. Boreskov Institute of Catalysis of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia. Politecnico di Milano, Milan, Italy. European Federation on Chemical Engineering, – Milan, Itali – Novosibirsk, Russia, – September 12-17, – 2021, – p.458-459.
 19. Karimli, V.I. Wastewater treatment technology by extraction with organic solvents // News of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, – Baku, – 2021. Volume 23 № 6, – p.15-20.

Dissertasiyanın müdafiəsi “14” sentyabr 2023-cü il tarixində saat 10⁰⁰-da akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.17 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: Azərbaycan Respublikası, AZ 1025, Bakı şəhəri, Xocalı prospekti, 30.

Dissertasiya ilə akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun elmi kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Avtoreferatın elektron versiyası Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun rəsmi internet saytında www.nkpi.az yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat “8” avqust 2023-cü il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 4.08.2023

Kağızın formatı: A5

Həcm: 40000

Tiraj: 100