

Код МРНТИ 52.47.29

К.С. Затыбеков¹, *М.К. Жантасов¹, Г.Х. Меликов², С.Е. Байботаева¹¹М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті (Шымкент қ., Қазақстан),²Әзірбайжан мемлекеттік мұнай және өнеркәсіп университетінің «Мұнай, газ және химияның геотехнологиялық мәселелері» ҒЗИ (Баку қ., Әзірбайжан)

КҮШ ӨРІСТЕРІН ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ ЖОҒАРЫ ЭМУЛЬСИЯЛЫ МҰНАЙДЫ ДЕЭМУЛЬСАЦИЯЛАУ

Аннотация. Бұл мақала электр өрісіндегі мұнайдың эмульсиялану процесін зерттеуге арналған. Сулы мұнай эмульсияларының пайда болуы мұнайдың үлкен шығындарының, оны тасымалдаудың қымбаттауының және өндеуге дайындықтың негізгі себебі болып табылады. Эмульсияланған судың құрамындағы тұздар технологиялық жабдықтың қатты коррозиясын тудырады және мұнай өнімдерінің сапасын едәуір нашарлатады. Электр өрісінің әсерінен эмульсияда су тамшыларының деформациясы және олардың айналасында пайда болған тұрақтандырғыш қабықтардың бұзылуы байқалады. Су глобулаларының түйісуінен олардың коалесценциясы туындайды және үлкен тамшылар ауырлық күшінің әсерінен мұнайдан бөлінеді. Авторлар жүргізген зерттеулер химиялық реагенттерді электрмен бірге қолдану кәсіптік жағдайларда мұнайдың сусыздануына қажетті әсер ететінін көрсетеді.

Түйінді сөздер: мұнай, эмульсия, деэмульсация, коалесценция, деэмульгатор, электр өрісі, реагент, дегидратация.

Demulsification of high-emulsion oil using force fields

Abstract. This article is devoted to the study of the oil demulsification process in an electric field. The formation of water-oil emulsions is the main reason for the large losses of oil, the increase in the cost of its transportation and preparation for processing. The salts contained in the emulsified water cause severe corrosion of technological equipment and significantly impair the quality of petroleum products. In an emulsion, under the influence of an electric field, water droplets deform and the stabilizing shells formed around them collapse. As a result of the collision of water globules, their coalescence occurs, and large droplets separate from the oil under the influence of gravity. The research conducted by the authors shows that the use of chemical reagents in combination with electrical ones gives the necessary effect when dewatering oil in field conditions.

Key words: oil, emulsion, demulsification, coalescence, demulsifier, electric field, reagent, dehydration.

Деэмульсация высокоэмульсионной нефти с использованием силовых полей

Аннотация. Данная статья посвящена изучению процесса деэмульсации нефти в электрическом поле. В данное время основной проблемой потери нефти, а также удорожание себестоимости при транспорте и подготовке нефти к переработке является наличие в нефти водонефтяных эмульсий. Наличие солей в эмульсионной воде оказывает существенную коррозию на технологическое оборудование, тем самым снижает само качество нефтепродуктов. Благодаря воздействию электрического поля на водонефтяные эмульсии, происходит процесс коалесценции, где укрупненные капельки отделяются от нефти под действием силы тяжести. Проведенные авторами исследования показывают, что использование химических реагентов в сочетании с электрическими дает необходимый эффект при обезвоживании нефти в промысловых условиях.

Ключевые слова: нефть, эмульсия, деэмульсация, коалесценция, деэмульгатор, электрическое поле, реагент, обезвоживание.

Кіріспе

Ішкі қысымды ұстап тұру үшін қабатқа су айдайтын мұнай кен орындарын игерудің заманауи әдістері өндірілген мұнайдың айтарлықтай сулануына әкеледі. Мұнай және онымен бірге жүретін қабат суларын өндіру, жинау жүйелерінде араластыру тұздардың көп мөлшері бар тұрақты кері типті эмульсиялардың пайда болуына ықпал етеді. Тұрақты сулы мұнай эмульсияларын құрайтын жоғары суланған мұнай эмульсиялары мен ауыр көміртекті мұнайларды өндіру көлемінің ұлғаюын, сондай-ақ МӨЗ-ге түсетін мұнайдың сапасына қойылатын талаптардың қатандығын ескере отырып, мұнайды сусыздандыру және кәсіпшілікте тұзсыздандыру кезінде оны деэмульсациялау процесін қарқындырақ проблемасы одан да маңыздырақ және өзекті болып табылады.

Кәсіпшілік мұнайды деэмульсациялаудың ең көп таралған әдістері термохимиялық әдістер болып табылады. Алайда, соңғы кездері мұнай өнеркәсібінде мұнайды эмульсиялаудың электрлік әдістері кеңінен таныла бастады. Мұнайды сусыздандыру және тұзсыздандыру процестерін едәуір күшейту қажеттілігі, олардың тиімділігі мен сапасына қойылатын заманауи талаптар – осының бәрі мұнай кәсіпшілігі тәжірибесінде электродегидрлеу қондырғыларын кеңінен қолдануға әкеледі. Мұндай әдеби деректерге [1] сәйкес қондырғыларының өнімділігі басқа әдістерге қарағанда екі есе жоғары.

Бар проблеманы ескере отырып келесі негізгі ғылыми міндеттер шешілуі керек – электр өрісіндегі мұнай эмульсияларының әрекеттері туралы білімді тереңдету мақса-

тында мұнайды электродеэмульсациялаудың жаңа әдісі мен аппаратын әзірлеу.

Электр өрістеріндегі эмульсияларды жою әдісін алғаш рет Котрелл ұсынған [2]. Автор әдісті негіздейтін алғашқы принциптерді тұжырымдап, эмульсиялардың электрлік ыдырау процесінің механизмдеріне көзқарас білдірді. Мұнай эмульсияларының электр ыдырауы процесін зерттеу бойынша алғашқы жұмыстардың бірі – В. Эддит және Г. Эддиттердің жұмысы [3]. Авторлар электр өрісінің эмульсияға әсері су тамшыларының деформациясын, тартылуын және итерілуін тудыратынын байқады, барлық ұсақ тамшылар бір-бірімен әрекеттесіп, мұнай пленкаларын жыртып, коалесцентті болғанша, эмульсияның бұзылуы бірнеше секундта орын алды.

Өздердің бақылауларында авторлар сонымен қатар эмульсияға ауыспалы электр өрісін қолданған кезде белгілі бір уақыттан кейін электр өрісінің күш сызықтарының бағытында орналасқан су тамшыларының тізбектері пайда болатындығын атап өтті. Электр өрісінің әсерінен эмульсияларда болатын процестерді талдау бойынша алғашқы жұмыстардың ішіндегі ең қызықтысы – Красни-Эргеннің жұмысы [2]. Автор бірқатар болжамдар жасай отырып, сыртқы біртекті электр өрісінде орналасқан екі өзара әрекеттесетін сфералық тамшылардың энергиясын есептеді. Бұл есептеу тізбектегі тамшылардың пайда болу себебін анықтауға және тамшылар арасындағы өзара әрекеттесу күшінің ретін есептеуге мүмкіндік берді.

Сыртқы электр өрісіндегі екі тамшыдан тұратын жүйенің энергиясы:

$$W = -\frac{\varepsilon}{2} [E_0 * N] = -\varepsilon_m * \alpha^3 * E^2 (f \cos^2 \varphi + g \sin^2 \varphi), \quad (1)$$

мұнда:

ε_m – дисперсиялық ортаның диэлектрик өткізгіштігі;

E_0 – сыртқы электр өрісінің кернеулігі;

α – тамшының радиусі;

N – нәтиже жүйенің дипольдік моменті;

φ – сыртқы өрістің бағыты мен тамшылардың центрін байланыстыратын сызық арасындағы бұрыш;

f және g – шексіз қатарлардың қосындысы ретінде анықталған функциялар [3].

[3] жұмыста $f > 0$ және $g < 0$ жүйесінің кез-келген параметр мәндерінде көрсетілген. Осыдан (1) $\varphi = 0$, $W = 0$, ал $\varphi = \pi/2$, $W > 0$ болғанда шығады. Осылайша, тамшылар әрқашан $\varphi = 0$ кезінде болатын минималды энергияға сәйкес позицияны алуға тырысады. Бұл эмульсиядағы тамшылардың электр өрісінің сызықтары бойымен орналасуға деген ұмтылысын түсіндіреді. Осы жерден автор электр өрісіндегі тамшылардың өзара әрекеттесу энергиясы тамшылардың өріс сызықтары бойымен бағытталуына жол бермейтін жылу қозғалысының энергиясын жеңу үшін жеткілікті деген маңызды тұжырым жасады.

Электродегидрация процесінің тиімділігі сөзсіз, дегенмен, эмульсиялардың электрмен ыдырау процестерімен айналысатын барлық зерттеушілер атап өткендей, мұнайды сусыздандыру мен тұзсыздандырудың электрлік әдісінің негізгі кемшілігі, оның мүмкіндіктерін айтарлықтай шектейтін эмульсияның электродтық бұзылыстары болып табылады.

Көтеріліп отырған проблема Оңтүстік Торғай ойпатының Қазақстандық кен орындары үшін өте өзекті болып табылады, онда, өздеріңіз білетіндей, мұнай жоғары эмульсиялы болып табылады, оның сулануы 90%-ға дейінгі шаманы құрайды [4–6].

Материалдар мен әдістер

Эмульсияда өрістің кездейсоқ гетерогенді жерлерінде су тамшыларынан бәсекелес тізбектер пайда бола бастайды. Өрістің үлкен шоғырлану аймағында су тамшыларының барлық жаңа бөліктері қоршаған кеңістіктен тартылады. Күшті электр өрісі аймағына тамшылардың қозғалу жылдамдығы [7] жұмыста көрсетілген:

$$V_E^{(x)} = \frac{r^2}{6\pi\eta} * E(x) \frac{d*E(x)}{d*x}, \quad (2)$$

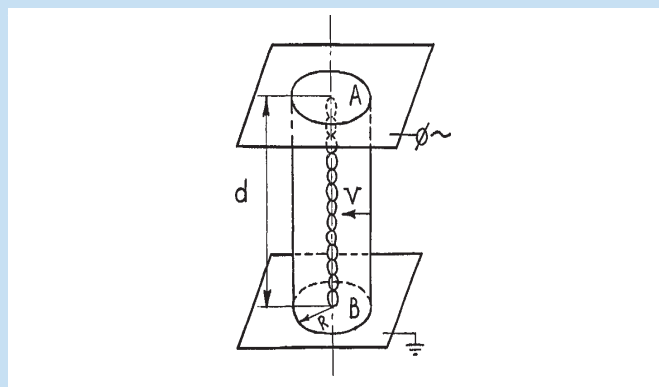
мұнда:

r – тамшының радиусі;

η – тұтқырлық.

(2) формуладан эмульсиядағы су тамшыларының коалесценциясы мен іріленуі дисперсті фазаның концентрациясы жоғарылаған жергілікті аймақтардың пайда болу процесін тездететінін көруге болады. Тізбектерде су тамшыларының жиналуы олардың біреуі қалғандарынан озып, сынақ сатысына жеткенше және электродтар арасында үзіліс болғанша жалғасады.

Жалпы бұзудың басталуының кешігуі индукцияланған дипольдер-су тамшылары электр өрісінің максималды кернеуі аймағында жиналып, көпір құру үшін қажет уақытқа сәйкес келеді (сурет 1) деп қабылданған.



Сурет 1. Су тамшыларының нәтижесінде екі электрод арасындағы көпір.

Figure 1. Bridge between the two electrodes is caused by the formation of water droplets.

Рис. 1. Мост между двумя электродами в результате образования капель воды.

Су тамшыларының қозғалыс жылдамдығы және олардың максималды өріс кернеулігі орнына қарай жылжу кезіндегі концентрациясы тұрақты болып қалады, сонымен қатар көпірлердің пайда болуы бөлшектер концентрациясының жергілікті уақытша өсуіне және электр өрісінің біркелкі емес болатынын ескере отырып, [5] жұмыстың авторы су тамшыларынан көпір құруға кететін уақыт үшін келесі формула алады:

$$t_3 = \frac{const}{r^7 \left[\frac{N(G^2-1)(E^2-E_0)}{\eta} \right]^2}, \quad (3)$$

мұнда:

E – t_3 уақыт үшін өрістің кернеулігі;

E_0 – электродтар арасындағы өрістің орташа кернеулігі.

(3) формула тізбектің пайда болу уақыты тамшылардың мөлшеріне, бөлшектердің N концентрациясына және электр өрісінің жергілікті концентрациясы орнындағы өріс кернеулігінің мәніне кері пропорционалды екенін көрсетеді.

Мұнай эмульсиясындағы тамшылардың мөлшері мен концентрациясы бойынша біркелкі бөлінбеуіне байланысты су тамшыларының тізбектерін қалыптастыру процесі кездейсоқ, тепе-тең емес және басқарылмайды. Қысқа түзілу уақыты бар жетекші тізбек эмульсияның электродтық бұзылуын, жүйеде өрістің жоғалуын тудырады және осылайша эмульсиядағы судың коалесценция процесін бұзады [8–10].

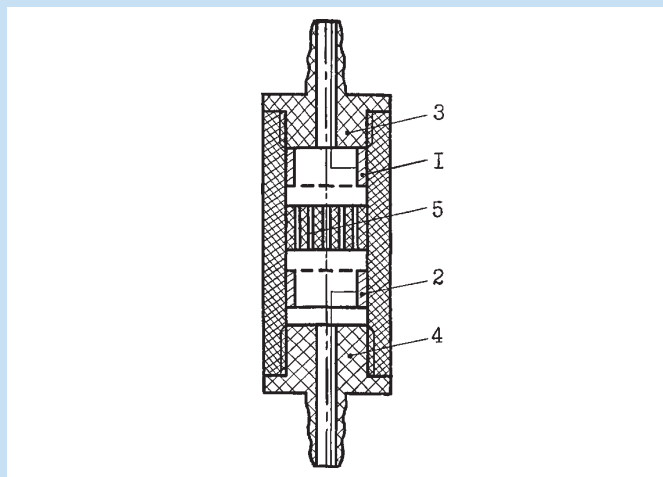
Максат ретінде электр өрісіндегі мұнайды эмульсиялау әдісін әзірлеу болып қойылды, бұл жерде су тізбегінің қалыптасу процесі, демек, коалесценция процесін басқаруға болады [11]. Бұл әдіс мәні бойынша электр өрісіндегі мұнай эмульсиясын өңдеуді, берілген параметрлермен бірдей тізбектердің белгілі бір санын құруды білдіруі керек.

Берілген (3) өрнегін және оған кіретін шамаларды талдау көрсеткендей, тесудің кешігу уақытына әсер ететін жалғыз параметр, демек, мұнайдың электродеэмульция сапасын төмендетпестен тізбектің түзілу процесін басқаруға болады, бұл дисперсті фазаның тамшыларының

концентрациясы N болып табылады. Тізбектің пайда болу орнындағы N тамшыларының концентрациясы бастапқы N_1 концентрациясы мен N_2 су тамшылардың концентрациясынан тұратын диэлектрофорез процесіне байланысты өрістің максималды кернеу орнына, яғни тізбектің пайда болу көшкен орны. Егер N_1 концентрациясы бүкіл процесс барысында өзгермесе, онда уақыт өте келе N_2 су тамшыларының концентрациясының жоғарылауын болдырмауға болады.

Мақсатқа жету үшін электр өрісіндегі мұнайды деэмульсациялаудың белгілі әдісінде өңделетін эмульсияның бүкіл көлемі жеке, бүйір бетінде шектеулі өңдеу аймақтарына бөлінетіндігімен қол жеткізіледі. Қабылданған шешім осы аймақтарға артық судың түсуін кеңістіктік шектеу арқылы тізбек пайда болған жерде су тамшыларының концентрациясының жоғарылауын болдырмауға мүмкіндік береді және осылайша электр өрісінде өңделетін эмульсияның барлық көлемінде су тізбектерінің қалыптасуына және тамшылардың коалесценциясына тең жағдай жасайды.

Іс жүзінде бұл жағдайды эмульсия ағынын ағындарға, ток түтіктеріне перфорацияланған диэлектрлік экранмен кеңістіктік бөлу арқылы жүзеге асыруға болады (сурет 2), сондай-ақ электр өрісінің жасанды шоғырлану аймақтарында шектеулі өңдеу аймақтары жасалатын құрылғылардың көмегімен [5].



1,2 – электродтар; 3,4 – кіру және шығу келте құбырлары; 5 – өңдеу аймақтары шектеулі перфорацияланған экран

Сурет 2. Перфорацияланған экраны бар зертханалық электрокоалесценторлардың конструкциясы.

Figure 2. Construction of laboratory electrocoalescents with a perforated screen.

Рис. 2. Конструкция лабораторного электрокоалесцентора с перфорированным экраном.

Нәтижелер және талқылау

Эмульсияның физика-химиялық қасиеттеріне байланысты аймақтардың параметрлері әрбір шектелген аймақта барлық судан бір ғана өткізгіш тізбектің түзілу шартынан белгіленеді.

Электр өрісінің сулы мұнай эмульсиясына қолданған кезде өрістің жергілікті концентрациясы орнында су там-

шыларының тізбегі пайда бола бастайды. Бұл жағдайда пайда болатын коалесценция және тамшылардың ұлғаюы осы тізбек бойымен эмульсия қабатының электрлік кедергісінің жоғарылауына және нәтижесінде осы аймақтағы кернеудің төмендеуіне әкеледі.

Эмульсияның макроскопиялық көлемінде кернеудің төмендеуінің жоғарылауына және пайда болған тізбек бойындағы өріс кернеуінің сәйкесінше жоғарылауына байланысты барлық жаңа су тамшылары үлкен өріс аймағына тартыла бастайды, бұл тізбектің шексіз өсуіне және кейіннен бұзылуына әкеледі.

Тағы бір айта кететін жайт, қарапайым ток түтіктеріндегі эмульсиядағы судың коалесценция процесі қолданыстағы электродегидраторларда болатын шектеусіз көлемдегі ұқсас процестен сапалы түрде ерекшеленеді. Іс жүзінде, егер жеке аймақта тізбектің пайда болу процесі, мысалы, эмульсиядағы судың шамадан тыс концентрациясы, тіпті үздіксіз көпір пайда болғанға дейін дамитын болса, онда қуат көзі үшін маңызды мәнге жеткенге дейін элементар бұзылу тоғы эмульсияның қызуын, газ көпіршіктерінің пайда болуын және олардың өңдеу аймағын бұғаттауын тудырады. Шектеулі аймақты газ көпіршігімен өздігінен құлыптау нәтижесінде оның кедергісі күрт артады және өткізгіштік жойылады.

Электр энергиясының минималды шығындарымен суды коалесценциялаудың оңтайлы процесі электродтарға қолданылатын кернеу берілген эмульсия үшін ену кернеуіне және осы кернеудің әсер ету уақытына сәйкес болған кезде, әр ток түтігінде t_3 бұзылуының кешігу уақытына тең болады.

(3) өрнектен өрістің эмульсиясы мен қарқындылығының әр сортының бұзылудың кешігу уақытына сәйкес келетіндігі, демек, электр өңдеудің оңтайлы уақыты көрінеді.

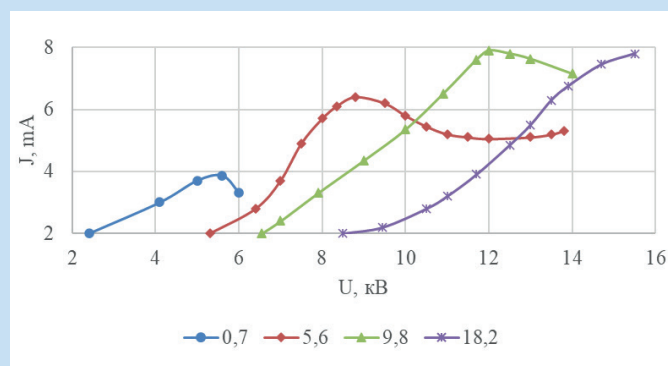
Электродегидрацияның қолданыстағы әдістерінде, негізінен, t_3 -ке тең уақыт ішінде тесілген кернеу өрісі арқылы эмульсияға әсер ету мүмкін емес, өйткені бұл эмульсияның шексіз көлеміндегі бұзылу процесінің бақыланбауына байланысты электродтар арасындағы тұйықталуға әкеледі.

Ұсынылған әдіспен әр қарапайым өңдеу аймағындағы су мөлшерін шектеу бұзылу уақытының кешігуіне әкеледі. Сонымен қатар, бұзылу тоғы қарапайым разряд каналының газ көпіршіктерімен бітелуіне байланысты өздігінен шектеледі.

Шектеулі өңдеу аймақтарындағы электр өрісіндегі эмульсияның аталған ерекше әрекеттер ағынның жылдамдығын және өріс кернеулігінің мәнін өзгерту арқылы ондағы су тамшыларының тізбегі мен коалесценция процестерін реттеуге және сол арқылы мұнайдың электродемульсация процесін басқаруға мүмкіндік береді.

Шектеулі өңдеу аймақтарында су тамшылары тізбегінің қалыптасу динамикасын зертханалық қондырғыда (сурет 2) алынған процестің вольтампер сипаттамаларына қарай бағалауға болады, нәтижелер төмендегі 3-ші суретте көрсетілген.

Кернеудің одан әрі жоғарылауы токтың төмендеуіне және оның тұрақсыздығына әкеледі. Әрбір мән коалесценция процесінің әртүрлі кезеңдеріне сәйкес келеді. Қанықтыру саласында бұл процесс жекелеген өңдеу аймақтарын блоктайтын және олардың кедергісінің күрт өсуіне байла-



Сурет 3. Әртүрлі өнімділік параметрлеріндегі электрлік деэмульсация процесінің тәуелділігі.
Figure 3. Dependence of the electrical demulsification process at different performance parameters.
Рис. 3. Зависимость процесса электрической деэмульсации при различных параметрах производительности.

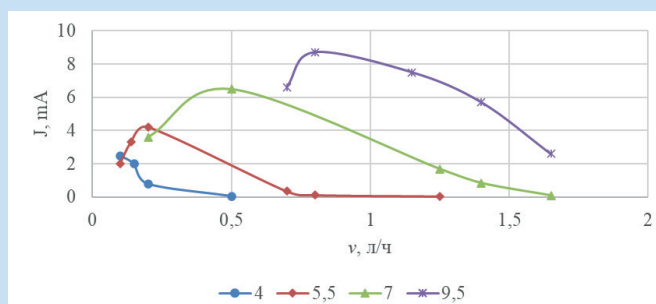
нысты токтың одан әрі өсуін шектейтін газ көпіршіктерінің бөлінуіне байланысты үзіледі. 4 суреттегі қисықтар, өрістің тұрақты кернеу мәндерінде токтың эмульсия ағынының жылдамдығына тәуелділігін көрсетеді. Бұл тәуелділік айқын максимумға ие.

Графиктерден тізбектердің пайда болуы белгілі бір критикалық кернеуден басталатынын көруге болады, қалғандары ағынның жылдамдығына тең. Кернеу жоғарылаған сайын қисықтар тік көтеріліп қанықтылыққа жетеді.

Төмен ағын жылдамдығы аймағында – қисық максимумға дейін ағын жылдамдығы жоғарылаған кезде газ көпіршіктерінің бөлінуін азайту арқылы ток өседі. Максимумнан кейін тізбектердің қалыптасу уақытының азаюына байланысты ток төмендейді.

Қорытынды

Осылайша, мәселе жоғары суланған және эмульсиялық мұнайлар үшін өте өзекті болып табылады, онда оның



Сурет 4. Ток күшінен эмульсиялау процесінің өнімділігіне сипаттама (су-мұнай эмульсиясы – 10%, $L_{\text{электрод}} = 3$ см).

Figure 4. Performance characteristics of the demulsification process based on current strength (water-oil emulsion – 10%, $L_{\text{electrodes}} = 3$ cm).
Рис. 4. Характеристика производительности процесса деэмульсации от силы тока (водонефтяная эмульсия – 10%, $L_{\text{электрод}} = 3$ см).

сулануы 90% құрайды. Авторлар ұсынған сулы мұнай эмульсияларына аралас әсер ету әдістерін қолдану мұнайды тереңірек сусыздандыруға және мұнайды кәсіпшілік дайындау жағдайында реагентті үнемдеуге мүмкіндік береді. Жоғарыда келтірілген мәліметтер айнымалы ток өрісіндегі мұнайдың эмульсиялану процесін, кейбір жағдайларда, электрод аралық бұзылулардың пайда болу қаупімен шектелмеген кең шектерде оның электрлік параметрлерін өзгерту арқылы басқаруға болатындығын тағы бір рет көрсетеді.

Алғыс

Бұл зерттеулер Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитетінің бағдарламаны орындау шеңберінде орындалды (BR 24992809 – Парафинді мұнайды өндіру, дайындау және тасымалдау үшін жергілікті шикізатты пайдалана отырып, жаңа химиялық реагенттер алу).

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Барисс Л. Мұнайды кәсіпшілік тұзсыздандыру // Инж.-Мұнайшы. 1974. № 6. Б. 35–39 (орыс тілінде)
2. Панченков Г.М., Цабек Л.К. Эмульсия тамшысын бұзатын сыртқы біртекті квазитұрақты электр өрісінің сыни кернеулігі // Физикалық химия журналы. 1968. Т. 42. Шығ. 5. Б. 1249–1252 (орыс тілінде)
3. Панченков Г.М., Папко В.В. Электродтардың қысқа тұйықталуы кезінде эмульсияның су тамшыларының дисперсиясы // Мұнай шаруашылығы. 1969. № 3. Б. 46–47 (орыс тілінде)
4. Парафинді мұнайды эмульсиялау үшін реагенттің құрамын бағалау және алу / Ивахненко А.П. [және т. б.] // ҚБТУ хабаршысы. 2021. Т. 18. № 1. Б. 11–19 (орыс тілінде)
5. А.к. 865325 ҚСРО. Су-мұнай эмульсиясын бұзуда арналған аппарат / Никифоров Е.А., Юнусов А.А., Бильданов М.М., Ахмадиев Г.М., Швецов В.Н., Гершуни С.Ш.; Ө.Б. шығ., 1981, № 35 (орыс тілінде)
6. Шикі мұнай эмульсиялары үшін тиімді табиғи деэмульгатор ретінде өзен құмынан алынған жаңа ұнтақталған кварц бөлшектері / Надиров К. [және т. б.] // Процестер. 2022. № 10. Б. 3–13 (ағылшын тілінде)
7. Кәсіптік жағдайда мұнай дайындауға арналған жаңа реагенттер / Надирова Ж.К. [және т. б.] // Мұнай және газ. 2021. № 3. Б. 100–113 (орыс тілінде)

8. Innov. pat. № 29965, Республика Казахстан, МПК C09K8/34. Мұнайды сусыздандыруға және тұзсыздандыруға арналған композициялық деэмульгатор / Надиров К.С., Бимбетова Г.Ж., Бондаренко В.П., Надирова Ж.К., Садырбаева А.С., Жантасов М.К.; өтініш беруші және патент иесі ШҚК РМК М. Әуезов атындағы ОҚМУ (KZ.) – № 2013/1494.1; беріл. 04.11.2013; шығар. 15.06.2015, Бюлл. № 6. 4 б. (орыс тілінде)
9. Госсипол шайырын өңдеу арқылы алынған жаңа потенциалды деэмульгаторлар / Отарбаев Н.Ш. [және т. б.] // Индонезия химиялық журналы. 2019. № 19 (4). Б. 959–966 (ағылшын тілінде)
10. Мұнайды өңдеуге арналған реагентті дайындау және оны дегидратация процесінде қолдану / Надиров К.С. [және т. б.] // Өнеркәсіптік Ластануды Бақылау журналы. 2017. № 33 (1). Б. 1075–1084 (ағылшын тілінде)
11. Май қышқылдарының оксидилденуінің оңтайлы параметрлерін зерттеу с майсыздандыру және мұнай дайындау жүйесінде сұйылту үшін деэмульгаторлар алу мақсатында / Надиров К.С. [және т. б.] // Химика Oggi – Химия бүгін. 2016. № 34 (1). Б. 72–77 (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Bariss L. Promyslovoe obessolivanie nefi [Commercial desalination of oil], Inzh.-Neftyanik [Eng.-Oilman]. 1974. No. 6. 35–39 pp. (in Russian)
2. Panchenkov G.M., Tsabek L.K. Kriticheskaya napryazhennost' vneshnego odnorodnogo kvazipostoyannogo elektricheskogo polya, razrushayushchego kapel'ku emul'sii [Critical intensity of an external homogeneous quasi-constant electric field destroying an emulsion droplet], Zhurnal fizicheskoi khimii [Journal of Physical Chemistry]. 1968. V. 42. Issue 5. 1249–1252 pp. (in Russian)
3. Panchenkov G.M., Papko V.V. Dispergirovanie kapel' vody emul'sii pri vozniknovenii korotkikh zamykanii elektrodov [Dispersion of emulsion water droplets in case of short circuits of electrodes], Neftyanoe khozyaistvo [Oil industry]. 1969. No. 3. 46–47 pp. (in Russian)
4. Otsenka i poluchenie sostava reagenta dlya deemul'satsii parafinistoi nefi [Evaluation and preparation of reagent composition for demulsification of paraffin oil], Ivakhnenko A.P. [et al.], Vestnik KBTU [KBTU Bulletin]. 2021. V. 18. No. 1. 11–19 pp. (in Russian)
5. A.S. 865325 USSR. Apparat dlya razrusheniya vodoneftyanoi emul'sii [Device for the destruction of a water-oil emulsion], Nikiforov E.A., Yunusov A.A., Bulanov M.M., Akhmadiev G.M., Shvetsov V.N., Gershuni S.S.; Published in B.I., 1981, № 35 (in Russian)
6. Svezhemolotye chastitsy kvartsa, poluchennyye iz rechnogo peska, yavlyayutsya effektivnym prirodnyy deemul'gatorom dlya emul'sii syroi nefi [Freshly milled quartz particles obtained from river sand as an efficient natural demulsifier for crude oil emulsions], Nadirov K. [et al.], Protsessy [Processes]. 2022. No. 10. 3–13 pp. (in English)
7. Novye reagenty dlya podgotovki nefi v promyslovyykh usloviyakh [New reagents for oil treatment in field conditions], Nadirova Zh.K. [et al.], Neft' i gaz [Oil and gas]. 2021. No. 3. 100–113 pp. (in Russian)
8. Innov. Pat. No. 29965, Republic of Kazakhstan, MPK C09K8/34. Kompozitsionnyi deemul'gator dlya obezvozhivaniya i obessolivaniya nefi [Composite demulsifier for oil dewatering and desalination], Nadirov K.S., Bimbetova G.Zh., Bondarenko V.P., Nadirova Zh.K., Sadyrbaeva A.S., Zhantassov M.K.; applicant and patent holder RSE REA M. Auezov SKSU (KZ.) – No. 2013/1494.1; declared 04.11.2013; published 15.06.2015, Bull. No. 6. 4 p. (in Russian)
9. New potential demulsifiers obtained by processing gossypol resin / Otarbbaev N.Sh. [et al.] // Indonesian Journal of Chemistry. 2019. No. 19 (4). 959–966 pp. (in English)
10. Reagent preparation for oil treatment and its use in the process of dehydration / Nadirov K.S. [et al.] // Journal of Industrial Pollution Control. 2017. No. 33 (1). 1075–1084 pp. (in English)
11. Examination of optimal parameters of oxy-ethylation of fatty acids with a view to obtaining demulsifiers for deliquification in the system of skimming and treatment of oil / Nadirov K.S. [et al.] // Chimica Oggi – Chemistry Today. No. 34 (1). 72–77 pp. (in English)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Барисс Л. Промысловое обессоливание нефти // Инж.-Нефтяник. 1974. № 6. С. 35–39 (на русском языке)
2. Панченков Г.М., Цабек Л.К. Критическая напряженность внешнего однородного квазипостоянного электрического поля, разрушающего капельку эмульсии // Журнал физической химии. 1968. Т. 42. Вып. 5. С. 1249–1252 (на русском языке)
3. Панченков Г.М., Папко В.В. Диспергирование капель воды эмульсии при возникновении коротких замыканий электродов // Нефтяное хозяйство. 1969. № 3. С. 46–47 (на русском языке)

4. Оценка и получение состава реагента для деэмульсации парафинистой нефти / Ивахненко А.П. [и др.] // Вестник КБТУ. 2021. Т. 18. Вып. 1. С. 11–19 (на русском языке)
5. А.с. 865325 СССР. Аппарат для разрушения водонефтяной эмульсии / Никифоров Е.А., Юнусов А.А., Бильданов М.М., Ахмадиев Г.М., Швецов В.Н., Гершуни С.Ш.; опубл. в Б.И., 1981, № 35 (на русском языке)
6. Свежемолотые частицы кварца, полученные из речного песка, являются эффективным природным деэмульгатором для эмульсий сырой нефти / Надиров К. [и др.] // Процессы. 2022. № 10. С. 3–13 (на английском языке)
7. Новые реагенты для подготовки нефти в промысловых условиях / Надирова Ж.К. [и др.] // Нефть и газ. 2021. № 3. С. 100–113 (на русском языке)
8. Иннов. пат. № 29965, Республика Казахстан, МПК C09K8/34. Композиционный деэмульгатор для обезвоживания и обессоливания нефти / Надиров К.С., Бимбетова Г.Ж., Бондаренко В.П., Надирова Ж.К., Садырбаева А.С., Жантасов М.К.; заявитель и патентообладатель РГП на ПХВ ЮКГУ имени М. Ауэзова (KZ.) – № 2013/1494.1; заявл. 04.11.2013; опубл. 15.06.2015, Бюлл. № 6. 4 с. (на русском языке)
9. Новые потенциальные деэмульгаторы, полученные при переработке госсиполовой смолы / Отарбаев Н.Ш. [и др.] // Индонезийский химический журнал. 2019. № 19 (4). С. 959–966 (на английском языке)
10. Приготовление реагента для очистки нефти и его использование в процессе обезвоживания / Надиров К.С. [и др.] // Журнал по борьбе с промышленным загрязнением окружающей среды. 2017. № 33 (1). С. 1075–1084 (на английском языке)
11. Изучение оптимальных параметров оксигенирования жирных кислот с целью получения деэмульгаторов для разжижения в системе обезжиривания и подготовки нефти Надиров С.К. [и др.] // Химика Огги – Химия сегодня. 2016. № 34 (1). С. 72–77 (на английском языке)

Авторлар туралы мәліметтер:

Затыбеков К.С., Ph.D докторант, «Мұнайгаз ісі» кафедрасы, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті КеАҚ (Шымкент қ., Қазақстан), a.k.zatybekov@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0001-5773-4422>

Жантасов М.К., т.ғ.к., профессор, «Мұнайгаз ісі» кафедрасының меңгерушісі, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті КеАҚ (Шымкент қ., Қазақстан), tanarjan_80@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5633-1640>

Меликов Г.Х., ҒЗИ ғылыми қызметкері, техника ғылымдарының кандидаты, доцент, Әзірбайжан мемлекеттік мұнай және өнеркәсіп университетінің «Мұнай, газ және химияның геотехнологиялық мәселелері» ҒЗИ (Баку қ., Әзірбайжан), t.melikov@gpogc.az; <https://orcid.org/0009-0003-2944-3796>

Байботаева С.Е., Ph.D, «Мұнайгаз ісі» кафедрасының доценті, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті КеАҚ (Шымкент қ., Қазақстан), sbaibotaeva@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9406-3322>

Information about the authors:

Zatybekov K.S., Ph.D doctoral of the Department «Oil and gas business», Non-profit joint-stock company «M. Auezov South Kazakhstan University» (Shymkent, Kazakhstan)

Zhantassov M.K., Candidate of Technical Sciences, Professor, Head of the Department «Oil and gas business», Non-profit joint-stock company «M. Auezov South Kazakhstan University» (Shymkent, Kazakhstan)

Melikov G.Ch., Research Associate, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, «Geotechnological Problems of Oil, Gas and Chemistry» at the Azerbaijan State University of Petroleum and Industry (Baku, Azerbaijan)

Baibotayeva S.E., Ph.D, Associate Professor of the Department «Oil and gas business», Non-profit joint-stock company «M. Auezov South Kazakhstan University» (Shymkent, Kazakhstan),

Сведения об авторах:

Затыбеков К.С., Ph.D докторант кафедры «Нефтегазовое дело», НАО «Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова» (г. Шымкент, Казахстан)

Жантасов М.К., к.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Нефтегазовое дело», НАО «Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова» (г. Шымкент, Казахстан)

Меликов Г.Х., научный сотрудник НИИ «Геотехнологические проблемы нефти, газа и химии» при Азербайджанском Государственном университете нефти и промышленности (г. Баку, Азербайджан)

Байботаева С.Е., Ph.D, доцент кафедры «Нефтегазовое дело», НАО «Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова» (г. Шымкент, Казахстан)