

УДК 622.32; <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2022-5.09>

<https://orcid.org/0000-0001-9807-5112>

<https://orcid.org/0000-0002-6490-9972>

<https://orcid.org/0000-0002-4039-4900>

КЕН ОРЫНДАРЫНДА МҰНАЙДЫ СУСЫЗДАНДЫРУДЫ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ЖЕТІЛДІРУ



А.Ж. НАСРАДИН,
магистрант
aidana.nasradin@mail.ru



П.А. ТАНЖАРИКОВ,
техника ғылымдарының
кандидаты, Инжинирингтік
технологиялар
кафедрасының профессоры,
pan_19600214@mail.ru



Н.С. СҮЛЕЙМЕНОВ,
техника ғылымдарының
кандидаты, Инжинирингтік
технологиялар
кафедрасының меңгерушісі,
nurzhan_suleymen@mail.ru

КОММЕРЦИЯЛЫҚ ЕМЕС АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМ
«ҚОРҚЫТ АТА АТЫНДАҒЫ ҚЫЗЫЛОРДА УНИВЕРСИТЕТІ»,
Республикасы Қазақстан, 120000, Қызылорда қаласы, Әйтеке би көшесі 29 а

Өндірілетін мұнайдың сулануының тұрақты өсуі, тұрақты эмульсиялары бар ауыр мұнай көлемінің артуы, өңделетін мұнайдың жалпы көлеміндегі тұтқырлы мұнайдың үлесінің артуы, мұнайды сусыздандыру процесінің жетілмегендігіне байланысты. Бүгінгі таңда кәсіпшіліктердегі мұнайды сусыздандыру процесін оңтайлы автоматты басқару проблемасының маңыздылығы мен өзектілігін анықтайтын факторлардың тізімі толық емес. Бұл мәселе мұнай өнеркәсібі үшін жаңа болмаса да, оны шешу әлі аяқталған жоқ. Бұл жағдай туындайтын объективті қиындықтармен байланысты, яғни мұнайды дайындау процесстерін жеткілікті зерттемегендіктен және мұнайды сусыздандыру процесін тұрақтандыру және оңтайландыру мәселелерін шешуде қолдануға болатын барабар модельдердің болмауына байланысты.

Мақалада мұнайдың жоғары тәзімді эмульсияларын судың булану әдісімен жою бойынша зерттеулер жүргізілді. Қажетті қыздыру температурасын анықтау үшін өрнектер, тәуелділіктер алынды. Судың булануы кезінде көмірсутек дистиллят шығымының қыздыру температурасынан, мұнайдың фракциялық құрамынан және эмульсияның бастапқы сулануынан алынған тәуелділіктер көрсетілген. кен орнының мұнайын сусыздандыру технологиясына кәсіптік сынақтар жүргізілді.

ТҮЙІН СӨЗДЕР: жоғары тәзімді су-мұнай эмульсиялары, сусыздандыру, булану әдісі, қыздыру температурасы.

ИССЛЕДОВАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ НЕФТИ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

П.А. ТАНЖАРИКОВ, кандидат технических наук, профессор, pan_19600214@mail.ru
Н.С. СУЛЕЙМЕНОВ, кандидат технических наук, nurzhan_suleymen@mail.ru
А.Ж. НАСРАДИН, магистрант, aidana.nasradin@mail.ru

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
 «КЫЗЫЛОРДИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. КОРКЫТ АТА»,
 Республика Казахстан, 120000, г. Кызылорда, ул. Айтеке би 29 а

Устойчивый рост обводненности добываемой нефти, увеличение объемов тяжелых сортов нефти со стабильными эмульсиями, увеличение доли густой нефти в общем объеме перерабатываемой нефти, обусловленный несовершенством процесса обезвоживания нефти – далеко не полный перечень факторов, определяющих сегодня важность и актуальность проблемы оптимального автоматического управления процессом обезвоживания нефти на промыслах. Хотя эта проблема не нова для нефтяной промышленности, ее решение еще не завершено. Это обстоятельство обусловлено недостаточной изученностью процессов подготовки нефти в связи с возникающими объективными трудностями и отсутствием адекватных моделей, которые могли бы быть использованы при решении задач стабилизации и оптимизации процесса обезвоживания нефти.

Проведены исследования по разрушению высокоустойчивых эмульсий сверхвязкой нефти методом испарения воды. Получены зависимости для определения необходимой температуры нагрева, показаны зависимости выхода углеводородного дистиллята при испарении воды от температуры нагрева, фракционного состава нефти и исходной обводненности эмульсии. Проведены промышленные испытания технологии обезвоживания нефти месторождении.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: высокостойкие водно-нефтяные эмульсии, обезвоживание, способ испарения, температура нагрева.

RESEARCH AND IMPROVEMENT OF OIL FIELD DEWATERING

P.A. TANZHARIKOV, candidate of technical sciences, professor, pan_19600214@mail.ru
N.S. SULEYMEV, candidate of technical sciences, nurzhan_suleymen@mail.ru
A.ZH. NASRADIN, master degree's student, aidana.nasradin@mail.ru

NON-COMMERCIAL JOINT STOCK COMPANY
 «KYZYLORDA UNIVERSITY NAMED AFTER KORKYT ATA»
 29a Aiteke bi Street, Kyzylorda, 120000, Republic of Kazakhstan

A steady increase in the water content of the extracted oil, an increase in the volume of heavy grades of oil with stable emulsions, an increase in the proportion of thick oil in the total volume of refined oil due to the imperfection of the oil dewatering process is far from a complete list of factors determining the importance and relevance of the issue of optimal automatic control of the oil dewatering process in the fields today. Although this problem is not new to the oil industry, its solution is not yet completed. This circumstance is due to insufficient knowledge of the processes of oil preparation due to the emerging objective difficulties and the lack of adequate models that could be used to solve the problems of stabilization and optimization of the oil dewatering process.

The paper presents the research on the process of breaking highly-stable heavy oil emulsions by water evaporation. An equation has been derived and relevant curves have been plotted to calculate the required heating temperature. This study shows the dependence of

hydrocarbon distillate yield on heating temperature, boiling point oil composition and the initial water cut of the emulsion. The technology of oil dehydration from the field has been tested.

KEY WORDS: *highly resistant water-oil emulsions, dehydration, evaporation method, heating temperature.*

Кіріспе. Өндірілетін мұнайдың сулануының тұрақты өсуі, тұрақты эмульсиялары бар ауыр мұнай сорттарының көлемінің артуы, өңделетін мұнайдың жалпы көлеміндегі тұтқырлы мұнайдың үлесінің артуы, мұнайды сусыздандыру процесінің жетілмегендігіне байланысты-бүгінгі таңда кәсіпшіліктердегі мұнайды сусыздандыру процесін оңтайлы автоматты басқару проблемасының маңыздылығы мен өзектілігін анықтайтын факторлардың толық тізімі емес. Бұл мәселе мұнай өнеркәсібі үшін жаңа болмаса да, оны шешу әлі аяқталған жоқ. Бұл жағдай туындайтын объективті қиындықтармен байланысты мұнайды дайындау процестерін жеткілікті зерттемегендіктен және мұнайды сусыздандыру процесін тұрақтандыру және оңтайландыру мәселелерін шешуде қолдануға болатын барабар модельдердің болмауына байланысты.

Мұнай мен қоса өндірілетін судың тығыздықтарының арасындағы шағын айырмасы, мұнайда табиғи (шайыр және асфальтен) және жасанды эмульгаторлардың (ішкі қабаттың жану өнімдері) жоғары құрамының болуы, ұсақ су тамшыларының үлкен көлемде болуы жоғары төзімді су-мұнай эмульсияларының пайда болуына әкеліп соғады. Мұндай майларды дайындау кезінде "аралық қабаттарда" пайда болған эмульсиялар одан да жоғары қарсылықпен сипатталады. Дәстүрлі әдістермен (тұндыру, қыздыру, деэмульгатормен өңдеу) "аралық қабаттардың" эмульсияларын бұзу мүмкін емес [1,2].

Бүгінгі күні эмульсияға немесе олардың комбинациясына белгілі бір әсер ету арқылы оның толық жойылуына әкелетін көптеген технологиялық әдістер мен технологиялық құрылғылар белгілі. Сонымен қатар, деэмульгаторларды қолданатын термиялық әдіс ең тиімді болып саналады [3].

Зерттеу нәтижелері деэмульгатор қоспай 20°C температурада судың бөлінуі іс жүзінде болмайтынын көрсетті.

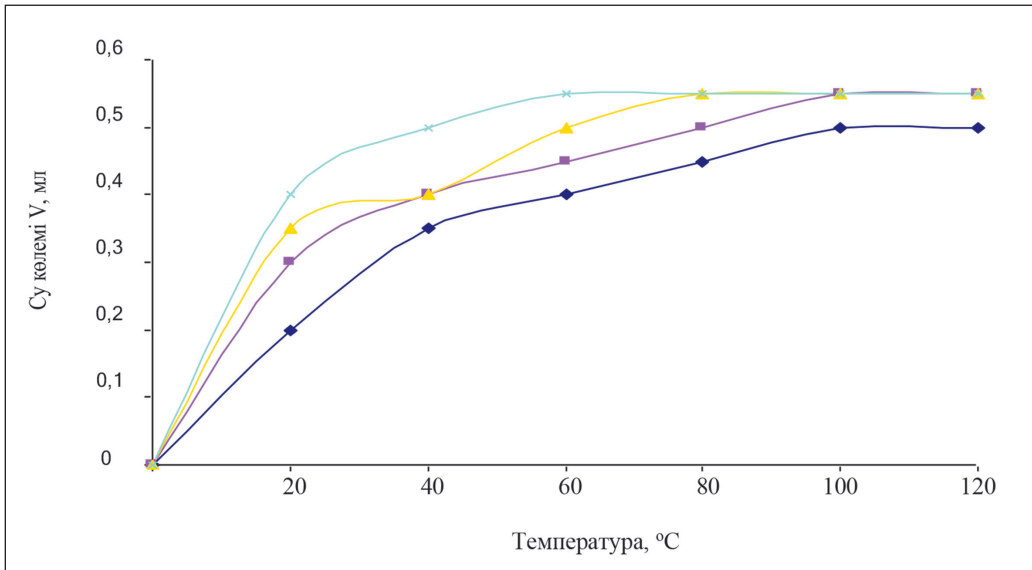
Температураның 40 °С-тан 70°C-қа дейін көтерілуі кезінде су бөлінеді, бірақ су көлемі ұлғаймайды (*сурет 1*). Бұл мұнай эмульсиясының табиғи эмульгаторларда тұрақты болуына байланысты. Сондықтан термиялық деэмульгация қолайлы емес.

50-60 °С температурада деэмульгаторлардың мұнаймен әрекеттесуі кезінде судың тиімді бөлінуі [12]. Температураның жоғарылауымен мұнайдың тұтқырлығы төмендейді, осыған байланысты су глобулалары жанасады [12].

Қазіргі уақытта "СНПС – Ай Дан Мұнай" АҚ Оңтүстік Торғай ойпаты мұнай кен орындарын өнеркәсіптік игеруді жүзеге асырады. Кен орнындағы мұнайдың қысқаша сипаттамасы *1-кестеде* келтірілген [4].

Бұл мұнайды таңдау осы кен орнында мұнай өндіруді арттыру үшін химиялық реагенттер қолданылатындығына байланысты, оларды қолдану су-мұнай эмульсияларының тұрақтылығын арттыруға әкеледі.

Сонымен қатар, бұл мұнай тұрақтандырғыштардың парафинді және шайырлы-асфальт түріне ие және уақыт бойынша тұрақты эмульсиялық жүйелерді құрайды.



Сурет 1 – 40-80 °C кезіндегі тұндырылған су мөлшерінің тәуелділігі

Кесте 1 – Мұнайдың физика-химиялық қасиеттері

Параметр атауы	Шамасы
Тығыздық, ρ , кг/м ³	896,3
Парафин, % масс.	10-17
Шайыр, % масс.	17,53
Асфальтен, % масс.	15,38
Механикалық қоспалар, % масс.	2,4
Тұтқырлық, мм ² /с	1,5-2
Күкірт, %	0,28
Орташа сулану, % масс.	71
A/C	0,8774
Тұз мөлшері, мг/л	48,2

Жүргізілген зерттеу жұмыстарының барысында суды буландыруға негізделген мұнайды дайындау технологиясын әзірленді. Енгізілген принцип теориялық тұрғыдан эмульсияны оның тұрақтылығы мен тұрақтандыру механизміне қарамастан сусыздандыруға мүмкіндік береді. Технологияны сынау пилоттық қондырғыда жүргізілді [7].

Зерттеу материалдары мен әдістері. Мұнай эмульсиясы сорғымен жылытқышқа беріледі, онда негізгі функциямен қатар бөлінген су төгіледі. Эмульсия аппараттың ішінде орналасқан жылытқыштардың көмегімен қызады. Қыздыру температурасы эмульсиядағы судың массалық үлесіне байланысты 110-180 °C құрайды. Құрылғыда судың қайнауын болдырмайтын 0,2-1,0 МПа қысым сақталады. Бұл, біріншіден,

жылытқыштағы судың бір бөлігін тұндыру арқылы бөлуге ықпал етеді, бұл процестің энергия шығынын азайтады. Екіншіден, Қыздыру элементіне тұндырылған судың үлкен көлемін күрт қайнату кезінде пайда болатын мұнай шығарындыларын жояды. Үшіншіден, ол қыздыру элементіндегі тұздың ыдырауын едәуір төмендетеді, бұл оның қызмет ету мерзімін арттырады. Жылытқыштан кейін эмульсия буландырғышқа түседі, онда қысымның атмосфералық қысымға дейін төмендеуіне байланысты мұнайдан су алынады. Буланудың жасырын жылуына байланысты су буланған кезде буландырғыштағы ағынның температурасы төмендейді, бірақ ол кем дегенде 100 °C болуы керек. Буландырғыш-бұл көлденең ап-парат, оның ішінде эмульсияның кіріс ағынын таратуға арналған көлбеу сөре және тамшы сұйықтығын алуға арналған тамшы жуғыш бар. Бу ағыны буландырғыштың жоғарғы жағынан шығарылады және су тоназытқышына түседі, оның шығысында су мен көмірсутек конденсаттары мен конденсацияланбаған газдардың қоспасы болады. Сусыздандырылған мұнай буландырғыштың төменгі бөлігінен шығарылады [8,9].

Эмульсияны қыздыру температурасы судың массалық үлесіне тәуелді және процесс соңында 100 °C температураны қамтамасыз ету шарты негізінде алынған (1) формула бойынша анықталады [8]:

$$t_1 = \frac{i_n * x + (100 - x - y) * c_{n2} * t_2 + i_y * y}{c_B * x + (100 - x) * c_{n1}} \quad (1)$$

мұндағы:

t_1 – эмульсияны қыздыру температурасы, °C;

t_2 – буландырғыштағы мұнай температурасы, °C (100 °C);

$i_n - t_2$ температура кезіндегі су буының энтальпиясы, Дж/кг;

$i_y - t_2$ температура кезінде бу фазасына өткен мұнай көмірсутектерінің энтальпиясы, Дж/кг;

x – эмульсиядағы судың массалық үлесі, %;

y – бу фазасына өткен мұнай көмірсутектерінің массалық үлесі, %;

$c_{n1}, c_{n2} - t_1$ және t_2 температура кезіндегі мұнайдың меншікті жылу сыйымдылығы, Дж/(кг·K);

$c_B - t_1$ температура кезінде судың меншікті жылу сыйымдылығы, Дж/(кг·K).

Көмірсутек пен су конденсаттарының физика-химиялық қасиеттері 2-3 кестеде келтірілген.

Кесте 2 – Көмірсутек конденсатының физика-химиялық қасиеттері

Көрсеткіштің атауы	Көрсеткіштің мәні
1. 20 °C-тағы тығыздық, кг/м ³	755-806
2. Фракциялық құрамы: қайнаудың басталу температурасы, °C қайнау температурасы, °C	36-95
10%	69-130
50%	128-168
90%	195-218
қайнаудың соңына дейінгі температура, °C	215-235
3. Судың массалық үлесі, %	0,1-0,5
4. Күкірттің массалық үлесі, %	0,76-1,05

Көмірсутек конденсатының шығымы процестің температурасына және сынау процесінде мұнайдың фракциялық құрамына байланысты 1-2% құрады. Көмірсутек конденсатын мұнайдың тұтқырлығы мен тығыздығын төмендету мақсатында бастапқы эмульсияны сұйылту үшін қолдануға болады, бұл тұндыру кезінде судың жақсы бөлінуіне ықпал етеді. Қажет болса, көмірсутек конденсатын көбікпен күре-су үшін буландырғышқа беруге болады.

Су конденсатындағы мұнай өнімдерінің концентрациясы 6,9 мг/дм³, қатты бөліктердің концентрациясы 0,6 мг/дм³ құрайды, бұл кен орындарында қабат қысымын ұстап тұру үшін технологиялық сұйықтықты айдау талаптарына сәйкес келеді. Су конденсатын қабат қысымын сақтау жүйесіне қосымша тазартусыз жіберуге болады.

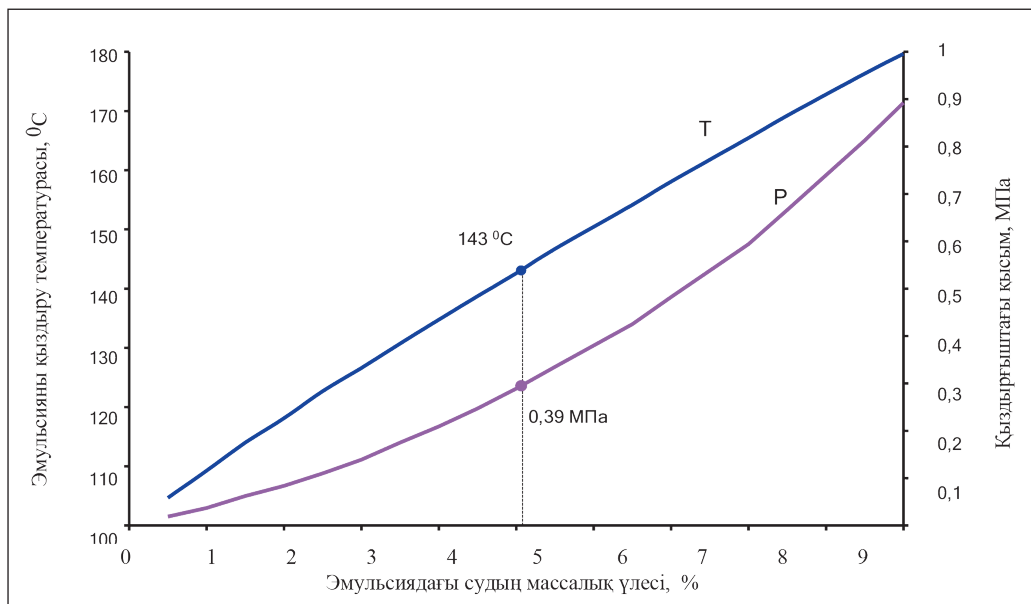
Су конденсатында ілеспе өндірілетін сумен салыстырғанда жалпы минералдану – 244 мг/дм³ және қаттылық тұздарының құрамы: Ca²⁺ – 4,0 мг/дм³, Mg²⁺ – 3,6 мг/дм³, бұл дайындықтың минималды шығындарымен оны бу жылу әдісімен мұнай өндіру мақсатында бу өндіру үшін пайдалануға мүмкіндік береді [10–15].

Кесте 3 – Су конденсатының және ілеспе өндірілетін судың физика-химиялық қасиеттері

Көрсеткіштің атауы	Көрсеткіштің мәні	
	Су конденсаты	Ілеспе өндірілетін су
1	2	3
20 °С-тағы тығыздық, кг/м ³	998	1001
Сутегі көрсеткіші (рН)	6,58	7,76
Жалпы минералдану, мг/дм ³	244	2950
Күкіртсутек концентрациясы, мг/дм ³	44,5	50,5
Ион-тұз құрамы, мг/дм ³		
Cl ⁻	35,1	52,8
HCO ₃ ⁻	122	1342
SO ₄ ²⁻	14,8	739
Ca ²⁺	4,0	102,3
Mg ²⁺	3,6	71,8
Na ⁺ +K ⁺	64,4	642
Мұнай өнімдерінің концентрациясы, мг/дм ³	06,9	15,4

Қыздыру температурасы мен жылытқыштағы қысымның эмульсиядағы судың массалық үлесіне тәуелділігі 2-суретте көрсетілген. Графиктерден, мысалы, судың массалық үлесі 5% эмульсияны сусыздандыру үшін қыздыру температурасы кем дегенде 143 °С, қысым – 0,39 Мпа [11].

Нәтижелер және талқылаулар. Сынақтарды жүргізу кезінде эмульсияның сулануы 2–ден 68%-ға дейін, қыздыру температурасы 110 °С-дан 180 °С-қа дейін өзгерді. Эмульсия 10%-дан астам суланған кезде мұнайды сусыздандыру 2 кезеңде жүргізілді: жылытқышта суды Тұндыру және ағызу, содан кейін оны буландырғышта



Сурет 2 – Температура мен қысымның судың массалық үлесіне тәуелділігі

шығару. Эмульсияның сулануы 10%-дан аз болған кезде мұнайдың сусыздануы тек судың булануы арқылы жүзеге асырылды.

Жүргізілген сынақтар төмендегі нәтижелерді көрсетті [10]:

- 180 °C температурада 2 сағат бойы жылытқышта тұндырылған 68% бастапқы сулануы бар эмульсияны сусыздандыру судың массалық үлесін 22%-ға дейін төмендетеді; 180 °C температурада булану әдісімен мынадай сусыздандыру – 16%-ға дейін; мұнайды толық сусыздандыру үшін қосымша 2 булану циклі қажет;

- 180 °C қыздыру температурасында булану әдісімен бастапқы сулануы 8% болатын эмульсияны сусыздандыру судың массалық үлесін 0,12%-ға дейін төмендетеді, бұл ретте сусыздандырылған мұнайдағы хлорид тұздарының массалық концентрациясы 12 мг/дм³, механикалық қоспалар – 0,038 құрады %;

- 110 оC температурада булану әдісімен бастапқы сулануы 2% болатын эмульсияны сусыздандыру судың массалық үлесін 0,63%-ға дейін, 130 °C температурада – 0,04%-ға дейін төмендетеді, соңғы жағдайда сусыздандырылған мұнайдағы хлорид тұздарының массалық концентрациясы 5 мг/дм³ құрады.


Зертханалық сынақтар нәтижесінде судың бөліну динамикасы және әртүрлі температурадағы мұнай фазасының қалдық сулануы(мұнайдың сусыздану тереңдігі) бағаланды.

Қорытынды. Осылайша, булану әдісімен мұнайды дайындау технологиясы әзірленді, ол бастапқы эмульсияның тұрақтылығына қарамастан, ГОСТ Р 51858-2002] бойынша сапаның 1 тобына сәйкес келетін тауарлық мұнайға кепілдік беруге мүмкіндік береді.

Жүргізілген зерттеу жұмыстарының барысында суды буландыруға негізделген мұнайды дайындау технологиясы әзірленді. Енгізілген принцип теориялық тұрғы-

дан эмульсияны оның тұрақтылығы мен тұрақтандыру механизміне қарамастан сусыздандыруға мүмкіндік береді.

Зертханалық зерттеулер мен сынақтардың нәтижелері булану әдісін қолдану арқылы мұнайдың тұрақты эмульсиялары сусызданатынын көрсетті. Судың булану принципі кез-келген эмульсияны олардың тұрақтылық дәрежесіне және тұрақтандыру механизміне қарамастан бөлуге мүмкіндік береді. Бұл жағдайда эмульсияны ұзақ уақыт тұндыру және реагент-деэмульгаторларды қолдану қажет емес.

Мұнайды сусыздандыру процесін қарқындатудың әзірленген әдістері мұнайды дайындауға күрделі және пайдалану шығындарын азайтуға, сонымен қатар қондырғылардың тұрақтылығын арттыруға мүмкіндік береді. 

ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Надирова Ж.К., Ивахненко О.П., Жантасов М.К., Бимбетова Г.З., Надилов К.С. Обезвоживание сырой нефти с месторождения Кумколь с помощью ультразвука // Химический вестник Казахского национального университета. – 2021. – N 101(2). – С. 4-10. [Nadirova Zh.K., Ivakhnenko O.P., Zhantasov M.K., Bimbetova G.Z., Nadirov K.S. Obезvozhvaniye syroy nefi s mestorozhdeniya Kumkol s pomoshchyu ultrazvuka // Khimicheskiiy vestnik Kazakhskogo natsionalnogo universiteta.– 2021.– N 101(2).– S.4-10.]
- 2 Саад М.А., Камиль М., Абдурахман Н.Х., Юнус Р.М., Авад О.И. Обзор последних достижений в области современных технологий деэмульгирования эмульсий сырой нефти // Процессы. – 2019. – N 7(7). – С. 470. [Saad M.A., Kamil M., Abdurrahman N.Kh., Yunus R.M., Avad O.I. Obzor poslednikh dostizheniy v oblasti sovremennykh tekhnologiy deemulgirovaniya emulsiy syroy nefi // Protsessy. – 2019. – N 7(7). – S. 470.]
- 3 Гурбанов Г.Р., Гасымзаде А.В. Исследование эффективности композиционных деэмульгаторов для разрушения устойчивых водонефтяных эмульсий // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. – 2020. №2. – С. 41-46. [Gurbanov G.R. Gasymzade A.V. Issledovaniye effektivnosti kompozitsionnykh deemulgatorov dlya razrusheniya ustoychivyykh vodoneftyanykh emulsiy // Transport i khraneniye nefteproduktov i uglevodorodnogo syria. – 2020. №2. – S. 41-46.]
- 4 Таңжарықов П.А., Дөңесов Ә.Т. Ортадан тепкіш сорғыларды жетілдіру үшін газ сепараторларын қолдану // Нефть и газ. – 2021. – № 1(121). – С. 42-51 [Tanzharikov P.A., Donesov A.T. Ortadan tepkish sorgylardy zhetildiru ushin gaz separatorlaryn koldanu // Neft i gas. – 2021. – №.1(121). – S.42-51]
- 5 Танжариков П.А., Амангельдиева Г.Б., Тілеуберген А.Ж. Ұңғымалық ортаның коррозиялық белсенділігін бағалау // Нефть и газ. – 2021. – №6 (126). – С.79-90 б. [Tanzharikov P.A., Amangeldiyeva G.B., Tileubergen A.Zh Ungymalyk ortanyn korroziyalyk belsendiligin bagalau // Neft i gas. –2021. – №6 (126). – S. 79-90 b.]
- 6 Танжариков П.А., Тілеуберген А.Ж Сүлейменов Н.С. Мұнай және газ кен орындарын пайдаланудағы терең сорапты қондырғылардың штангалық жабдықтарын жетілдіру // Нефть и газ. – 2022. – №4 (130). – С. 74-85. [Tanzharikov P.A., Tileubergen A.Zh., Suleymenov N.S. Munay zhane gaz ken oryndaryn paydalanudagy teren sorapty kondyrgylardyn shtangalyk zhabdyktaryn zhetildiru // Neft i gas. – 2022. – №4 (130). - S. 74-85.]
- 7 Тугов В.В. Оптимальное управление готовностью системы сбора и подготовки нефти к использованию // Автоматизация и современные технологии.– 2010. – № 3. – С. 3–5. [Tugov. V.V. Optimalnoye upravleniye gotovnostyu sistemy sbora i podgotovki nefi k ispolzovaniyu // Avtomatizatsiya i sovremennyye tekhnologii. – 2010. – № 3. – С. 3–5.]

- 8 Судыкин А.Н., Сахабутдинов Р.З., Губайдулин Ф.Р. и др. Исследование и разработка технологии обезвоживания сверхвязкой нефти методом испарения // Сборник научных трудов ТатНИПИнефть ОАО «Татнефть». - М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2011. - Вып. 79. - С. 303-309. [Sudykin A.N., Sakhabutdinov R.Z., Gubaydulín F. R. i dr. Issledovaniye i razrabotka tekhnologii obezvozhivaniya sverkhv'yazkoy nef'ti metodom ispareniya // Sbornik nauchnykh trudov TatNIPIneft' OAO «Tatneft'». - M.: OAO «VNIIOENG». 2011. - Vyp. 79. - S. 303-309.]
- 9 Сахабутдинов Р.З. Особенности формирования и разрушения водонефтяных эмульсий на поздней стадии разработки нефтяных месторождений. – М. : ОАО «ВНИИ-ОЭНГ», 2005. – 324 с. [Sakhabutdinov. R. Z. Osobennosti formirovaniya i razrusheniya vodoneftyanykh emulsiy na pozdney stadii razrabotki nef'tyanykh mestorozhdeniy. – M. : OAO «VNIIOENG». 2005. – 324 s.]
- 10 Сахабутдинов Р.З., Губайдулин Ф.Р., Хамидуллин Р.Ф. Методики испытаний деэмульгаторов для промышленной подготовки нефти. Казань: КГТУ, 2009. – 35 с. [Sakhabutdinov R.Z., Gubaydulín F.R., Khamidullín R.F. Metodiki ispytaniy deemulgatorov dlya promyslovoy podgotovki nef'ti. Kazan: KG TU. 2009. – 35 s.]
- 11 Матиев К.И., Ага-заде А.Д., Келдибаева С.С. Удаление асфальтосмолопарафиновых отложений различных месторождений // SOCAR Proceedings, – 2016. – № 4. – С. 64-68. [Matiyev K.I., Aga-zade A.D., Keldibayeva S.S. Udaleníe asfaltosmoloparafínovykh otlozheniy razlichnykh mestorozhdeniy // SOCAR Proceedings. – 2016. – № 4. – S. 64-68.]
- 12 Алмагамбетова М.Ж., Жаксыгали М.М. Исследование обезвоживающей способности композиции используемых в технологии подготовки нефти к переработке // Вестник магистратуры. - 2016. - № 5 (56). – С.7-11. [Almagambetova M.Zh., Zhaksygalí M.M. Issledovaniye obezvozhivayushchey sposobnosti kompozitsii ispolzuyemykh v tekhnologii podgotovki nef'ti k pererabotke // Vestnik magistratury. - 2016. - № 5 (56). – S. 7-11.]
- 13 Виденеев В.И., Выговской В.П. Нефтегазоводоразделитель с прямым подогревом (НГВРП) // Сфера Нефтегаз. Спецвыпуск МЮГЕ. – 2007. – № 1. – С. 15-25. [Videneyev V.I., Vygovskoy V.P. Nef'tegazovodorazdelitel s pryamym podogrevom (NGVRP) // Sfera Nef'tegaz. Spetsvypusk MIOGE. – 2007. – № 1. – S. 15-25.]
- 14 Ягафарова Г. Г., Леонтьева С. В., Сафаров А. Х. и др. Современные методы переработки нефтешламов. - М.: Химия, 2010. - 190 с. [Yagafarova G. G., Leontyeva S. V., Safarov A. Kh. i dr. Sovremennyye metody pererabotki nef'teshlamov. - M.: Khimiya. 2010. - 190 s.]
- 15 Хуснутдинов И. Ш., Гаврилов В. И., Заббаров Р. Р. и др. Разрушение водонефтяных эмульсий в процессе перегонки с механическим воздействием на жидкую фазу // Изв. вузов. Химия и хим. технология. - 2009. - Т. 52. - Вып. 3. - С. 96-100. [Khusnutdinov I. Sh., Gavrílov V. I., Zabbarov R. R. i dr. Razrusheniye vodoneftyanykh emulsiy v protsesse peregonki s mekhanicheskim vozdeystviyem na zhídkuyu fazu // Izv. vuzov. Khimiya i khim. tekhnologiya. - 2009. - T. 52. - Vyp. 3. - S. 96-100.]