

Ержан Иманбаевич Иманбаев – PhD, Ассоциированный профессор, ведущий научный сотрудник Института проблем горения; e-mail: erzhan.imanbayev@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8273-0020>.

Акерке Абылайхан – к.х.н., ведущий научный сотрудник научно-исследовательского института новых химических технологий и материалов КазНУ им. аль-Фараби; e-mail: akerkeabylaykhan2@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1489-9603>

Бинур Мусабаева – к.х.н., профессор, Международный университет Астана; e-mail: mussabayevabinur@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2209-1209>

Information about the authors

Zhannur Kadenovna Myltykbayeva – PhD, Associate Professor, Head of the Laboratory for Research and Comprehensive Analysis of Fossil Fuels and Products of Their Processing at the Scientific Research Institute for New Chemical Technologies and Materials at Al-Farabi KazNU; e-mail: jannur81@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4336-3920>.

Dinara Mukhtaly – PhD, Leading Researcher at Scientific Research Institute for New Chemical Technologies and Materials at Al-Farabi KazNU; e-mail: dinara.mukhtaly@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1139-5488>.

Yerzhan Imanbaiuly Imanbayev – PhD, Associate Professor, Leading Researcher at Institute of Combustion Problems; e-mail: erzhan.imanbayev@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8273-0020>.

Akerke Abylaykhan – PhD, Leading Researcher at Scientific Research Institute for New Chemical Technologies and Materials at Al-Farabi KazNU; e-mail: akerkeabylaykhan2@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1489-9603>.

Binur Mussabayeva – PhD, Professor, Astana International University; e-mail: mussabayevabinur@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2209-1209>.

Редакцияға енуі 14.08.2025
Өңдеуден кейін түсуі 18.08.2025
Жариялауға қабылданды 19.08.2025

[https://doi.org/10.53360/2788-7995-2025-3\(19\)-64](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2025-3(19)-64)



FTAXP: 61.51.91

**С.К. Танирбергенова^{1,2}, А.Ж. Тагаева¹, Д.А. Тугелбаева^{2,*}, Н.К. Жылыбаева²,
З.А. Мансуров²**

¹Алматы технологиялық университеті,

050012, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Төле би көш, 100

²ҚР ҒЖБМ ҒК «Жану проблемалары институты» ШЖҚ РМК

050012, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Бөгенбай батыр көш, 172

*e-mail: dilya.12@mail.ru

МҰНАЙ ШЛАМДАРЫН ҚАЙТА ӨНДЕУ ПРОЦЕСІНЕ УЛЬТРАДЫБЫСТЫҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа: Мұнай шламдары – мұнай өндіретін аймақтарда түзілетін зиянды қалдықтар. Мұнай шламының қалдықтарын өңдеу мұнай және мұнай-химия өнеркәсібі үшін өзекті мәселелердің бірі болыптабылады. Бұл мақалада мұнай шламдарын қайта өңдеу процесі кезінде жеңіл өнімдердің түзілуіне ультрадыбыстың әсері зерттелді.

Зерттеу барысында, мұнай шламынан сапасы жоғары өнімдерді бөліп алу әдістері зерттелді. Мұнай шламын өңдеу үшін еріткіштер таңдалды. Еріткіштердің әсерін анықтау үшін еріткіш қолданбай, ультрадыбыстық өңдеу жүргізілді. Өңделген мұнай шламын айдау процесі 65°C-250°C температура аралығында Сокслет аппаратында жүргізілді. Экстракция процесінің сапасына температура, уақыт және еріткіштің қатынасы сияқты әртүрлі параметрлердің әсері анықталды. Газды хроматография әдісін қолдана отырып, әр түрлі еріткіштермен ерітілген мұнай шламын айдау кезінде алынған жеңіл көмірсутектердің құрамы анықталды. Алынған нәтижелерге байланысты, еріткіш ретінде 1:1 қатынастағы гептан:бензол және гептан:толуол қоспалары таңдалды. Сонымен қатар, мұнай шламының компоненттік құрамын газохроматографиялық зерттеулердің нәтижелері және еріткіштердің салыстырмалы талдауы ұсынылды. Жеңіл

көмірсутектердің максималды шығымы 40,9%-ға, ароматты көмірсутектер 57,2%-ға жетті. Осыған байланысты, мұнай шламын мотор отындарын өндіру үшін шикізат ретінде қарастыруға болады. Ұсынылып отырған технология мұнай шламынан ұшқыш заттарды жоғалтпай тауарлық өнім алуға болатынын көрсетті. Сонымен қатар, осы процестің және алынған өнімдердің қоршаған ортаға зиян келтірмейтіні анықталды.

Түйін сөздер: мұнай, мұнай шламының қалдықтары, қайта өңдеу, мотор отыны, ультрадыбыстық өңдеу.

1 Кіріспе

Көптеген елдерде мұнай мен газ сияқты табиғи ресурстар экономикалық маңызды рөл атқарады. Мұнайды өндіру, тасымалдау және сақтау «қажетсіз» қалдықтардың – мұнай шламының жинақталуына әкеледі, олар арнайы қоймаларда сақталады және жинақталады. Жыл сайын мұнай өндіру аймақтарында қалдықтарға арналған қоймалар саны артып келеді. Мұнай шламының резервуарлар мен бассейндерде жинақталуы экологияға теріс әсер етеді. Осыған байланысты мұнай өнеркәсібіндегі мұнай қалдықтарын кәдеге жаратудың қауіпсіз әдісін табу және оны қажетті өнім алу үшін пайдалану жолдарын айқындау негізгі мәселе [1].

Қазіргі уақытта мұнай – өнеркәсіптің барлық саласында үлкен сұранысқа ие. Мұнайға сұраныстың жоғарылауы мұнай өндірісінде өзіндік мәселелерді тудырады. Бүгінгі таңда мұнай өңдеу өнеркәсібіндегі өзекті мәселе – кеңістік пен аумақты алып жатқан, жиналатын және ұзақ уақыт сақталатын мұнай шламын кәдеге жарату [2]. Мұнай қалдықтары атмосфераны ластап, топырақтың құрылымына зиян келтіреді, судың құрамында зиянды органикалық заттардың жиналуына әкеледі. Флора мен фауна сарқылады, аймақтың экожүйесінің тұтастығы бұзылады. Экожүйенің бұзылуы ауыр ауруларды, мысалы, организмнің мутациясын, онкологиялық аурулардың көбеюін, ми ауруларын тудырады, организмге тератогендік әсер етеді, бедеулікті арттырады. Сондықтан мұнай өнеркәсібі үшін өндіріс қалдықтарының қоршаған ортаға теріс әсерін азайту және мұнайды өңдеу тереңдігін арттыру, мұнай шламдарын жою және қайта өңдеу маңызды мәселе болып табылады. Мұнай шламдарын өңдеу кезінде мотор отындарын, құрылыс жұмыстарына қажетті заттар, ауыл шаруашылығында қолданылатын әртүрлі органикалық заттарды алуға болады. Мұнай өнеркәсібін дамытумен қатар, ғалымдар мұнай қалдықтарының қоршаған ортаға зиянды әсерін азайтуға бағытталған және мұнай шламдарын қайта өңдеудің жаңа тәсілдері мен әдістерін және қолжетімді технологиясын қарастыруда [3].

Сонымен қатар, бүкіләлемдік көміртексіздендіру бағдарламасының талабына сәйкес мұнай өндірісіндегі қосарлана түзілетін мұнай шламдарын өңдеу және кәдеге жарату, осы мәселелердің шешімі болып табылады.

Бұл жұмыста ультрадыбыстық өңдеудің мұнай шламдарын қайта өңдеу кезінде жеңіл өнімдерді алуға әсері қарастырылды. Зерттеу нысаны ретінде қоймалық мұнай шламы таңдалды. Қоймалық мұнай шламы қою консистенцияға ие және жоғары жабысқақтықпен сипатталады. Сондай-ақ құрамында механикалық қоспалары бар. Осыған байланысты оны тікелей қайта өңдеу және отынның құрамдас бөлігі ретінде пайдалану қиын. Біз ұсынған әдіс мұнай өңдеу саласы кәсіпорындарының техногендік жүктемесін азайта отырып, мұнай шламының қалдықтарын қайта өңдеуді және толық тазартуды жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

2 Зерттеу материалдары мен әдістері

2.1 Мұнай сынамаларын алу

Мұнай шламының үлгілері ISO 3170:2004 «Сұйық мұнай өнімдері. Қолмен сынама алу». стандарты бойынша Өзен кен орны мұнай шламынан алынды.

2.2 Зерттеу үшін үлгіні дайындау:

Еріткіш ретінде гептан мен екі түрлі көмірсутек қоспасы (гептан:бензол және гептан:толуол) 1:1 қатынасында [4] қолданылды. Мұнай шламының 300 г өлшеніп конустық колбаға салынды, үстінен 1:1 қатынаста еріткіш көмірсутек құйылды. Мұнай шламы мен еріткіш толық араласқанша шейкер көмегімен 15-20 минут мұқият араластырылды. Толық араласқан біртекті ерітінді 1,5-2 сағат тұндырылды. Тұндырылған ерітіндіні сүзгіштен өткізіп, қатты қоспалардан тазартылды [5].

2.3 Ультрадыбыстық өңдеу

Тазартылғаннан мұнай шламы МЛУК-3/22-ОЛ көп функционалды зертханалық ультрадыбыстық кешенін қолданып ультрадыбыспен өңделді [6].

Еріткіш-мұнай шламы қоспасына [7] ультрадыбыстық өңдеудің күші мен әсер ету уақыты зерттелді. Ультрадыбыстық өңдеудің жиілігі [8] мен уақыты көмірсутек қалдықтарының құрамына байланысты әр түрлі болады. Эксперименттер бөлме температурасында және атмосфералық қысымда жүргізілді. Ультрадыбыстық өңдеуден кейін 10-15 минут ішінде алынған қоспа Сокслет аппаратына ауыстырылды.

2.4 Қатты үлгідегі еритін компоненттердің мөлшерін Сокслет әдісімен анықтау

Сокслет аппаратының көмегімен мұнай шламының бірнеше түрдегі экстрактілерін алуға болады. Жеңіл ерітінділерді алу шикізаттан мотор отындарын өндіруге қажетті қысқа тізбекті көмірсутектерді барынша бөліп алуға мүмкіндік береді. Ультрадыбыстық өңдеуден өткен үлгіні экстракциялау 65-250°C температура аралығында жүргізілді. Әр температурада бөлінген фракциялар жеке жиналып, газ хроматографында зерттелді.

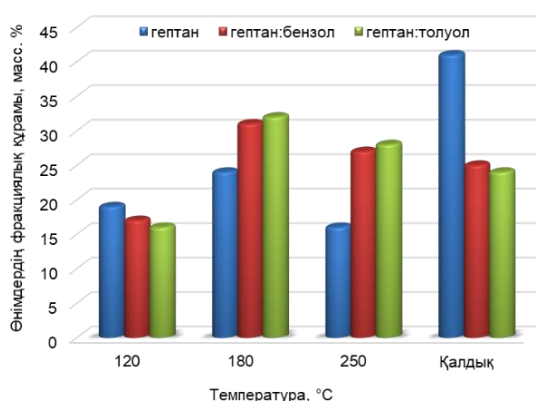
2.5 Үлгілерді масс-спектрометриялық детекторы бар газ хроматографында талдау

Алынған дистиллят өнімдері газды хроматография масс - спектрометрия әдісімен (Agilent 7890A/5975C, АҚШ) талданды. Талдау шарттары: сынама көлемі – 0,2 мкл, сынаманы анықтау температурасы – 250 °С. Зерттеу үлгілеріне ұзындығы – 30 м, ішкі диаметрі – 0,25 мм, жабын қалыңдығы – 0,25 мкм капиллярлық колонкада үздіксіз гелий ағынында талдау жүргізілді. Тасымалдаушы газ, яғни гелийдің берілу жылдамдығы – 1 мл/мин [9-10].

3 Алынған нәтижелер және оларды талқылау

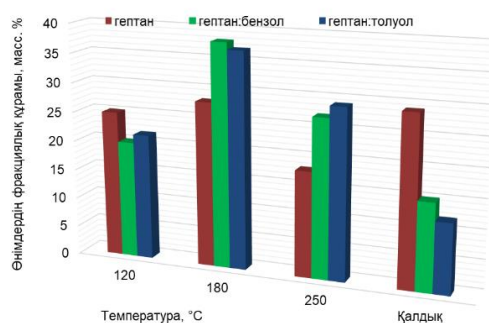
Ультрадыбыстық өңдеудің әсерін зерттеу үшін әртүрлі еріткіштер қолданылды. Мұнай шламы құрамындағы механикалық қоспалардан ИСО бойынша тазартылды. Шламды еріткішпен және еріткішсіз Сокслет құрылғысында атмосфералық айдау жүргізілді. Алдын ала ерітпей айдау кезінде шламның құрамынан жеңіл көмірсутектер өте аз мөлшерде бөлінді. Айдаудан кейін алынған үлгінің 70%-ға жуығы колба түбінде қалды. Зерттеу барысында шламның құрамынан әртүрлі еріткіштер арқылы қажетті және бағалы өнімдер алуға болатынын анықтадық. Қаныққан көмірсутектермен экстракциялап және ультрадыбыстық өңдегенде жеңіл көмірсутектердің бөлінуі 35-40%-ға артты.

Мұнай шламын ультрадыбыстық өңдеусіз айдау кезінде жеңіл фракциялардың шығуының температураға және еріткіштер құрамына тәуелділігі 1-ші сурет көрсетілген. Суреттен көріп тұрғанымыздай, еріткіш ретінде гептан қолданылғанда көмірсутек қалдығының шығымы 40%-ды құрайды. Ал гептан:бензол және гептан:толуол қоспаларында 1:1 қатынасында шығым тиісінше 24% және 23%-ды құрайды. 180 °С температурада бөлінген фракцияның шығымы гептан:бензол еріткішінде 31%, ал гептан:толуол еріткішінде 32% болды. Мұнай шламын пайдалы өнімдерді бөліп алғаннан кейінгі қалдық мөлшері гептан:бензол еріткішінде 23 %, гептан:бензол еріткішінде 21 %, гептан еріткішінде 40 %-ды құрайды.



Сурет 1 – Өнімдердің фракциялық құрамының температураға тәуелділігі

Ультрадыбыстық өңдеуден кейінгі мұнай шламын айдау процесінде жеңіл фракциялардың шығуының температураға тәуелділігі 2-ші суретте берілген. Диаграммадан көріп тұрғанымыздай, ультрадыбыстық өңдеуді пайдаланған кезде мұнай шламының қалдықтарының шығымы төмендейді. Гептанмен 27%, гептан:бензол 15% және гептан:толуол 12% қалдық қалады.

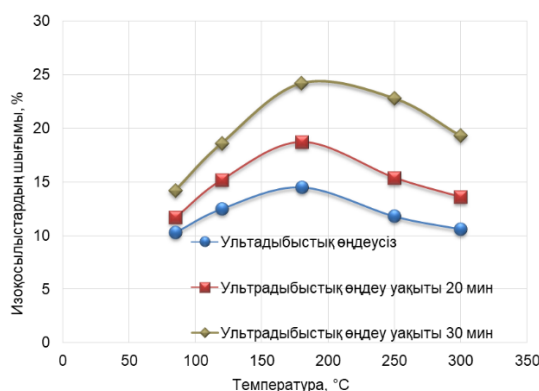


Сурет 2 – Ультрадыбыстық өңдеуден кейінгі өнімдердің фракциялық құрамының температураға тәуелділігі

Сонымен, қалдықтың түзілу мөлшері еріткіштер мен ультрадыбыстық өңдеудің әсеріне тікелей баланысты екендігін 1-ші және 2-ші суреттерден көруге болады.

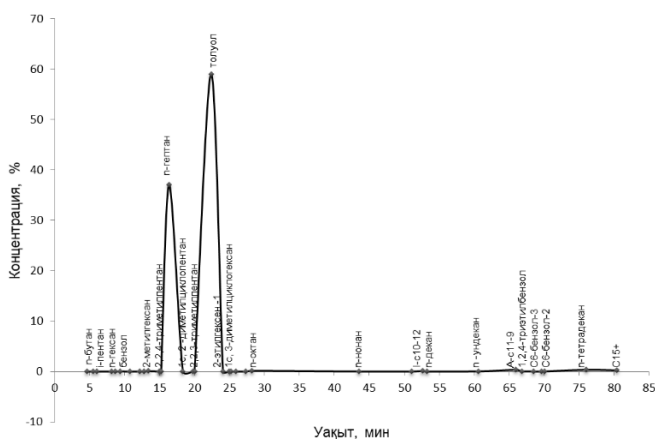
Мұнай шламдарын ультрадыбыстық өңдеу және еріткіштермен сұйылту жеңіл өнімдердің шығымын арттырады. Мұнай шламына ультрадыбыстық өңдеудің әртүрлі режимдерінде тәжірибелер жүргізілді. Жеңіл фракциялардың шығымының 1:1 мұнай шламы/еріткіш қатынасында 20 мин, 30 мин ультрадыбыспен әсер ету уақытына тәуелділігі зерттелді.

Алынған нәтижелер 3 суретте берілген. 3-ші суреттен көрініп тұрғандай, ультрадыбыстық өңдеу кезінде көмірсутекті изоқосылыстардың шығымы артады. Графиктен ультрадыбыстық өңдеу уақыты изоқосылысты көмірсутектердің түзілуі артатынын көруге болады, көмірсутек изоқосылыстарының максималды шығымы 85°C-тан 120°C-қа дейінгі температура аралығында байқалады.



Сурет 3 – Ультрадыбыстық өңдеу уақытының изоқосылыстардың шығымына әсері

Ультрадыбыстық өңделген мұнай шламын айдау процесінде бөлінген изо-және н-көмірсутектердің хроматографиялық талдау нәтижелері 4-ші суретте берілген.



Сурет 4 – 120°C дейінгі компоненттік құрам

Дереккөздерден ароматты көмірсутектер қатардағы еріткіштер мұнай шламдарын жақсы ерітетіні белгілі [11-12]. Қаныққан көмірсутекті еріткіштер құрамында $C_9 - C_{25}$ болатын жоғары молекулалық көмірсутектерді ерітіп, кіші молекулалық көмірсутектерге бөлуге мүмкіндік береді. Таңдалған еріткіштер арасында гептан:толуол қоспасы белсенді екені анықталды. Жаңа қоймалық мұнай шламдарын ультрадыбыстық өңдеу [13] реологиялық қасиеттерін жақсарттады. Ультрадыбыстық өңдеу кезінде жоғары жиілікті акустикалық тербелістер жоғары молекулалық көмірсутектерге әсер етеді. Нәтижесінде кавитациялық көпіршіктер пайда болады. Көпіршіктердің жарылуы кезінде туындаған микротолқынды соққылар мұнай шламындағы көмірсутектердің құрылымын бұзады. Көмірсутектер арасындағы С-С байланыстың үзілуі, радикалдардың түзілуі мен кіші молекулалы бөлшектердің пайда болуын арттырады. Осы процессте көмірсутектердің молекулалық құрылымының өзгеруі, экстракция өнімінің шығымын арттырады. Құрамындағы жоғары молекулалық көмірсутектің ыдырау процесін жылдамдату үшін ультрадыбыстық өңдеудің оптимальды параметрлерін анықтау қажет. Ультрадыбыстың жиілігі 100 кГц жоғары болған жағдайда, газдың бөлінуі артады. Сондықтан алынатын өнімге және шикізаттың құрамына байланысты ультрадыбыстың параметрлерін тәжірибе жүзінде таңдау маңызды роль атқарады. Осыған байланысты мұнай шламдарын айдау кезіндегі қалдықтардың жалпы мөлшері азаяды. Ультрадыбыспен өңделген мұнай шламын айдау кезінде температураның көтерілуі ауыр көмірсутектерді жеңіл көмірсутектерге ыдыратады. Алынған нәтижелерді тұжырымдап, ультрадыбыстық өңдеудің мұнай шламдарынан сапасы жоғары мотор отындарын бөліп алуға септігін тигізетіндігі анықталды. Барлық алынған нәтижелер статистикалық өңдеуден өткізілген.

Қорытынды

Мұнай шламының құрамындағы массасы жоғары көмірсутектердің ультрадыбыстық өңдеу кезінде ыдырау процесі зерттелді. Ультрадыбыстық өңдеу жеңіл көмірсутектердің шығымын 40,9%-ға арттырды. Ультрадыбыстық өңдеу кезінде еріткішті қолдану жоғары молекулалық көмірсутектердің ыдырау процесін жылдамдатады. Нәтижесінде жеңіл көмірсутектердің түзілуі жоғарылайды. Ультрадыбыстық өңдеудің 20 мин, 30 мин уақыт аралығында әсер ету мүмкіндігі салыстырылды. Ең оңтайлы уақыт 30 мин, 100 кГц екені анықталды. Экстракция процесінің сапасына температура, уақыт және еріткіштің қатынасы сияқты әртүрлі параметрлер әсер етеді. Әрі қарай, газ хроматографиясын қолдана отырып, әр түрлі еріткіштермен араластырып айдау кезіндегі мұнай шламына жеңіл көмірсутектерді құрамы талданды, оңтайлы жағдайлары анықталып, бір-бірімен салыстырылды. Нәтижелер көрсеткендей, гептан:бензол және гептан:толуолмен экстракциялау кезінде 65-75°C температурада парафиндердің шығымы 40,9 және 37,9%, ал нафтендердің шығымы 2,7:12,05% құрады. Алынған талдаулар бойынша ультрадыбыстық өңдеудің мұнай шламдарынан алынатын жеңіл фракциялардың құрамына жақсы әсер ететіні анықталды. Ультрадыбыстық өңдеу қалдық мөлшерін азайтып, сапасы жоғары көмірсутектердің максималды алынуына ықпал ететіні анықталды.

Әдебиеттер тізімі

1. Зарипов Р.Т. Нефтяные шламы и способы их утилизации // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2021. – № 11. – С. 213-217. <https://doi.org/10.24412/2071-6168-2021-11-213-217>.
2. Экологические проблемы нефтяной промышленности / Ф.Р. Хайдаров и др. // ООО "Издательство научно-технической литературы: Монография. – Уфа: 2005. – 190 с.
3. Даутов Г.Р., Василевская С.П. Анализ методов утилизации и переработки нефтешламов / Г.Р. Даутов, С.П. Василевская // WORLD OF SCIENCE. – 2024. – С. 42-48.
4. Studying the Characteristics of Tank Oil Sludge / S. Tanirbergenova et al // Processes. – 2024. – Т. 12, № 9. – Р.2007. <https://doi.org/10.3390/pr12092007>.
5. Хасанходжаева Б.Ш. Исследование возможности применения органического компонента нефтешлама в рецептуре резиновых уплотнений / Б.Ш. Хасанходжаева, Г.Ф. Сагитова, А.Н. Тілеуберді // НЕФТЬ И ГАЗ. – 2024. – № 6(144). – С.231-243. <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2024-6.15>.

6. Oil recovery from petroleum sludge through ultrasonic assisted extraction / G. Hu et al // Journal of Environmental Science and Health Part A: Toxic/Hazardous Substances & Environmental Engineering. – 2016. – V.51(11). – P. 921-929. <https://doi.org/10.1080/10934529.2016.1191308>.
7. Извлечение природных битумов из нефтебитуминозных пород месторождений Беке и Мунайлы Мола / Е.К. Онгарбаев и др. // Горение и плазмохимия. – 2017. – Т. 65, № 2. – С. 148-155.
8. Al-Doury M.M.I. Treatment of oily sludge using solvent extraction / M.M.I. Al-Doury // Petroleum Science and Technology. – 2019. – V.37 (1). – P. 1-7. <https://doi.org/10.1080/10916466.2018.1533859>.
9. Development of methods for extracting oil in the purification of waste oil with the use of solar energy / A. Maral et al // World Applied Sciences Journal. – 2013. – V.27(10). – P. 1331-1335. <https://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2013.27.10.13769>.
10. Roussis S.G. Simplified Hydrocarbon Compound Type Analysis Using a Dynamic Batch Inlet System Coupled to a Mass Spectrometer / S.G. Roussis, S.C. Andrew // Energy Fuels. – 1997. – V.11(4). – P.879-886. <https://doi.org/10.1021/ef960221j>.
11. Selection of Solvents for the Removal of Asphaltene – Resin - Paraffin Deposits / S. Tanirbergenova et al // Processes. – 2022. – V. 10. – P. 1262. <https://doi.org/10.3390/pr10071262>.
12. Подбор растворителей для удаления асфальтеносмолопарафиновых отложений / Е.К. Онгарбаев и др. // Вестник национальной инженерной академии РК. – 2022. – № 2(84). – С. 213-219. <https://doi.org/10.47533/2020.1606-146X.169>.
13. Chemical viscosity reduction of heavy oil by multi-frequency ultrasonic waves with the main harmonics of 20–60 kHz / A.V. Dengaev et al // Fluids. – 2023. – T.8, № 4. – P.136. <https://doi.org/10.3390/fluids8040136>.

References

1. Zaripov R.T. Neftyanye shlamy i sposoby ikh utilizatsii // Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki. – 2021. – № 11. – S. 213-217. <https://doi.org/10.24412/2071-6168-2021-11-213-217>. (In Russian).
2. Ekologicheskie problemy neftyanoi promyshlennosti / F.R. Khaidarov i dr. // OOO "Izdatel'stvo nauchno-tehnicheskoi literatury: Monografiya. – Ufa: 2005. – 190 s. (In Russian).
3. Dautov G.R., Vasilevskaya S.P. Analiz metodov utilizatsii i pererabotki nefteshlamov / G.R. Dautov, S.P. Vasilevskaya // WORLD OF SCIENCE. – 2024. – S. 42-48. (In Russian).
4. Studying the Characteristics of Tank Oil Sludge / S. Tanirbergenova et al // Processes. – 2024. – T. 12, № 9. – P.2007. <https://doi.org/10.3390/pr12092007>. (In English).
5. Khasankhodzhaeva B.SH. Issledovanie vozmozhnosti primeneniya organicheskogo komponenta nefteshlama v retsepture rezinovykh uplotnenii / B.SH. Khasankhodzhaeva, G.F. Sagitova, A.N. Tileuberdi // NEFT' I GAZ. – 2024. – № 6(144). – S.231-243. <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2024-6.15>. (In Russian).
6. Oil recovery from petroleum sludge through ultrasonic assisted extraction / G. Hu et al // Journal of Environmental Science and Health Part A: Toxic/Hazardous Substances & Environmental Engineering. – 2016. – V.51(11). – P. 921-929. <https://doi.org/10.1080/10934529.2016.1191308>. (In English).
7. Izvlechenie prirodnikh bitumov iz neftebituminoznykh porod mestorozhdenii Beke i Munaily Mola / E.K. Ongarbaev i dr. // Gorenje i plazmokhimiya. – 2017. – T. 65, № 2. – S. 148-155. (In Russian).
8. Al-Doury M.M.I. Treatment of oily sludge using solvent extraction / M.M.I. Al-Doury // Petroleum Science and Technology. – 2019. – V.37 (1). – P. 1-7. <https://doi.org/10.1080/10916466.2018.1533859>. (In English).
9. Development of methods for extracting oil in the purification of waste oil with the use of solar energy / A. Maral et al // World Applied Sciences Journal. – 2013. – V.27(10). – P. 1331-1335. <https://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2013.27.10.13769>. (In English).
10. Roussis S.G. Simplified Hydrocarbon Compound Type Analysis Using a Dynamic Batch Inlet System Coupled to a Mass Spectrometer / S.G. Roussis, S.C. Andrew // Energy Fuels. – 1997. – V.11(4). – P.879-886. <https://doi.org/10.1021/ef960221j>. (In English).

11. Selection of Solvents for the Removal of Asphaltene – Resin - Paraffin Deposits / S. Tanirbergenova et al // Processes. – 2022. – V. 10. – P. 1262. <https://doi.org/10.3390/pr10071262>. (In English).
12. Podbor rastvoritelei dlya udaleniya asfal'tenosmoloparafinovykh otlozhenii / E.K. Ongarbaev i dr. // Vestnik natsional'noi inzhenernoi akademii RK. – 2022. – № 2(84). – С. 213-219. <https://doi.org/10.47533/2020.1606-146X.169>. (In Russian).
13. Chemical viscosity reduction of heavy oil by multi-frequency ultrasonic waves with the main harmonics of 20-60 kHz / A.V. Dengaev et al // Fluids. – 2023. –Т.8, № 4. – R.136. <https://doi.org/10.3390/fluids8040136>. (In English).

*Бұл зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитетінің бағдарламалық нысаналық қаржыландыру тақырыбының **BR24992915**, «Эластомерлі-, полимерлі-битумды байланыстырғыштар негізінде беріктілігі жоғары асфальтбетондар өндіру технологиясын әзірлеу және құрамында сұйық көміртегі бар қалдықтарды плазмохимиялық өңдеу» (2024-2026) аясында орындалды.*

С.К. Танирбергенава^{1,2}, А.Ж. Тагаева¹, Д.А. Тугелбаева^{2,*}, Н.К. Жылыбаева², З.А. Мансуров²

¹Алматинский технологический университет,
050012, Республика Казахстан, Алматы, ул.Толедина, 100

²РГП на ПХВ «Институт проблем горения»,
050012, Республика Казахстан, Алматы, ул.Богенбай батыра, 172

*e-mail: dilya.12@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАЗВУКА НА ПРОЦЕСС ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ ШЛАМОВ

Нефтешлам – вредные отходы, образующиеся в районах добычи нефти. Переработка нефтешламовых отходов является одной из актуальных проблем нефтяной и нефтехимической промышленности. В данной статье исследуется влияние ультразвука на образование светлых продуктов в процессе переработки нефтешлама.

В ходе исследования были изучены методы получения высококачественных продуктов из нефтешлама. Для обработки нефтяного шлама были выбраны растворители. Ультразвуковая обработка проводилась без использования растворителя для определения воздействия растворителей. Процесс перегонки отработанного нефтяного шлама проводился в аппарате Сокслет в диапазоне температур от 65°C до 250°C. Определено влияние различных параметров, таких как температура, время и соотношение растворителей, на качество процесса экстракции. Методом газовой хроматографии определен состав легких углеводородов, полученных при перегонке нефтешламов, растворенных в различных растворителях. В зависимости от полученных результатов в качестве растворителей выбраны смеси гептана: бензола и гептана: толуола в соотношении 1:1. Кроме того, представлены сравнительные результаты газохроматографических исследований компонентного состава нефтешлама и нефтешламов с растворителем после перегонки. Максимальный выход легких углеводородов достиг 40,9%, а ароматических углеводородов – 57,2%. В связи с этим нефтешламы можно рассматривать как сырье для производства светлых продуктов, как моторные топлива. Предложенная технология показала возможность получения товарного продукта из нефтешлама без потери летучих веществ. Также, было установлено, что этот процесс и получаемые в результате продукты не наносят вреда окружающей среде.

Ключевые слова: нефть, отходы нефтяного шлама, переработка, моторное топливо, ультимативная обработка.

S.K. Tanirbergenova^{1,2}, A.Zh. Tagayeva¹, D.A. Tugelbayeva^{2,*}, N.K. Zhylybayeva², Z.A. Mansurov²

¹Almaty Technological University,
050012, Republic of Kazakhstan, Almaty, 100, Toledina Str.

²Institute of Combustion Problems,
050012, Republic of Kazakhstan, Almaty, 172 Bogenbay Batyr Str.

*e-mail: dilya.12@mail.ru

STUDYING THE INFLUENCE OF ULTRASONIC TECHNOLOGY ON THE PROCESS OF REPRODUCTION OF OIL SLUDGE

Oil sludge is harmful waste generated in oil production areas. The processing of oil sludge is one of the urgent problems of the oil and petrochemical industry. This article examines the effect of ultrasound on the formation of light products during the processing of oil sludge.

In the course of the study, methods for obtaining high-quality products from oil sludge were studied. Solvents were selected for the treatment of oil sludge. Ultrasonic treatment was performed without the use of a solvent to determine the effect of solvents. The distillation of spent oil sludge was carried out in the Soxhlet apparatus in the temperature range from 65°C to 250°C. The influence of various parameters such as temperature, time, and solvent ratio on the quality of the extraction process has been determined. The composition of light hydrocarbons obtained by distillation of oil sludge dissolved in various solvents has been determined by gas chromatography. Depending on the results obtained, mixtures of heptane: benzene and heptane: toluene in a ratio of 1:1 were selected as solvents. In addition, comparative results of gas chromatographic studies of the component composition of oil sludge and oil sludge with solvent after distillation are presented. The maximum yield of light hydrocarbons reached 40.9%, and aromatic hydrocarbons – 57.2%. In this regard, oil sludge can be considered as raw materials for the production of light products, as motor fuels. The proposed technology has shown the possibility of obtaining a commercial product from oil sludge without loss of volatile substances. It has also been found that this process and the resulting products do not harm the environment.

Key words: oil, oil sludge waste, processing, motor fuel, and ultimum processing.

Авторлар туралы мәліметтер

Сандугаш Кудайбергеновна Танирбергенова – химия ғылымдарының кандидаты, «Жану проблемалары институты» ШЖҚ РМК, Алматы, Қазақстан.

Айсулу Жорабековна Тагаева – PhD докторант, АО «Алматы технологиялық университеті», Алматы, Қазақстан.

Дилдара Абдикадыровна Тугелбаева* – магистр, «Жану проблемалары институты» ШЖҚ РМК, Алматы, Қазақстан.

Нуржамал Кыдырханқызы Жылыбаева – химия ғылымдарының кандидаты, «Жану проблемалары Институты» ШЖҚ РМК, Алматы, Қазақстан.

Зулхаир Аймухаметович Мансуров – химия ғылымдарының докторы, профессор, «Жану проблемалары институты» ШЖҚ РМК, Алматы, Қазақстан.

Сведения об авторах

Сандугаш Кудайбергеновна Танирбергенова – кандидат химических наук, РГП на ПХВ «Институт проблем горения» КН МНВО, Алматы, Казахстан.

Айсулу Жорабековна Тагаева – PhD докторант, АО «Алматинский технологический университет», Алматы, Казахстан.

Дилдара Абдикадыровна Тугелбаева* – магистрант, РГП на ПХВ «Институт проблем горения» КН МНВО, Алматы, Казахстан.

Нуржамал Кыдырханқызы Жылыбаева – кандидат химических наук, РГП на ПХВ «Институт проблем горения» КН МНВО, Алматы, Казахстан.

Зулхаир Аймухаметович Мансуров – доктор химических наук, профессор, РГП на ПХВ «Институт проблем горения» КН МНВО, Алматы, Казахстан.

Information about the authors

Sandugash Tanirbergenova – Candidate of Chemical Sciences, RES on REM «Institute of Combustion Problems», Almaty, Kazakhstan.

Aisulu Tagayeva – PhD, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan.

Dildara Tugelbayeva* – master, RES on REM «Institute of Combustion Problems», Almaty, Kazakhstan.

Nurzhama Zhylybayeva – Candidate of Chemical Sciences, RES on REM «Institute of Combustion Problems», Almaty, Kazakhstan.

Zulkhair Mansurov – Doctor of Chemical Sciences, Professor, RES on REM «Institute of Combustion Problems», Almaty, Kazakhstan.

Редакцияға енуі 02.06.2025

Өңдеуден кейін түсуі 26.08.2025

Жариялауға қабылданды 27.08.2025