

**Ихсанов Қайырбек Айтжанұлы\*<sup>1</sup>**

техника ғылымдарының кандидаты,

Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университеті, Орал, Қазақстан,  
[ikhсанov\\_k@mail.ru](mailto:ikhсанov_k@mail.ru), ORCID ID: 0000-0003-4284-9048

**Сұлейменова Райхан Таупиховна<sup>2</sup>**

PhD доктор,

С.Өтебаев атындағы Атырау мұнай және газ университеті, Атырау, Қазақстан,  
[raikhan.suleimenova@aogu.edu.kz](mailto:raikhan.suleimenova@aogu.edu.kz), ORCID ID: 0000-0001-7995-5560

**Ихсанов Нұржан Қайырбекұлы<sup>3</sup>**

Магистрант,

Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университеті, Орал, Қазақстан,  
[ikhсанov.n.k@gmail.com](mailto:ikhсанov.n.k@gmail.com), ORCID ID: 0009-0008-1703-0085

**МҰНАЙ-ГАЗ КОНДЕНСАТТЫ КЕН ОРЫНЫ КӘСІПШІЛІГІНДЕ АҒЫНДЫ  
СУЛАРДЫ МҰНАЙ МЕН МҰНАЙ ӨНІМДЕРІНЕН ТАЗАРТУ ӘДІСТЕРІ**

**Аңдатпа.** Мұнай кәсіпшілік ағынды сулары – құрамында еріген көмірсутектер, механикалық қоспалар, беттік-белсенді заттар, ауыр металдар, табиғи радиоактивті элементтер, сондай-ақ бұрғылау мен өндіру кезінде қолданылатын әртүрлі химиялық реагенттер бар күрделі көпкомпонентті жүйелер болып табылады. Мақалада мұнай кәсіпшілік ағынды суларын (МКАС) тазарту тиімділігін анықтайтын факторларға жүйелі талдау жүргізілді, сондай-ақ негізгі технологиялық әдістерге: механикалық, физика-химиялық, биологиялық және мембраналық әдістерге салыстырмалы зерттеу жасалды. Мұнай өнімдері, қалқыма заттар, ауыр металдар, тұздар және органикалық қосылыстарды қоса алғанда, МКАС-тың негізгі ластаушы компоненттері қарастырылды. Мұнай өнімдерін жою дәрежесі бойынша әрбір әдістің тиімділігін бағалау жүргізілді. Тазарту тиімділігі қабат суларының құрамымен, қабат қысымымен, температурамен, рН және минералдануымен анықталатыны көрсетілді.

Ағынды сулар сапасының нормативтік көрсеткіштеріне қол жеткізу үшін аралас технологияларды қолдану қажеттілігі негізделген. Жоғары газ факторы бар жоғары күкіртті мұнай өндірумен сипатталатын Мұнай-газ-конденсатты кен орындары (МГККО) кәсіпшіліктері үшін тиімді операциялар тізбегі ұсынылады. Отандық кен орындарының жағдайына қатысты су тазарту жүйелерін оңтайландыру бойынша ұсыныстар ұсынылды.

**Кілт сөздер.** мұнай-газ конденсаты кен орны, мұнай кәсіпшілік ағынды сулары, қабат суы, тазарту әдістері, мембраналық технологиялар, флотация, электрохимиялық тотықтыру, мұнай құрамды ағындылар, су дайындау.

**Ихсанов Қайырбек Айтжанович\*<sup>1</sup>**

кандидат технических наук,

Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет, Уральск,  
Казахстан, [ikhсанov\\_k@mail.ru](mailto:ikhсанov_k@mail.ru), ORCID ID: 0000-0003-4284-9048

**Сулейменова Райхан Таупиховна<sup>2</sup>**

Доктор PhD,

Атырауский университет нефти и газа имени С. Утебаева, Атырау, Казахстан,  
[raikhan.suleimenova@aogu.edu.kz](mailto:raikhan.suleimenova@aogu.edu.kz), ORCID ID: 0000-0001-7995-5560

**Ихсанов Нуржан Кайрбекович<sup>3</sup>**

Магистрант,

Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет, Уральск,  
Казахстан, [ikhsanov.n.k@gmail.com](mailto:ikhsanov.n.k@gmail.com), ORCID ID: 0009-0008-1703-0085

## **МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ПРОМЫСЛЕ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**Аннотация.** Нефтепромысловые сточные воды представляют собой сложные многокомпонентные системы, содержащие растворенные углеводороды, механические примеси, поверхностно-активные вещества, тяжелые металлы, природные радиоактивные элементы, а также различные химические реагенты, применяемые при бурении и добыче. В статье проведен системный анализ факторов, определяющих эффективность очистки нефтепромысловых сточных вод (НСВ), а также проведено сравнительное исследование основных технологических методов: механического, физико-химического, биологического и мембранного. Были рассмотрены основные загрязняющие компоненты НСВ, включая нефтепродукты, взвешенные вещества, тяжелые металлы, соли и органические соединения. Проведена оценка эффективности каждого метода по степени удаления нефтепродуктов. Определено, что эффективность очистки определяется составом пластовой воды, давлением и температурой пласта, pH показателем и минерализацией воды.

Обоснована необходимость применения комбинированных технологий для достижения нормативных показателей качества сточных вод. Для промыслов нефтегазоконденсатных месторождений (НГКМ), характеризующихся добычей высокосернистой нефти с высоким газовым фактором, предлагается эффективная последовательность операций. Предложены рекомендации по оптимизации систем водоочистки относительно состояния отечественных месторождений.

**Ключевые слова.** нефтегазоконденсатное месторождение, нефтепромысловые сточные воды, пластовые воды, методы очистки, мембранные технологии, флотация, электрохимическое окисление, нефтесодержащие стоки, водоподготовка.

**Ikhsanov Kairbek Aitzhanovich<sup>\*1</sup>**

Candidate of Technical Sciences,

West Kazakhstan University of Innovation and Technology, Uralsk, Kazakhstan,  
[ikhsanov\\_k@mail.ru](mailto:ikhsanov_k@mail.ru), ORCID ID: 0000-0003-4284-9048

**Suleimenova Raykhan Taupihovna<sup>2</sup>**

Doctor of PhD,

Atyrau University of Oil and Gas named after S. Utebayev, Atyrau, Kazakhstan,  
[raikhan.suleimenova@aogu.edu.kz](mailto:raikhan.suleimenova@aogu.edu.kz), ORCID ID: 0000-0001-7995-5560

**Ikhsanov Nurzhan Kairbekovich<sup>3</sup>**

Master's student,

West Kazakhstan University of Innovation and Technology, Uralsk, Kazakhstan,

[ikhsanov.n.k@gmail.com](mailto:ikhsanov.n.k@gmail.com), ORCID ID: 0009-0008-1703-0085

## **METHODS FOR TREATING OILFIELD WASTEWATER CONTAMINATED WITH OIL AND PETROLEUM PRODUCTS AT AN OIL AND GAS CONDENSATE FIELD**

**Abstract.** Oilfield wastewater is a complex multicomponent system containing dissolved hydrocarbons, mechanical impurities, surfactants, heavy metals, natural radioactive elements, as well as various chemical reagents used in drilling and production. This paper presents a systematic analysis of the factors determining the efficiency of oilfield wastewater treatment and a comparative study of the principal treatment technologies, including mechanical, physicochemical, biological, and membrane-based methods. The main contaminants of oilfield wastewater were examined, including petroleum hydrocarbons, suspended solids, heavy metals, dissolved salts, and organic compounds. The treatment efficiency of each method was evaluated in terms of the degree of petroleum product removal.

The study established that treatment performance is significantly influenced by the composition of produced water, reservoir pressure and temperature, pH level, and water mineralization. The necessity of applying integrated and combined treatment technologies to achieve regulatory wastewater quality standards was substantiated.

For oil and gas condensate fields characterized by the production of high-sulfur crude oil and a high gas-oil ratio, an effective sequence of treatment operations is proposed. Recommendations for optimizing water treatment systems under the conditions of domestic oil and gas fields are also presented.

**Keywords.** oil and gas condensate field; oilfield wastewater; produced water; wastewater treatment methods; membrane technologies; flotation; electrochemical oxidation; oil-contaminated effluents; water treatment.

**Кіріспе.** Мұнай мен газды өндіру суды көп қажет ететін өндірістік процестердің бірі болып табылады: өндірілген мұнайдың әр барреліне орта есеппен 3-тен 10 баррельге дейін өндірілген қабат суы келеді. Әлемдік бағалаулар бойынша, мұнай кәсіпшілігі ағынды сулардың (КӘС) жылдық көлемі тәулігіне 250 млн баррельден асады, бұл оларды әлемдегі ең ірі өнеркәсіптік ағынды сулардың біріне айналдырады [1].

Мұнай мен табиғи газды өндіру ластанған ағынды сулардың едәуір көлемінің пайда болуымен тығыз байланысты. Мұнай-газ-конденсатты кен орындарының (МГККО) кәсіпшіліктерінде көмірсутек шикізатын өндіру, тасымалдау және бастапқы дайындау процесінде 50-ден 5000 мг/л және одан жоғары концентрацияда еріген және эмульсияланған мұнай өнімдері бар қабат, жауын-шашын және технологиялық сулар түзіледі [2].

Құрамында мұнай бар ағын суларды тазарту проблемасы Қазақстан Республикасының табиғат қорғау заңнамасын қатаңдату жағдайында ерекше өзектілікке ие болады. Қолданыстағы нормаларға сәйкес, ағызылатын сулардағы мұнай өнімдерінің рұқсат етілген мөлшері су объектісінің санатына байланысты 0,05-0,3 мг/л аспауы тиіс [3]. Мұндай қатаң талаптар суды дайындаудың көп сатылы және жоғары тиімді технологияларын қолдану қажеттілігін анықтайды.

Қазақстанның кен орындары — бірінші кезекте Теңіз, Қашаған және Қарашығанақ — қабаттық сулардың аса жоғары минералдануымен (350 г/л дейін) және күкіртті

сутегінің жоғары құрамымен сипатталады, бұл өңірді су дайындау тұрғысынан неғұрлым технологиялық жағынан күрделі қатарға қояды [4].

Бұл жұмыстың мақсаты МГККО кәсіпшілігі жағдайында қолданылатын ағынды суларды мұнай мен мұнай өнімдерінен тазарту әдістерін жүйелеу және салыстырмалы талдау, сондай-ақ тазартудың оңтайлы технологиялық схемаларын негіздеу болып табылады.

**Зерттеу материалдары мен әдістері.** Мұнай кәсіпшілігінің ағынды сулары құрамы мен шығу тегі бойынша бірнеше санатқа бөлінеді. Көмірсутектермен бірге ілесіп өндірілетін қабат сулары, өндірілген мұнайдың 1 тоннасына 0,5-тен 10 м<sup>3</sup>-ке дейін келетін ең үлкен көлемді құрайды. Олар жоғары минералданумен (10-350 г/л) және эмульсияланған мұнай өнімдерінің едәуір мөлшерімен сипатталады. Технологиялық ағынды сулар жабдықты жуу, дренаждық операциялар және апаттық төгілулер кезінде пайда болады. Балық аулау аумағынан жер үсті ағыны атмосфералық жауын-шашын салдарынан мұнай өнімдерімен ластанған [5].

Болу нысаны бойынша ағынды сулардағы мұнай өнімдері келесі жағдайларда болады:

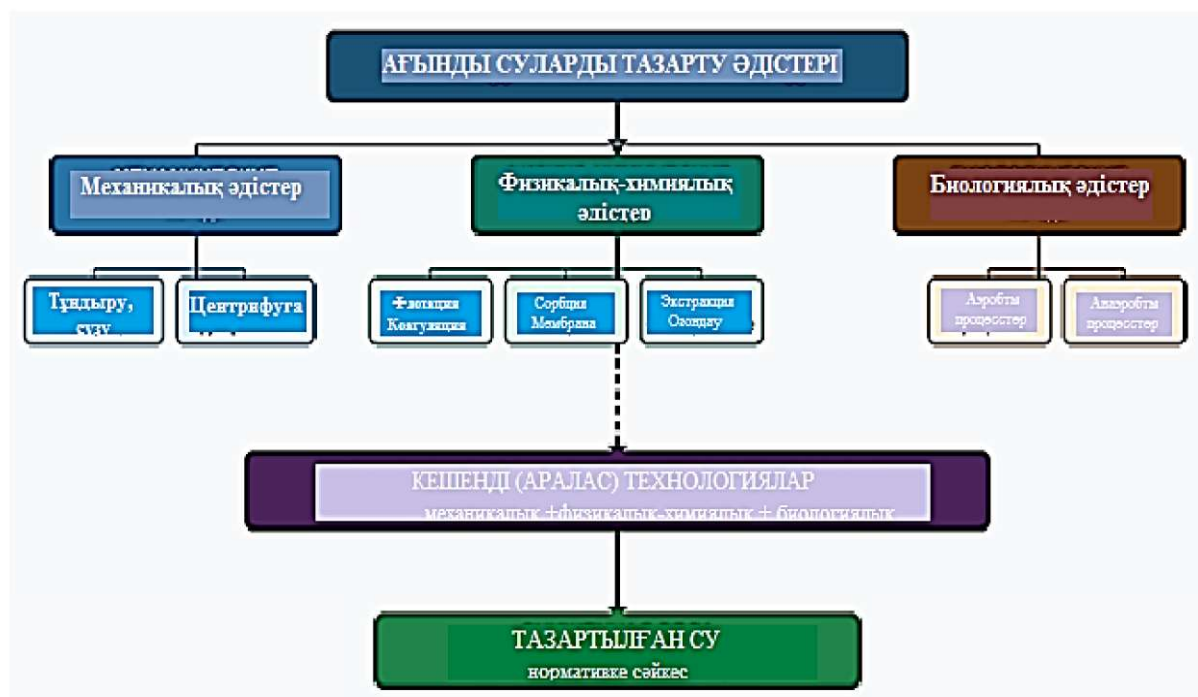
- ірі дисперсті мұнай (тамшылар диаметрі > 100 мкм) - механикалық әдістермен жойылады;

- жұқа дисперсті мұнай (10-100 мкм) - флотация немесе коагуляцияны қолдануды қажет етеді;

-эмульсияланған мұнай (0,1-10 мкм)-физика-химиялық әдістермен жойылады;

- срігін мұнай өнімдері (< 0,1 мкм) — сорбциялық немесе биологиялық тазартуды қажет етеді.

Құрамында мұнайы бар ағынды суларды тазартудың қолданыстағы әдістері процестердің физикалық мәні бойынша үш негізгі топқа жіктеледі: механикалық, физика-химиялық және биологиялық (1-сурет). Іс жүзінде барлық үш топтың әдістерін біртұтас көп сатылы жүйеге біріктіретін кешенді технологиялар кеңінен қолданылды.



1 сурет - Мұнай кәсіпшілігіндегі ағынды суларды тазарту әдістерінің жіктелуі

Негізгі тазалау әдістерінің сипаттамасы.

*Механикалық әдістер.* Механикалық әдістер эмульсияның фазаларын гравитациялық бөлуге және сүзуге негізделген. Мұнай ұстағыштар - мұнай жинайтын құбырлары бар көлденең тұндырғыштар - бос мұнайды ұстауды қамтамасыз етеді. Әдістің тиімділігі  $0,5-1,5 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{сағ})$  меншікті гидравликалық жүктеме кезінде мұнай өнімдері бойынша 40-70% құрайды [6]. Тұндыру тиімділігін арттыру үшін ғимараттардың ауданын 3-5 есе қысқартуға мүмкіндік беретін жұқа қабатты модульдер қолданылады.

Центрифугалау және гидроциклондар  $5-50 \text{ м}^3/\text{сағ}$  өнімділікте жоғары концентрацияланған эмульсияларды өңдеу үшін қолданылады. Гидроциклондардағы бөлу факторы 1000-2000 г дейін жетеді, бұл 20 мкм мұнай бөлшектерінің бөлінуін қамтамасыз етеді.

*Физика-химиялық әдістер.* Флотация - жұқа мұнай өнімдерін жоюдың ең кең таралған әдісі. Бұл әдіс мұнай бөлшектерінің ауа көпіршіктеріне жабысуына және пайда болған қосылыстардың қалқып шығуына негізделген. Арынды флотация (АФ) су көлемінің 0,2-0,5% мөлшеріндегі ауа шығыны кезінде, тиімділікті 85-97% қамтамасыз етеді [7]. Қанықтыру қысымы 0,3-0,6 МПа, көпіршіктердің мөлшері 20-100 мкм.

Коагуляция және флокуляция жұқа дисперсті эмульсияларды тұрақсыздандыру үшін қолданылады. Коагулянттар ретінде 50-200 мг/л мөлшерде алюминий сульфаты  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  немесе темір хлориді  $\text{FeCl}_3$  қолданылады. Полиакриламид негізіндегі флокулянттар 0,5-5 мг/л дозада енгізіледі және тұндыру немесе флотация кезінде оңай бөлініп алынатын ірі үлпектердің пайда болуын қамтамасыз етеді.

Сорбциялық әдістер тазартудың соңғы кезеңінде қолданылады. БАУ, КАУ маркалы белсендірілген көмір мұнай өнімдерінің қалдық концентрациясының 0,05-0,1 мг/л дейін төмендеуін қамтамасыз етеді. Мұнайдың меншікті адсорбциялық сыйымдылығы 150-400 мг/г құрайды. Перспективалы сорбенттер ретінде табиғи цеолиттер, опоктар және модификацияланған органикалық саздар қарастырылады.

Мембраналық технологиялар - ультрафилтрация (УФ), нанофилтрация (НФ) және кері осмос (КО) — тазартудың ең жоғары дәрежесін (98-99,9%) қамтамасыз етеді. Жұмыс қысымы УФ үшін 0,1-0,5 МПа және КО үшін 1-8 МПа құрайды. Бұл технологияның негізгі кемшілігі - мембраналық элементтердің жоғары құны және суды алдын ала тазарту қажеттілігі [8].

*Биологиялық әдістер.* Биологиялық тазарту микроорганизмдердің — *Pseudomonas*, *Rhodococcus*, *Bacillus*, *Nocardia* тұқымдас мұнай тотықтырғыш бактерияларының аэробты және анаэробты жағдайда көмірсутектерді ыдырату қабілетіне негізделген. Белсенді шламы бар аэротенктер қалдық мұнай өнімдерінің 0,3 мг/л-ден аз концентрацияға дейін тотығуын қамтамасыз етеді.

Биологиялық әдістер мұнай өнімдерінің концентрациясы 50 мг/л-ге дейін болған жағдайда тиімді және механикалық және физика-химиялық операциялардан кейін тазартудың соңғы сатысы ретінде ұсынылады. Аэротенкте судың болу уақыты 6-24 сағатты, тұнба мөлшері 2-5 г/л құрайды.

**Нәтижелер және оларды талқылау.** Мұнай-газ конденсаты кен орыны кәсіпшілігі үшін, суды ластаушы заттардан тізбекті түрде тазартуды қамтамасыз ететін, көп сатылы тазарту сұлбасы ұсынылады (2-сурет). Әрбір кезең, тазалауға кіретін сулардың құрамын және тазартылған судың сапасына қойылатын нормативтік талаптарды ескере отырып әзірленеді.



2 сурет - Мұнай-газ конденсаты кен орнының ағынды суларын көп сатылы тазартудың принциптік технологиялық сұлбасы

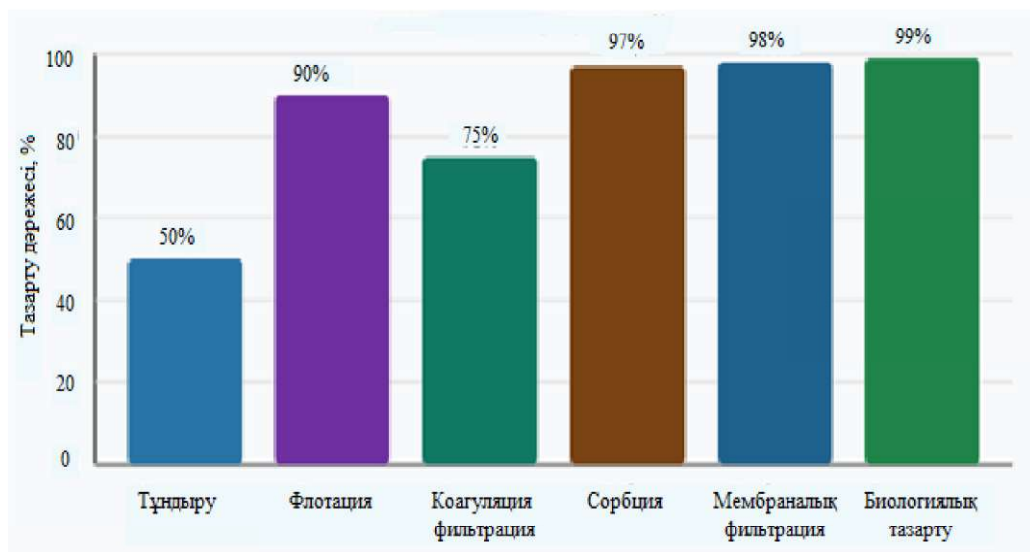
Ұсынылған сұлба мынадай негізгі блоктарды қамтиды: құм аулағышында және мұнай ұстағышында алдын ала механикалық тазалау (1-2-ші сатылар); реагенттерді дозалаумен флотациялық тазалау (3-4-ші сатылар); белсендірілген көмірде сорбциялық толық тазалау (5-ші саты); тұнбаны рециркуляциялаумен аэротенкте биологиялық толық тазалау (6-саты). 1-4-ші сатыларда бөлінетін мұнай шламы термиялық өңдеу немесе биоремедиация қондырғысына жіберіледі.

1-кестеде қарастырылған тазарту әдістерінің негізгі технологиялық және экономикалық көрсеткіштері келтірілген.

1-кесте - Ағынды суларды тазарту әдістерінің салыстырмалы сипаттамалары

Тазарту әдісі	Тазалау дәрежесі, %	Өнімділігі, м <sup>3</sup> /сағ	Ажыратылған фракция	Құны, шартты бірлік/м <sup>3</sup>	Ескерту
Тұндыру (мұнайұстағыш)	40-70	50-500	Тұтқыр мұнай	0,05-0,2	1-ші саты
Центрифугалау/ гидроциклон	50-80	5-50	Дисперсті мұнай	0,5-2,0	1-2-ші саты
Арынды флотация	85-97	10-200	Ұсақ дисперсті мұнай	0,8-3,0	2-3-ші саты
Коагуляция / флокуляция	70-90	20-300	Эмульсияланған мұнай	0,3-1,5	2-3-ші саты
Белсенді көмірмен сүзу	95-99	5-100	Эмульсия, БӨЗ	2,0-8,0	Толық тазалау
Мембраналық сүзгілеу (УФ/НФ)	97-99,9	1-50	Еріген фракция	5,0-20,0	Терең тазалау
Биологиялық тазалау (аэротенк)	97-99	10-500	Еріген мұнай, БӨЗ	1,5-5,0	Соңғы тазалау

3-суретте мұнай өнімдерін жою дәрежесі бойынша әдістердің тиімділігін графикалық салыстыру көрсетілген.



3-сурет-Ағынды суларды мұнай өнімдерінен тазарту әдістерінің салыстырмалы тиімділігі

Жүргізілген талдау нәтижелері қаралған әдістердің ешқайсысы су объектілеріне лақтыру немесе қабат қысымын ұстап тұру үшін қабатқа айдау кезінде тазартылған су сапасының нормативтік көрсеткіштеріне қол жеткізуді қамтамасыз ете алмайтындығын көрсетеді. Бұл мұнай кәсіпшілігінің ағынды суларының көп компонентті құрамына және су құрамындағы мұнай өнімдерінің әртүрлі формаларының айырмашылығына байланысты болады.

Жоғары газ факторы бар жоғары күкіртті мұнай өндірумен сипатталатын Батыс Қазақстан МГККО кәсіпшіліктері үшін мынадай операциялар тізбегі ұсынылады: тік мұнай ұстағыштардағы механикалық тазарту → коагулянтты дозалаумен арынды флотация → сорбциялық толық тазарту → нитрификациямен биологиялық тазарту.

Осындай кешенді сұлбаны қолдану мынадай көрсеткіштерге қол жеткізуге мүмкіндік береді: мұнай өнімдерінің қалдық құрамы — 0,1 мг/л-ден кем; шөгінді заттар — 3 мг/л-ден кем; оттегінің химиялық тұтынуы (ОХТ) - 30 мгО<sub>2</sub>/л-ден кем.

Аталған көрсеткіштер ҚР Экологиялық кодексінің (2021) талаптарына және ISO 14001 Қоршаған ортаны басқару жүйесінің стандарттарына сәйкес келеді [9].

Әртүрлі өндірістік қондырғыларда мұнай-су эмульсияларының түзілуі мұнай өңдеушілер үшін көптеген қиындықтар туғызады. Судың-мұнайдың эмульсиялары мен аралық қабат эмульсияларын бұзу үшін глобула суының бетінде пайда болған берік фазааралық адсорбциялық қабатты жою қажет, бұл үшін процесті бұзудың белсенділік энергиясының тосқауылын ескеру керек [10].

Қабаттық қысымды ұстап тұру жүйесінде тазартылған суды толық пайдаға жаратуды көздейтін нөлдік сұйық лақтыру (Zero Liquid Discharge, ZLD) технологияларын енгізу перспективалы бағыт болып табылады. Бұл кен орнын сумен жабдықтау мәселелерін бір уақытта шешуге және қоршаған ортаға ластаушы заттардың төгілуін болдырмауға мүмкіндік береді.

**Қорытынды.** Мақалада мұнай-газ конденсатты кен орындарының кәсіпшілік жағдайларына қатысты ағынды суларды мұнай мен мұнай өнімдерінен тазарту әдістеріне жүйелі талдау жүргізілді. Талдау нәтижесінде мыналар анықталды:

- механикалық әдістер (мұнай ұстағыштар, гидроциклондар) мұнай өнімдерінің 40-80% жоюды қамтамасыз етеді және тазартудың бастапқы сатыларында қолданылады;
- физика-химиялық әдістер (флотация, коагуляция, сорбция, мембраналық технологиялар) тазарту дәрежесін 95-99,9% дейін жеткізуге мүмкіндік береді;
- биологиялық әдістер 0,1 мг/л-ден аз мұнай өнімдерінің қалдық концентрациясын қамтамасыз ете отырып, нормативтік көрсеткіштерге дейін толық тазарту үшін ең тиімді болып табылады;
- МГККО кәсіпшілігі үшін оңтайлы шешім нақты ағынды сулардың құрамына бейімделген көп сатылы аралас технологияларды қолдану болып табылады.

Ұсынылған техникалық шешімдер Қазақстанның мұнай кәсіпшіліктеріндегі су тазарту жүйелерін жобалау және қайта жаңғырту кезінде, сондай-ақ кен орындарының экологиялық паспорттарын әзірлеу кезінде пайдаланылуы мүмкін.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Fakhru'l-Razi A., Pendashteh A., Abdullah L.C. et al. Review of technologies for oil and gas produced water treatment // *J. Hazard. Mater.* 2009. Vol. 170. P. 530–551.
2. Мазлова Е.А., Мещеряков С.В. Проблемы утилизации нефтяных шламов. — М.: Техника, 2019. — 56 с.
3. Экологический кодекс Республики Казахстан от 2 января 2021 года № 400-VI ЗРК. — Нур-Султан, 2021.
4. Sharipov A., Abdrakhmanov N., Sakhibgareev S. Characteristics of formation waters of Tengiz field and challenges for treatment // *Pet. Chem.* 2021. Vol. 61. No. 8. P. 890–899.
5. Алтунина Л.К., Кувшинов В.А. Нефтяные дисперсные системы и методы их разрушения // *Нефтехимия.* — 2018. — Т. 58. — № 3. — С. 310–317.
6. Абрамов В.О., Лисецкий В.Н. Применение ультразвука для интенсификации процессов очистки нефтесодержащих сточных вод // *Водоснабжение и санитарная техника.* — 2020. — № 7. — С. 18–24.
7. Проскуряков В.А., Шмидт Л.И. Очистка сточных вод в химической промышленности. — Л.: Химия, 2017. — 464 с.
8. Чернова Н.Е., Жук Е.Г. Мембранные технологии в нефтепромысловой водоподготовке // *Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе.* — 2021. — № 4. — С. 45–52.
9. ISO 14001:2015. Environmental management systems — Requirements with guidance for use. — Geneva: ISO, 2015.
10. Мұқамбетқалиева А.Н., Бисенғалиев М.Д., Ихсанов К.А. Мұнай өңдеудегі деэмульгаторлардың маңызы мен қолданудың тиімді әдістеріне шолу // *Қазақстанның мұнай-газ саласының хабаршысы.* 2025. 7 том, №4, 72-90б. DOI: [10.54859/kjogi108904](https://doi.org/10.54859/kjogi108904)  
<https://vestnik-ngo.kz/2707-4226/article/view/108904>.

### REFERENCES

1. Fakhru'l-Razi, A., Pendashteh, A., Abdullah, L. C. et al. Review of technologies for oil and gas produced water treatment // *J. Hazard. Mater.* – 2009. – Vol. 170. – P. 530–551.
2. Mazlova, E. A., Meshcheryakov, S. V. Problemy utilizacii neftyanyh shlamov. [Problems of oil sludge utilization.]. – М.: Tehnika, (2019): – 56 s. – (In Rus)

3. Ekologicheskij kodeks Respubliki Kazahstan ot 2 yanvarya 2021 goda № 400-VI ZRK. [Environmental Code of the Republic of Kazakhstan dated January 2, 2021 No. 400-VI ZRK.]. – Nur-Sultan, (2021): – (In Rus)
4. Sharipov, A., Abdrakhmanov, N., Sakhibgareev, S. Characteristics of formation waters of Tengiz field and challenges for treatment // *Pet. Chem.* – 2021. – Vol. 61, No. 8. – P. 890–899.
5. Altunina, L. K., Kuvshinov, V. A. Neftyanye dispersnye sistemy i metody ih razrusheniya // *Neftehimiya*. [Petroleum disperse systems and methods of their destruction // *Petroleum Chemistry*.]. – (2018): – T. 58, № 3. – S. 310–317. – (In Rus)
6. Abramov, V. O., Liseckij, V. N. Primenenie ul'trazvuka dlya intensivatsii processov ochistki neftesoderzhashchih stochnyh vod // *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tehnika*. [Application of ultrasound for intensification of treatment processes of oily wastewater // *Water Supply and Sanitary Technique*.]. – (2020): – № 7. – S. 18–24. – (In Rus)
7. Proskuryakov, V. A., Shmidt, L. I. Ochistka stochnyh vod v himicheskoy promyshlennosti. [Wastewater treatment in the chemical industry.]. – L.: Himiya, (2017): – 464 s. – (In Rus)
8. Chernova, N. E., Zhuk, E. G. Membrannye tehnologii v neftepromyslovoj vodopodgotovke // *Zashchita okruzhayushchej sredy v neftegazovom komplekse*. [Membrane technologies in oilfield water treatment // *Environmental Protection in the Oil and Gas Complex*.]. – (2021): – № 4. – S. 45–52. – (In Rus)
9. ISO 14001:2015. Environmental management systems — Requirements with guidance for use. — Geneva: ISO, 2015.
10. Muqambetkalieva, A. N., Bisengaliev, M. D., Ihsanov, K. A. Munaj ongdeudegi deemul'gatorlardyn manizy men qoldanudyn tiimdi adisterine sholu // *Qazaqstannyn munaj-gaz salasynyn habarshysy*. [Review of the importance of demulsifiers in oil refining and effective methods of application // *Bulletin of the Oil and Gas Industry of Kazakhstan*.]. – 2025. – 7 tom, № 4. – B. 72-90. <https://doi.org/10.54859/kjogi108904> – (In Kaz)