

БИТУМ ЗАУЫТЫНЫҢ САРҚЫНДЫ СУЛАРЫН ТАЗАЛАУ



А.Қ. СЕРІКБАЕВА,
техника ғылымдарының
кандидаты, профессор,
akmaral.serikbayeva@yu.edu.kz



Л.С. ТАЙЖАНОВА,
экология магистрі, докторант,
lyailim.taizhanova@yu.edu.kz

«Ш. ЕСЕНОВ АТЫНДАҒЫ КАСПИЙ ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ЖӘНЕ ИНЖИНИРИНГ УНИВЕРСИТЕТІ»

Қазақстан Республикасы, 130000, Ақтау қаласы, 32 шағын аудан

Мұнай өнімдерін өңдеу зауыттарының сарқынды сулары қоршаған орта мен адам денсаулығына уытты және қауіпті болып саналады, өйткені олардың құрамы күрделі, уақыт өте өзгерістерге ұшырау арқылы басқа да қосылыстар түзуге қабілетті, ал органикалық қосылыстардың көпшілігінің тұрақты болуы, химиялық байланыстардың беріктігі оларды биологиялық және химиялық жолмен тотықтырып ыдыратуды қиындататындығы сөзсіз. Тазарту станциялары механикалық, физика-химиялық және биологиялық тазарту сатыларынан тұрады. Көп жағдайларда осы тазарту әдістерінің комбинациясының өзі суды қажетті деңгейде тазарта алмайды. Судың бірден-бір шығындық ресурс екенін ескерсек, оны қойылған талаптарға сай тазартып қана қоймай, басқа да қажетті салаларға пайдалану мақсатында тазарту әдістерін жаңарту маңызды.

Қарастырылып отырған мәселе Ақтау қаласының битум өңдеу зауытының сарқынды суларын тазартуға бағытталған. Мақалада Битум зауытының сарқынды суын реагентсіз гелиокондырғыда буландыру процессінің зерттеу нәтижелері келтірілген. Зертханалық тәжірибелер төменгі температурада және қысымда сарқынды суды айдау арқылы тазалау мүмкіндігін көрсетті.

Битум зауытының сарқынды суын реагентсіз тазалаумен қатар бағалы металдарды бөліп алу көзі ретінде де қарастыруға болады.

ТҮЙІН СӨЗДЕР: сарқынды су, гелиокондырғы, буландыру, уытты элементтер, тазалау, дистилляция, конденсат.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД БИТУМНОГО ЗАВОДА

А.К. СЕРИКБАЕВА, кандидат технических наук, профессор, akmaral.serikbayeva@yu.edu.kz
Л.С. ТАЙЖАНОВА, магистр экологии, докторант, lyailim.taizhanova@yu.edu.kz

НАО «КАСПИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИИ И ИНЖИНИРИНГА
 ИМ. Ш. ЕСЕНОВА»

Республика Казахстан, 130000, г. Актау, 32 мкр.

Сточные воды нефтеперерабатывающих заводов считаются токсичными и опасными для окружающей среды и здоровья человека, поскольку их состав сложен, они способны образовывать другие соединения, претерпевая изменения с течением времени, а постоянство большинства органических соединений, прочность химических связей, несомненно, затрудняют их биологическое и химическое окисление и разложение. Очистные станции состоят из этапов механической, физико-химической и биологической очистки. В большинстве случаев даже комбинация этих методов очистки не может очистить сточную воду до необходимого уровня. Учитывая, что вода является единственным расходным ресурсом, важно не только очищать ее в соответствии с предъявляемыми требованиями, но и усовершенствовать методы очистки с целью использования в других необходимых отраслях.

Рассматриваемый вопрос направлен на очистку сточных вод битумоперерабатывающего завода г. Актау. В статье приводятся результаты исследования процесса испарения сточных вод битумного завода в гелиоустановке без реагентов. Лабораторные эксперименты показали возможность очистки сточных вод путем дистилляции при более низких температурах и давлениях.

Наряду с очисткой сточных вод битумного завода без реагентов можно рассмотреть и как источник выделения драгоценных металлов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сточные воды, гелиоустановки, испарения, токсичные элементы, очистка, дистилляция, конденсат.

BITUMEN PLANT WASTEWATER TREATMENT

A.K SERIKBAYEVA., Candidate of technical Sciences, Professor, akmaral.serikbayeva@yu.edu.kz
L.S. TAIZHANOVA, Master of Ecology, doctoral student, lyailim.taizhanova@yu.edu.kz

NJSC "CASPIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND ENGINEERING
 NAMED AFTER SH. YESSENOV"

32 mcr, Aktau, 130000, Republic of Kazakhstan

Wastewater from oil refineries is considered toxic and dangerous to the environment and human health, because their composition is complex, they are capable of forming other compounds, undergoing changes over time, and the constancy of most organic compounds, the strength of chemical bonds, undoubtedly complicate their biological and chemical oxidation and decomposition. Treatment plants consist of stages of mechanical, physico-chemical and biological treatment. In most cases, even a combination of these purification methods cannot purify the water to the required level. Considering that water is the only consumable resource, it is important not only to purify it in accordance with the requirements, but also to update the purification methods for use in other necessary industries.

The issue under consideration is aimed at wastewater treatment of the Aktau bitumen processing plant. The article presents the results of a study of the evaporation of wastewater from a bitumen plant in a solar installation without reagents. Laboratory experiments have shown the possibility of wastewater treatment by distillation at lower temperatures and pressures.

Along with the wastewater treatment of a bitumen plant without reagents, it can also be considered as a source of the release of precious metals.

KEY WORDS: wastewater, solar installations, evaporation, toxic elements, purification, distillation, condensate.

Кіріспе. Суды көп мөлшерде тұтынатын саланың бірі-мұнай өнеркәсібі. Мұнай өнеркәсібінің сарқынды сулары жоғары рН >7, жоғары ОБҚ >30 мг/л, жоғары ОХҚ >125 мг/л және жоғары >30 мг/л тұрақты эмульсия мен суспензияның мөлшерімен сипатталады [1]. Дәстүрлі түрде мұнай өнеркәсібінің сарқынды сулары механикалық, физика-химиялық және биологиялық әдістермен тазартылады [2-7]. Дегенмен, аталған әдістер ақаба су құрамындағы мұнай өнімдерінің концентрациясын керекті стандарттарға дейін төмендете алмайды [8]. Сондықтан, көбінесе тазартудың соңғы сатысында судағы ластаушы компоненттер фондық концентрацияға жеткізіліп табиғи булану тоғандарына төгуді камтиды, онда судың булануы және шөгінді тұздардың жиналуы жүреді [9].

Мақалада Маңғыстау өңірінің битум өндірісінің сарқынды суларын гелиоқондырғыда тазартудың нәтижелері келтірілген.

Маңғыстау облысында қазіргі таңда жазғы айларда су тапшылығына байланысты тоғандағы суды қала ішін көгалдандыруға немесе бақша өсімдіктерін өсіруге және ауыл шаруашылығы жем шөп өсіру мақсатында қолдану маңызды.

Гелио қондырғыны таңдау Маңғыстау өңірінің күн потенциалымен негізделеді [10, 11], онда ашық күндердің ұзақтығы жылына үш жүзге жуық, сондай-ақ суды тазартудың бұл тәсілі қымбат химиялық қосылыстар мен материалдарға (мембраналар, иониттер, сорбенттер және т.б.) қажеттілікті азайту болып табылады.

Битум зауытында сарқынды суларды тазалау әдісі мұнай өнімдеріне қатысты тиімсіз болғандықтан суды тазалаудың жасыл технологияларының бірі күн энергиясын пайдалану арқылы тұздардан айыру ары қарай озондау әдісі зерттелді.

Зерттеу нысандары мен әдістері. Күн энергиясымен тұссыздандырудың негізгі үрдісі булану болып келеді. Буландыру жүзеге асыру үшін тәжірибені жүргізу барысында зертханалық қондырғы жинақталып буландыруды негізге ала отырып эксперименттер жүргізілді. Зерттеу жұмысын жүргізу үшін сарқынды судың тазалауға дейінгі алғашқы этаптағы құрамы ешқандай тазалаудан өтпеген су алынды. Судың сыртқы сипатты сәл лайланған күйде және жағымсыз өзіне тән органиканың иісі бар. Тәжірибелік суды алып оны сүзгі қағазын пайдалана отырып судың ішіндегі ұсақ қалқыма бөлшектерді сүзіліп алынды. Алғашқы булану 100°C температурада басталған болатын процесі бақылай отырып булану 47 минутта алғашқы бу пайда бола бастады. Булану үдерісі жүргізілген қондырғылар тізбегі *I-суретте* көрсетілген.

Алғашқы булану процесі пайда болу уақытын анықтаған соң температураны 100 °C-тан 70 °C-қа төмендетілді. Әрбір булану температурасында конденсацияланған сулар арнайы ыдыста жиналып отырды. Осылайша 70 °C-та булану процесі 2 сағатты құрады, яғни өзіне қажетті температураны сақтап алған соң булану жүре бастайды. Негізгі өлшем ретінде алынған 400-мл сарқынды судан 300 мл көлемінде конденсат су алынды. Бұл жердегі су көлемінің ауытқуына негізгі әсер температураның өзгерісі және де кері клапанның өзіне тарту күшіне байланысты болды.

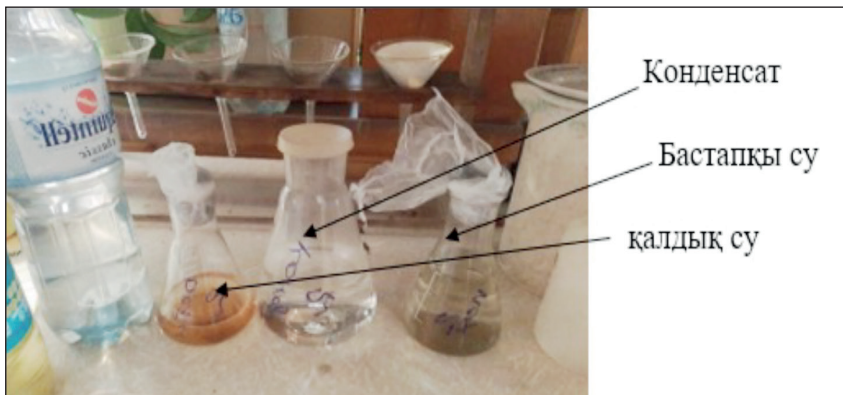


Сурет 1 - Сарқынды суды буландыруға арналған қондырғылар тізбегі

Нәтижелер және оларды талқылау. Алғашқы кезең бойынша алдын ала зертханалық тәжірибе нәтижелері *1-ші кестеде* берілген. Тәжірибе нәтижесінде алынған конденсат, бастапқы су және буланудан кейін қалған текше қалдықтың жалпы көрінісі *2-ші суретте* берілген.

Кесте 1 - Зертханалық буландырыштағы зерттеу нәтижелері

№	Бастапқы сарқынды су, мл	Дистилляция жүру параметрлері				Шыққан су, мл	
		t, °C	P, кПа	P, мм. с.б.	t, мин	конденсат	қалдық
1	400	70	30	225	120	300	100
2	400	60	20	157	125	300	100
3	400	55	15	112	128	300	100



Сурет 2 - Түзілген сулардың сыртқы көрінісі

Гелиокондырғыда жүретін дистилляциялану үдерісін имитациялайтын зертханалық айналмалы буландырғыш секілді қондырғыда сарқынды судың тазартудың технологиялық параметрлері зерттелді. Булану температурасын (55-70 °C- ты) және қысымды негізге ала отырып тәжірибелер жүргізілді.

Зерттеу жұмыстары судың құрамындағы минералдық құрамына ғана емес оның элементтік құрамына, яғни ауыр, уытты металдарға да жасалды (2-кесте).

Кесте 2 - Ақаба судың құрамындағы элементтердің мөлшері, мг/л

Li	Al	V	Cr	As	Se	Sr	Cd	Ba	Pb	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Мұнай өнімдері
0,2	0,01	0,01	0,725	0,65	0,422	61,2	0,01	15,9	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,84

Тазартылған судың құрамында уытты элементтерге тоқталу маңызды, себебі олардың мөлшері көп болған жағдай бақша өсімдіктерін өсірген кезде су арқылы, қоректік тізбек негізінде, жемістеріне өтіп кету қауіпі туындатуы мүмкін.

Кестеден көрініп тұрғандай сарқынды су құрамында мышьяк секілді уытты металдың едәуір мөлшері және критикалық қажетті бағалы металдар литий мен ванадий кездесетіні анықталды. Мұнай өнімдерінің мөлшері 0,84 мг/дм³ құрайды.

Су тазарту технологиясын жасақтауды осы элементтерді мүмкіндігінше бөліп алудың кешенді шешімі қарастырылды.

Зертханалық қондырғыда буландыру әдісімен зерттеу нәтижелері, яғни тазартылған су (конденсат) пен қалдық судың құрамы 3-кестеде көрсетілген.

Кесте 3 - Сарқынды суды зертханалық қондырғыда буландыру нәтижесі

№	Сынамалар	Анықталатын элементтердің массалық үлесі, мг/л											
		Al	V	Li	Cu	As	Pb	Zn	Fe	Mn	Ni	Co	Cd
1	Бастапқы	396	0.806	7,98	6,23	0,286	0.740	13.1	409	72.0	2.31	0.292	т/ж
2	конденсат	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,08	<0,01	0,01	0,06	<0,01	<0,01	<0,01	т/ж
3	Қалдық су	155	3,23	30,2	24,92	0,88	0,48	52,4	163	265	9,4	1,2	т/ж
4	2-ші айдау конденсаты	<0,01	<0,01	<0,2	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	т/ж
5	2-ші айдау қалдық суы	<0,01	<0,01	<0,2	-	2,23	0,38	0,01	-	-	-	-	-

Сарқынды суды буландыру төменгі 30-60 °C температурада және 15-30 Па қысымда жүргізілді [12]. Бұл жерде бірінші реттегі алынған конденсатты екінші рет қайта буландыру кезінде судың құрамындағы элементтердің құрамы азайғандығы және жойылып кеткендігін байқалады.

Зертханалық эксперименттер нәтижелеріне сүйене отырып, қоршаған ортаның температурасы 30-37°C және сыртқы қысымы 15-20 кПа болатын күн қондырғысын имитациялайтын зертханалық буландырғыш қондырғыда сарқынды суларды тазарту мүмкінді екені анықталды. 20-30 кПа тым жоғары қысымда мышьяк пен селеннің дистиллятқа ауысуы байқалды, бұл жерде мышьяқтың органикалық қосылыстарының құбылмалылығына байланысты. Тым төмен қысымда процесс баяулайды.

Буланудан қалған су (текше қалдық) қоңыр түсті, 2-3 күн тұрғаннан кейін тұнба түседі. Тұнба құрамында 57-60% Fe₂O₃ және 5-7% Mn, 0,1–0,2% As құрады, яғни мышьяқтың қауіпсіз қосылысы түзілетіндігі анықталды. Тұнбаға мышьяқтың өту дәрежесі 99,04 %.

Мышьяқты тұнбаны сүзіп алған соң қалған ерітіндідегі литий, ванадий қосылыстарын бөліп алуға болады. Олар негізінен 90-95 %-ға сүзілгеннен кейінгі ерітіндіде қалады. Литийдің ерітіндідегі мөлшері 100-120 мг/л. Ерітінділердің литийді бөліп алу жаңа зерттеулерді қажет етеді және ол болашақта зерттеулерде көрініс табатын болады.

Қорытынды. Сонымен зертханалық эксперименттер нәтижелеріне сүйене отырып, қоршаған ортаның температурасы 30-37°C және сыртқы қысымы 15-20 кПа болатын күн қондырғысын имитациялайтын зертханалық буландырғыш қондырғыда сарқынды суларды тазарту мүмкінді екені анықталды.

Тазартылған судың көлемі бастапқы су көлемінің 75%-ын құрайды, текше қалдық литий мен ванадий сияқты сирек элементтердің көзі болып табылатындығы анықталды. 🌐

Қаржыландыру

Бұл зерттеуді Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырды (грант № AP15473356).

ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Radelyuk I., Tussupova K., Zhapargazinova K., Yelubay M. Pitfalls of Wastewater Treatment in Oil Refinery Enterprises in Kazakhstan // A System Approach. Sustainability. – 2019. – № 11(6). – P. 1-20.
- 2 Piemonte V. Produced water treatment. <http://www.oil-gasportal.com/producedwater-treatment>. Date of application: 12.12.2022. 2016.
- 3 Pyndak V.I., Novikov A.E., Shtepa V.N. Optimization of organic-containing wastewater and sludge treatment systems // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – 2017. - №46.- P. 507–511. <https://doi.org/10.3103/S1052618817040148>.
- 4 Патент РФ № 2553880 Устройство и способ для опреснения морской воды, опубл. 20.06.2015.
- 5 Патент SU №1560483. Способ очистки сточных вод. / В.М. Косичкин, В.В. Васильев.1990., бюл. №16.
- 6 Koshak N. M., Novikov S. V., Ruchkinova O. I. Improvement of the scheme of wastewater treatment from waste of petrochemical production. Bulletin of the Perm national research Polytechnic University // Construction and architecture. – 2016. -Vol. 7, №4. - P. 51-63. DOI: 10.15593/2224-9826/2016.4.05
- 7 Eniko Haaz, Daniel Fozer, Tibor Nagy, Nora Valentinyi, Anita Andre, Judit Matyasi, Jozsef Balla, Peter Mizsey, Andras Jozsef Toth. Vacuum evaporation and reverse osmosis treatment of process wastewaters containing surfactant material: cod reduction and water reuse // Clean Technologies and Environmental Policy. – 2019. - №21. – P. 861-870. <https://doi.org/10.1007/s10098-019-01673-5>.
- 8 Джумагулов А.А., Николаенко А.Ю., Мирхашимов И.Х. Стандарты качества воды в Республике Казахстан. - Алматы: НПО "ОСТ-XXI век", 2009. - 44 с.
- 9 Кенжетаев Г., Сырлыбекқызы С., Тайжанова Л., Кирвель И. И., Алтыбаева Ж. К. "Ка-

спий битумы" зауытының булану тоғандағы биогеңді элементтерінің құрамын бағалау. ҚАЗҰУ хабаршысы. Экологиялық серия. – 2021. - Т. 69, № 4. - Б. 34-42. ISSN 2617-7358.

- 10 Тайжанова Л.С. Оценка гелиопотенциала Мангистауской области // "Интернаука": Научный журнал. – М.: Изд-во. 2022. - № 19(242). - Часть 3.- С.28-31.
- 11 Abdibattayeva M., Bissenov K., Zhubandykova Z., Orynassar R., Tastanova L., Almatova B. Purification of oil-containing waste using solar energy // Environmental and Climate Technologies. – 2021. - №25(1). – P. 161-175. doi:10.2478/rtuect-2021-0011.
- 12 Патент на полезную модель № 8181 "Способ очистки сточных вод" /Серикбаева А. К., Тайжанова Л. С. Опубликовано 16.06.2023.