

ӨОЖ: 573.6.086:633.16; <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2023-1.12>

<https://orcid.org/0000-0002-3454-8889>

<https://orcid.org/0000-0003-3677-8685>

<https://orcid.org/0000-0001-6938-3511>

<https://orcid.org/0000-0003-2292-8742>

<https://orcid.org/0000-0001-8775-1234>

<https://orcid.org/0000-0002-0435-8283>

<https://orcid.org/0000-0003-4710-4045>

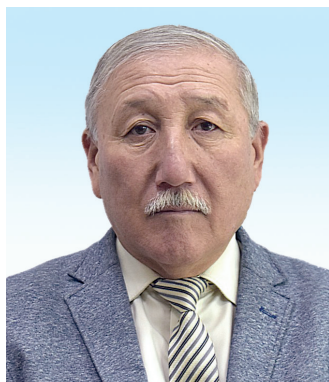
БИОМАТЕРИАЛДАР НЕГІЗІНДЕ МҰНАЙМЕН ЛАСТАНҒАН ТОПЫРАҚТЫ ТАЗАРТУДЫҢ ТИІМДІ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ



Е.О. ДОСЖАНОВ^{1,2},
доктор PhD, Жану проблемалар
институты нанобиотехнология
зертханасының меңгерушісі,
қауымдастырылған профессоры,
doszhanov_yerlan@mail.ru



А.Н. САБИТОВ^{1,2},
химия ғылымдарының
кандидаты, жетекші ғылыми
қызметкері, аға оқытушысы,
aitugans@mail.ru



О.М. ДОСЖАНОВ^{1,2},
техника ғылымдарының
кандидаты, жетекші ғылыми
қызметкері, аға оқытушысы,
ospan.doszhanov@mail.ru



Т.А. БАЗАРБАЕВА^{1,2},
география ғылымдарының
кандидаты, жетекші ғылыми
қызметкері, тұрақты даму
бойынша ЮНЕСКО
кафедрасының меңгерушісі,
tursynkul.bazarbayeva@gmail.com

Е.А. АКҚАЗИН², химия ғалымдарының кандидаты, аға оқытушысы, erzhan_akkazin@mail.ru
А.ӘЛИМҰРАТҚЫЗЫ^{1,2}, магистрант, aitolkyn.alimuratkyzy@mail.ru
Д. БАЛТОРЕ², магистранты, baltore.d11@mail.ru

¹ЖАНУ ПРОБЛЕМАЛАР ИНСТИТУТЫ,
 Қазақстан Республикасы, 050012, Алматы қ., Бөгенбай батыр көшесі, 172

²ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТИ,
 Қазақстан Республикасы, 050040, Алматы қ., әл-Фараби даңғылы, 71

Қоршаған ортаны қорғаудың қазіргі заманғы басым міндеттерінің бірі жоғары тиімді мұнай сорбенттері мен мұнай өнімдерін іздеу болып табылады. Зерттеуіміздің мақсаты: мұнай өнімдерімен ластанған топырақты тазарту процесінде биомассаның сорбциялық қасиеттерін зерттеу. Бұл мақалада табиғи материалдардың – күріш қауызы мен қамыстың, сондай-ақ ағаш өңдеу өнеркәсібінің қалдықтарының – мұнаймен ластанған топырақты тазарту үшін қолданылатын үгінділердің сорбциялық қасиеттері зерттелді. Мұнаймен ластанған топырақты тазарту кезінде үгінділер, қамыс, күріш қауызы сорбент ретінде ұсынылуы мүмкін екендігі анықталды. Сорбенттерді аралас композит түрінде қолдану мүмкіншіліктері олардың мұнай сыйымдылықтары арқылы көрсетілді, ондай құрама сорбенттер мұнай зардаптарын 70% ға дейін залалсыздандырды. Биосорбенттерді мұнай қалдықтарынан залалсыздандыру үшін кең қолдануға болатындығы анықталды.

Топырақтың мұнай ластануының өсімдік шикізатының қалдықтары түрлерінің биомассасының әртүрлі топтарына әсері зерттелді. Мұнай мен мұнай өнімдерінің сорбенттердің дамуына ынталандырушы әсері көрсетілген және олардың даму процесінің механизмі құрылған. Сорбенттердегі көмірсутектердің сорбциясын талдау нәтижелері келтірілген. Алынған модельдің эксперименттік деректермен жақсы сәйкестігі көрсетілген. Модель мұнаймен ластанған топырақтағы биомассаның сорбциялық қасиеттерінің әрекетін жақсы сипаттайды.

Табиғи сорбенттерді пайдалана отырып, мұнаймен ластанған топырақты тазартуды сорбциялау технологиясын құру. Зерттеу нәтижелерінің ғылыми-техникалық деңгейге әсер ету дәрежесі маңызды, өйткені мұнай өнімдерінің топырағын тазарту үшін әртүрлі көміртекті Композициялық материалдарды пайдалану мәселелері шешіледі, бұл топырақтың құрылымдық агрегаттарын жақсартудың және топырақтың құнарлылығын сақтаудың тиімді әдісін алуға мүмкіндік береді. Зерттеу нәтижелері мұнай-газ, мұнай-химия, биотехнологиялық және экологиялық орта саласындағы әлеуметті тұтынушылар үшін бағытталған, бұл Қазақстан Республикасының дамуы үшін әлеуметтік-экономикалық және ғылыми-техникалық сипаттағы өзекті міндеттерді сапалы шешуге мүмкіндік береді.

ТҮЙІН СӨЗДЕР: ағаш үгінділері, қамыс, күріш қауызы, мұнай төгілуін жою, сыйымдылығы жоғары сорбент, адсорбент, ремедиация.

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ НА ОСНОВЕ БИОМАТЕРИАЛОВ

Е.О. ДОСЖАНОВ^{1,2}, доктор PhD, профессор, зав. лабораторией нанобиотехнологии Института проблем горения, doszhanov_yerlan@mail.ru

А.Н. САБИТОВ^{1,2}, кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник, ст. преподаватель, aitugans@mail.ru

О.М. ДОСЖАНОВ^{1,2}, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, ospan.doszhanov@mail.ru

Т.А. БАЗАРБАЕВА^{1,2}, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник, зав. кафедрой ЮНЕСКО по устойчивому развитию, tursynkul.bazarbayeva@gmail.com

Е.А. АККАЗИН², кандидат химических наук, старший преподаватель, erzhan_akkazin@mail.ru

А. ӘЛИМҰРАТҚЫЗЫ^{1,2}, лаборант, магистрант, aitolkyn.alimuratkyzy@mail.ru
Д. БАЛТОРЕ², магистрант, baltore.d11@mail.ru

¹ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ГОРЕНИЯ
Республика Казахстан, 050012, г. Алматы, улица Богенбай батыра, 172

²КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. АЛЬ-ФАРАБИ,
Республика Казахстан, 050040, г. Алматы, проспект аль-Фараби, 71

Изучены сорбционные свойства природных материалов – рисовой шелухи и тростника, а также отходов деревообрабатывающей промышленности – опилок, используемых для очистки почв, загрязненных нефтью.

Установлено, что многокомпонентные системы из растительных отходов опилок, тростника, рисовой шелухи проявили перспективу их применения в качестве экологически чистых материалов для очистки почв от нефтезагрязнения. Вышеуказанные природные материалы сорбировали более 70% введенных в систему углеводородов. Такие комплексные сорбенты показали возможность их повторного применения.

Изучено влияние нефтяного загрязнения почвы на различные группы биомассы видов остатков растительного сырья. Показано стимулирующее влияние нефти и нефтепродуктов на развитие сорбентов, построен механизм процесса их развития.

Приведены результаты анализа сорбции углеводородов в сорбентах. Выявлено согласование полученной модели с экспериментальными данными.

Создана технология сорбции очистки нефтезагрязненных почв с использованием природных материалов.

Степень влияния результатов исследований на научно-техническом уровне значительный, т. к. будут решены вопросы использования различных углеродных композиционных материалов для очистки почв от нефтяных продуктов, которые позволят получить наиболее эффективный прием улучшения почвенных структурных агрегатов и сохранения плодородия почвы. Результаты исследования направлены для потенциальных потребителей в сфере нефтегазовой, нефтехимической, биотехнологической и экологической среде.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: древесные опилки, тростник, рисовая шелуха, ликвидация разливов нефти, сорбент большой емкости, адсорбент, ремедиация.

DEVELOPMENT OF AN EFFECTIVE TECHNOLOGY FOR CLEANING OIL-CONTAMINATED SOILS BASED ON BIOMATERIALS

YE.O. DOSZHANOV^{1,2}, PhD, Head of the laboratory Nanobiotechnology of the Institute of Combustion Problems, Associate Professor, doszhanov_yerlan@mail.ru

A.N. SABITOV^{1,2}, Candidate of Chemical Sciences, Leading researcher of the Institute of Combustion Problems, Senior Lecturer, aitugans@mail.ru

O.M. DOSZHANOV^{1,2}, Candidate of Technical Sciences, Leading researcher of the Institute of Combustion Problems, Senior Lecturer, ospan.doszhanov@mail.ru

T.A. BAZARBAYEVA^{1,2}, Candidate of Geographical Sciences, Leading Researcher of the Institute of Combustion Problems, Head of the Chair UNESCO of Sustainable Development, tursynkul.bazarbayeva@gmail.com

YE.A. AKKAZIN², Candidate of Chemical Sciences, Senior Lecturer, erzhan_akkazin@mail.ru

A. ALIMURATKYZY^{1,2}, laboratory assistant, master's student, aitolkyn.alimuratkyzy@mail.ru

D. BALTORE², master's student, baltore.d11@mail.ru

¹INSTITUTE OF COMBUSTION PROBLEMS,
Bogenbay batyr street, 172, Almaty, 050012, Kazakhstan

²AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY,
Al-Farabi avenue 71, Almaty, 050040, Kazakhstan

Currently, one of the modern priority tasks for Environmental Protection is the search for highly efficient oil and oil product sorbents. Purpose: to research the sorption properties of biomass in the process of cleaning soils contaminated with petroleum products. In this article, the sorption properties of natural materials – rice husks and reeds, as well as waste from the woodworking industry – sawdust used to clean oil-contaminated soil were studied. When cleaning oil-contaminated soil, it was found that sawdust, reeds, rice husks can be presented as sorbent. Multicomponent systems from the above-mentioned plant waste have shown the prospect of their use as environmentally friendly materials for cleaning up the consequences of oil pollution. In the model system, they sorbed more than 70% of the hydrocarbons introduced into the system. Such complex sorbents have shown the possibility of their reuse.

The influence of oil pollution of the soil on various groups of biomass of types of residues of plant raw materials has been studied. The stimulating effect of oil and petroleum products on the development of sorbents is shown, and the mechanism of their development process is constructed. The results of the analysis of the sorption of hydrocarbons in sorbents are presented. A good agreement of the obtained model with experimental data is shown. The model well describes the behavior of the sorption properties of biomass in oil-contaminated soil.

Creation of sorption technology for oil-contaminated soil purification using natural sorbents. The degree of influence of the research results on the scientific and technical level is significant, since the issues of using various carbon composite materials for soil purification of petroleum products will be resolved, which will allow obtaining the most effective method of improving soil structural aggregates and preserving soil fertility. The results of the study are aimed at potential consumers in the oil and gas, petrochemical, biotechnological and environmental environment, which provides a qualitative solution to urgent socio-economic, scientific and technical problems for the development of the Republic of Kazakhstan.

KEY WORDS: wood sawdust, cane, rice husk, oil spill elimination, high capacity sorbent, adsorbent, remediation.

Кіріспе. Салдарының тереңдігі және таралу ауқымы бойынша топырақтардың мұнай өнімдерімен ластануы қазіргі уақытта экологиялық проблемалардың «рейтингісінде» көшбасшы болуда. Топырақтың мұнаймен ластануы оны өндіру, өңдеу және тасымалдау үшін қолданылатын технологиялық процестердің салдары болып табылады. Мұнай өнеркәсібі нысандарындағы төтенше жағдайлардың көбеюіне байланысты мұнай өнімдерінің төгілуі қоршаған ортаға кері әсері күннен-күнге маңызды болып келеді.

Мұнай мен оның компоненттерінің қоршаған ортаға, ауа, су немесе топыраққа енуі олардың физикалық, химиялық, биологиялық қасиеттері мен сипаттамаларының өзгеруіне әкеліп соғады, табиғи биохимиялық процестердің барысын бұзады [1, 2].

Мәселенің күрделілігі оның масштабында ғана емес, сонымен қатар осы күрделі және тұрақты емес ластанумен күресудің критерийлері мен әдістерін жасауда да жатыр. Мұнай - бұл 3000 ингредиенттерден тұратын заттардың күрделі кешені, олардың әрқайсысы жеке ерігіштігі мен биодеградациясына ие [3].

Мұнай ластануының топырақ бетіне таралуы топырақ құрылымының, азот режимінің бұзылуына, топырақтың су өткізгіштігінің нашарлауына, өсімдік жамылғысының тозуына әкеледі, сонымен қатар ауылшаруашылық жерлерінің өнімділігі төмендейді.

Қазіргі уақытта қоршаған ортаны қорғау бойынша қазіргі заманғы басым міндеттердің бірі тиімділігі жоғары мұнай және мұнай өнімдерінің сорбенттерін іздеу болып табылады [4].

Сонымен қатар топырақтың мұнаймен ластануын жоюдың сорбциялық және биодеструктивті әдістерінің артықшылықтарын біріктіретін биосорбенттерді қолдануға негізделген жаңа, жоғары тиімді технологияларға көп көңіл бөлінуде. Деструктивті сорбенттер мұнайдың ластануын локализациялайды және адсорбцияланған мұнай өнімдерін физика-химиялық әдістермен қарастырады. Бұл ретте ластанудың тиімді тазарту жолдары жүзеге асырылады. Зерттеу жұмыстары мұнаймен ластанған топырақты залалсыздандыру үшін өсімдік тектес сорбенттерді пайдалану тиімділігін бағалауды зерттеуге арналған [5, 6].

Жұмыстың мақсаты: мұнай өнімдерімен ластанған топырақтарды тазалау барысында биоматериалдардың – өсімдіктен алынған сорбенттердің сорбциялық қасиеттерін зерттеу.

Зерттеудің міндеттері:

- табиғи сорбенттердің сорбциялық қасиеттерін зерттеу;
- сорбенттердің мұнай сыйымдылығын анықтау;
- тиімді сорбентті анықтау.

Зерттеу нысаны: қамыс, үгінділер және күріш қауызы табиғи сорбенттері

Зерттеу әдістері: су сіңіру және сыйымдылықты анықтау әдістері, флуориметриялық әдіс, хроматография әдісі.

Материалдар мен зерттеу әдістері. Жұмыста табиғи сорбенттердің сорбциялық қасиеттері зерттелді: қамыс, үгінділер және күріш қауызы.

Күріш қауызы - қазіргі уақытта кеңінен қолданылмайтын ауылшаруашылық өндірісінің үлкен тонналық қалдықтары. 1 тонна күріш-дәнді өңдеу кезінде күріш қауызы шамамен 160 кг құрайды.

Күріш қауызы - құрамында ылғал, лигнин, целлюлоза, пентозандар, ақуыз бен дәрумендердің аз мөлшері және 92-97 % кремний диоксидінен тұратын 10-20 % мөлшеріндегі минералды заттар бар талшықты зат. Күріш қауызындағы органикалық заттар шамамен 70-85 % құрайды. Күріш қауызындағы диеталық талшықтың мөлшері 78 % құрайды (кестені қараңыз).

Күріш қауызының бірқатар ерекше қасиеттері бар: төмен калориялық құндылығы, ол ағаштан аз; кремний диоксидінің көп болуына байланысты жоғары абразивтілік, бұл жем сапасының төмендеуіне әкеледі; төмен көлемді тығыздық, бұл оны астықты тазартатын шаруашылықтардан алыс өңдеу кезінде тасымалдауды негізгі шығынға айналдырады.

Бірнеше зерттеулерде күріш қауызы мұнай төгілуінде сорбент ретінде қолданылған [7]. Шамамен он жыл бұрын жапондық зерттеу майды көміртекті күріш қауызымен сіңіру туралы хабарлады. Қауыз бумен алдын-ала өңдеуден және тазартудан кейін 300-800°C температурада вакуумда (500 Па) пиролизге ұшырады. Дайын болған күріш қауызына 6,7 г ауыр майдың максималды сіңіру қабілеті алынды. Соңғы жылдары Болгар зерттеушілері сонымен қатар 1 сағат ішінде 300-800°C температурада CO₂ (200 мл/мин ағын) өңдеу кезінде термиялық өңделген күріш қауызының майды сіңіруі туралы бірнеше ғылыми жұмыстарын жариялады. Сорбаттың

тығыздығы сорбция қабілетіне тікелей әсер ететіні байқалды. Ең төменгі тығыздықтағы көмірсутек (бензин $\rho = 0,734 \text{ г/см}^3$) 4,5 г/г сорбциялық қабілетін көрсетті, ал ең жоғары тығыздықтағы көмірсутек (ауыр шикі мұнай $\rho = 0,937 \text{ г/см}^3$) 15 г/г сорбциялық қабілетін көрсетті. Мұнда біз күріш қауызынан алынған абсорбенттер үшін әдебиетте бұрын сипатталғаннан жоғары сіңіру қабілеті бар мұнай сіңіргіш материалдар алудың қарапайым әдісін қолданды [8, 9].

Қамыс – шикізат, биотопиялық, экологиялық, жағалауды қорғау және басқа да функцияларға жауап беретін қоңыржай жылы климаты бар елдердегі жағалаулар мен өзен бойында өсетін бірегей көпжылдық шөптесін өсімдік. Қамыстың сіңіру рөліне назар аудармау өте қиын, оның жүзеге асырылуы қамыс сабақтарының төменгі бөліктерінің түйіндерінде көп мөлшерде орналасқан бағынышты тамырлардың көмегімен жүзеге асырылады. Олар суды тазарту және оны ұзақ уақыт бойы таза ұстау арқылы ауыр металдарды, биогендік элементтерді және басқа ластаушы заттарды бейтараптандыруға жауап береді.

Ағаш үгінділері – ағаштарды аралау және жону кезінде пайда болатын ағаштың қалдық бөлшектері, ұсақталған ағаштың бір түрі. Үгінділер бөлшектерінің ұзындығы кесу құралының түріне және технологиялық параметрлеріне байланысты, нәтижесінде үгінділер пайда болады. Үгінділерді арнайы жасалған ағаш чиптерімен шатастыруға болмайды.

Үгінділер - бұл арзан экологиялық таза, қолдануға және жоюға ыңғайлы шырша табиғи сорбенті. Үгінділерден жасалған сорбент жақсы су өткізбейтін қасиеттерге ие; мұнайға қатысты жоғары сіңіру тәсілі және ондағы мұнай өнімдері.

Үгінділерді тағы бір жоғары сапалы табиғи органикалық сорбент деп атауға болады. Оларды қолданар алдында алдымен дайындау керек. Алдымен олар шикі мұнайды көбірек сіңіре алатындай етіп мұқият кептіріледі. Егер үгінділерді су бетінде қолдану қажет болса, онда оларға гидрофобты қасиеттер беру керек. Бұл үшін май қышқылдары жақсы жұмыс істейді. Мұндай материалдың артықшылығы-төмен баға, бірақ сонымен бірге үгінділер тек бір рет қолдануға жарамды [10].

Қолданылатын сорбенттердің суды сіңіруін анықтау үшін салмағы 3 г сорбциялық материал судың бетіне үздіксіз қабатпен жағылады. Сорбентті електен немесе бағаннан сумен қанықтырғаннан кейін сорбент алынып тасталды. Суды сіңіру сіңірілген судың массасының сорбцияға жұмсалған сорбент массасына қатынасымен анықталады

$$B = \frac{m_{\text{сіңірілу}} - m_{\text{сорб}}}{m_{\text{сорб}}},$$

мұндағы: B - суды сіңіру, г/г; $m_{\text{сіңірілу}}$ - сіңірілген суы бар сорбенттің массасы, г; $m_{\text{сорб}}$ - сорбциялық материалдың массасы, г [11].

Сорбенттердің мұнай сыйымдылығын анықтау үшін салмағы 3 г сорбциялық материал тегіс жерге қойылып, толық қаныққанға дейін мұнаймен жасанды түрде ластанған. Осыдан кейін сорбент өлшеніп, сорбциялық материалмен ұсталатын мұнай массасы болды.

Сорбциялық сыйымдылық сорбент сіңірген мұнай массасының сорбенттің массасына қатынасымен есептеледі.

Сорбциялық сыйымдылық келесі формула бойынша есептелді:

$$A = \frac{m_{(мұнай)}}{m_{(сорбент)}} ,$$

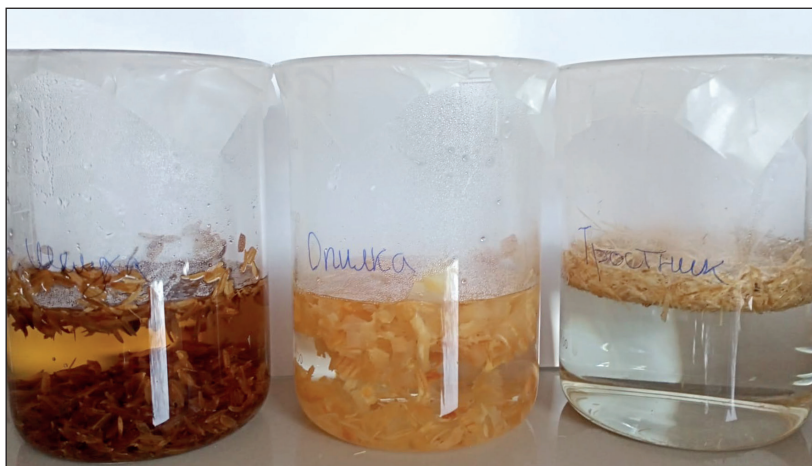
мұндағы: A - мұнай сыйымдылығы, г/г; $m_{(мұнай)}$ – сорбентпен сорылған мұнай массасы, г; $m_{(сорбент)}$ – сорбент массасы, г.

Алынған мұнайдың абсолютті мөлшерінің ($S, \%$) үлесін анықтау үшін топырақтағы мұнай өнімдерінің мөлшерін анықтау қажет.

Мұнай өнімдерінің құрамын анықтау флуориметриялық әдіспен жүргізілді. Мұнай өнімдері топырақтан органикалық еріткішпен (гексан) алынды. Концентрацияланған сығынды анализатордағы тазартылған сығындының флуоресценция қарқындылығын одан әрі сандық өлшеу арқылы бағаналы хроматография әдісімен тазартылды [12, 13].

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Жұмыста табиғи сорбенттердің (күріш қауызы, қамыс және үгінділер) келесі сорбциялық қасиеттері зерттелді: сорбциялық сыйымдылық (мұнай сыйымдылығы), сусымалы тығыздық, суды сіңіру, сорбенттерді қайта пайдалану мүмкіндігі. Сорбенттердің негізгі қасиеттерінің нәтижелері *1-кестеде* келтірілген. Зерттеулер көрсеткендей, үгінділерде ең аз үгінді тығыздығы байқалады – $2,10 \text{ г/см}^3$, күріш қауызының тығыздығы қамыс үшін мән-дерден 15 есе артық. Суды сіңіре отырып, сорбциялық материалдар өз салмағында артып, содан кейін олардың мұнай сыйымдылығы төмендейді, демек, сорбциялық материалдарды пайдалану тиімділігі төмендейді. Суды сіңірудің ең үлкен мәнін күріш қауызы $5,57 \text{ (г/г)}$, ең аз мәнін үгінділер $1,00 \text{ (г/г)}$ көрсетті.

Сорбциялық материалдың тиімділігінің негізгі көрсеткіштерінің бірі оның сорбциялық қабілеті (мұнай сыйымдылығы) болып табылады, ол меншікті бетінің дәрежесіне байланысты: меншікті бет неғұрлым үлкен болса, сорбция қабілеті соғұрлым жоғары болады. Күріш қауызының мұнай сыйымдылығы $11,3 \text{ (г/г)}$, үгінділердің мұнай сыйымдылығы 10 есе аз (*сурет 1*).



1 сурет – Сіңірілу қабілеттілігіне байланысты табиғи сорбенттердің (күріш қауызы, қамыс және үгінділер) келесі сорбциялық қасиеттері көрсетілген

Топырақты мұнайдан тазарту үшін зерттелетін табиғи сорбенттерді қайта пайдалану мүмкіндігін бағалау үшін шаю мен регенерациядан кейін сорбенттердің қайталама мұнай сыйымдылығының нәтижелері 2-кестеде келтірілді.

Алынған нәтижелерге сәйкес, сорбенттерді қайта қолданған кезде күріш қауызының мұнай сыйымдылығы 11,6% - ға, үгінділер 30,6% - ға төмендеді, қамыстың мұнай сыйымдылығы іс жүзінде өзгерген жоқ деп айтуға болады. Сорбциялық материалдарды жуғаннан және қалпына келтіргеннен кейін мұндай мұнай сыйымдылығы мәндері күріш қауызы мен қамыс сорбенттерін мұнайды сорбциялау үшін қайта пайдалануға болатындығын көрсетеді.

Мұнаймен ластанған топырақтағы зерттелетін сорбенттердің сорбциялық қасиеттерін зерттеу үшін модельдік тәжірибелер жүргізілді (кесте 3).

Сорбенттер мұнаймен ластанған 500 г топырақ бетіне қойылды, біраз уақыт ұсталды, содан кейін сорбентті алып тастады және топырақтағы мұнай өнімдерінің мөлшерін флуориметриялық әдіспен анықтады.

Кесте 1 – Сорбциялық материалдардың негізгі қасиеттері

Сорбент	Жаппай тығыздық, г/см ³	pH	Суды сіңіру, г/г	Мұнай сыйымдылығы, г/г
күріш қауызы	2,10 ± 0,2	10,90	5,57 ± 0,2	11,30 ± 0,2
үгінділер	7,00 ± 0,2	7,40	3,03 ± 0,2	5,73 ± 0,2
қамыс	49,56 ± 0,2	6,17	1,00 ± 0,2	1,18 ± 0,2

Кесте 2 – Сорбциялық материалдарды қайта пайдалану

Сорбент	Мұнай сыйымдылығы, г/г	Қайталанған мұнай сыйымдылығы, г/г
күріш қауызы	11,30 ± 0,2	9,90 ± 0,2
үгінділер	5,70 ± 0,2	3,90 ± 0,2
қамыс	1,18 ± 0,2	1,10 ± 0,2

Кесте 3 – Табиғи сорбенттермен тазарту кезінде мұнай бөліп алу дәрежесі

Сорбент	Мұнай бөліп алу дәрежесі (S), % арқылы:				
	1 күн	3 күн	7 күн	14 күн	21 күн
үгінділер	10,03 ± 3,0	21,92 ± 3,0	27,98 ± 3,0	29,13 ± 3,0	29,10 ± 3,0
күріш қауызы	20,21 ± 3,0	48,10 ± 3,0	57,91 ± 3,0	59,67 ± 3,0	59,67 ± 3,0
қамыс	5,80 ± 3,0	9,34 ± 3,0	15,45 ± 3,0	16,06 ± 3,0	16,06 ± 3,0
күріш қауызы + үгінділер	30,25 ± 3,0	39,01 ± 3,0	64,90 ± 3,0	65,40 ± 3,0	65,40 ± 3,0
күріш қауызы + қамыс	21,67 ± 3,0	37,23 ± 3,0	39,82 ± 3,0	53,80 ± 3,0	53,80 ± 3,0
үгінділер + қамыс	15,20 ± 3,0	30,70 ± 3,0	44,10 ± 3,0	44,90 ± 3,0	44,90 ± 3,0
күріш қауызы + үгінділер + қамыс	35,60 ± 3,0	55,90 ± 3,0	68,10 ± 3,0	70,30 ± 3,0	70,30 ± 3,0

ӘДЕБИЕТ

- 1 Baira V., Zinaida V., Lyubov F. The method of cleaning soil from oil pollution by using natural sorbents // Science Journal of VolSU. Natural Sciences. – 2017. – Vol. 7, No. 2. – P. 104-107.
- 2 Anderson R.K. Environmental protection in the oil and gas industry. Review of information. Series «Corrosion and protection in the oil and gas industry». – Moscow: OENG Research Institute, 1978. – P. 39.
- 3 Adebajomo Frost R.L., Klopogge J.T. Porous materials for oil spill response: a review of synthesis and absorption properties // Porous material. – 2003. – Vol. 10, N 1. – P. 102-107.
- 4 Davaeva Ts. D., Sangadzhieva L. H., Badmaeva Z. B., Buluktaev A. A. / Bioindication and monitoring of the state of oil-polluted territories of the Caspian lowland: – Elista: ZAOr «NPP «Dzhangar», 2014. – P. 152.
- 5 Halimov E.N. Ecological and microbiological aspects of the damaging effect of oil on soil properties // Vestnik MSU. Ser. 17. – 1996. – N 2. – P. 59-64.
- 6 Adam G. Effect of diesel fuel on growth of selected plant species // Environmental Geochemistry and Health. – 1999. – N 21. – P. 353–357.
- 7 Doszhanov Ye.O., Syulyan Ch., Myktybay P. Phytoremediation of soils contaminated // Oil and Gas. – 2018. – N 3 (105). – P. 133-141.
- 8 Gritskova I.V. Cleaning and restoration of soils after contamination with oil and petroleum products: dis Candidate of Chemical Sciences. – Samara, 2004. – P. 135.
- 9 Halimov E.N. Ecological and microbiological aspects of the damaging effect of oil on soil properties // Vestnik MSU. Ser. 17. – 1996. – N 2. – P. 59-64.
- 10 Gamayunov S.N. Gum meliorant «Nisaba» for increasing soil fertility // Integration of science and education – production, economy: Collection of tr. interregional scientific and technical conf. – Tver: TvSTU, 2012. – P. 148-154.
- 11 Kamenshchikov F.A. Oil sorbents. – Izhevsk: SIC «Regular and chaotic dynamics», 2005. – P. 268.
- 12 Mon F 16.1:2.21-98. Determination of petroleum products in the soil. – M.: Federal. Center for Analysis and Assessment of Technogenic impact, 2012 – P. 44.
- 13 Doszhanov Ye.O., Tileuberdi Ye., Kudaibergenov K.K., Nurtilieu A. Stability of phytocenoses in oil-producing regions // Oil and Gas. – 2021. – N 4 (124) – P.91-98.