

УДК 665.7:547.3:546.06:504.06; <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2023-4.11>

<https://orcid.org/0000-0002-4238-3359>

<https://orcid.org/0000-0002-4680-6216>

<https://orcid.org/0009-0001-5314-3983>

<https://orcid.org/0000-0001-7457-0987>

<https://orcid.org/0000-0002-1316-5854>

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ СОСТАВА НЕФТЕШЛАМОВ ТОО «ПЕТРОКАЗАХСТАН ОЙЛ ПРОДАКТС» ДЛЯ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЙ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ



Н.М. ДАУРЕНБЕК,
к.т.н., доцент кафедры
«Технология неорганических
и нефтехимических
производств»,
daurenbekn@yandex.ru



А.К. ТУЛЕКБАЕВА,
к.т.н., доцент кафедры СиС,
tulekbaeva@mail.ru



Т.К. АКИЛОВ,
к.х.н., старший
преподаватель кафедры
«Химия и фармацевтическая
инженерия»,
talgat.a-1966@mail.ru



Н.Н. ИСАБАЕВ,
PhD докторант, научный
сотрудник НИЛ «Инновационные
системы водоочистки»,
i_n.n@mail.ru



А.М. АЗИМОВ,
доктор PhD, заведующий
НИЛ «Инновационные
системы водоочистки»,
azimov-78@mail.ru

НАО «ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М. АУЭЗОВА»,
Республика Казахстан, 160012, г. Шымкент, пр-т Тауке хана, 5

В статье исследованы физико-химические свойства и состав нефтешламов ТОО «ПетроКазахстан Ойл Продактс». Для выделения органической части нефтешлама использовался метод экстракции. В качестве экстрагента применяли бензол. Экстракцию проводили до прекращения окрашивания экстрагента. Для нефтепродуктов, выделенных из шламов, проведены исследования фракционного состава по стандартным методам анализа нефтепродуктов. В составе механических примесей доля органической части исследованных образцов составила 61,86 - 71,22% масс., зольных элементов, полученных путем проковки 59,5 % масс.

Одним из перспективных методов переработки нефтешламов является термическая переработка, включающая в себя процесс извлечения углеводородов в присутствии минеральной части. Полученная после термической переработки углеводородная фаза по своим физико-химическим характеристикам значительно отличается от состава органической части, выделенной экстрагированием. После термопереработки в органической части нефтешлама, по сравнению с экстракционной, количество парафино-нафтеновых и ароматических масел значительно снижается, в среднем на 84% масс. При этом увеличивается содержание асфальтенов и смол. Таким образом, углеводородная фаза, полученная термической переработкой нефтешлама, обладает повышенным содержанием асфальто-смолистых веществ, которые являются основой для получения нефтяных фракций.

Установлено, что по составу и свойствам органическая часть исследованных нефтяных отходов приближается к тяжелым остаткам нефтей Казахстана. Для нее характерны повышенное содержание смол, в суммарном соотношении смол I и II, их содержание достигает 11,3 масс.% и асфальтенов 1,3 масс.%, плотность при 200 С повышается до 989,0 кг/м³, что является следствием действия на отходы климатических факторов в процессе длительного хранения в открытом пространстве.

По результатам физико-химических анализов можно утверждать, что нефтешламы в своем составе содержат «тяжелые» и ароматические углеводороды. Такое предположение дает основание на их дальнейшее использование, т.е. переработку, путем вовлечения в химические процессы переработки нефтяного сырья. Установлено, что извлеченная органическая часть после очистки от воды и механических может быть использована на НПЗ для получения различных нефтепродуктов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: нефтешлам, утилизация, органическая часть, экстракция, минеральная часть, термическая переработка, состав, физико-химические методы анализа.

ҚАЙТА ӨНДЕУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ТАҢДАУ ҮШІН «ПЕТРОҚАЗАҚСТАН ОЙЛ ПРОДАКТС» ЖШС-НІҢ МҰНАЙ ШЛАМДАРЫНЫҢ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ

Н.М.ДАУРЕНБЕК, техника ғылымдарының кандидаты, доцент, daurenbekn@yandex.ru

А.К. ТУЛЕКБАЕВА, техника ғылымдарының кандидаты, доцент, tulekbaeva@mail.ru

Т.К. АКИЛОВ, химия ғылымдарының кандидаты, аға оқытушы, talgat.a-1966@mail.ru

Н.Н. ИСАБАЕВ, докторант, ғылыми қызметкер, i_n.n@mail.ru

А.М. АЗИМОВ, PhD доктор, ғылыми-зерттеу зертханасының меңгерушісі, azimov-78@mail.ru

«М. ӘУЕЗОВ АТЫНДАҒЫ ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН УНИВЕРСИТЕТІ» ҚЕАҚ,
Қазақстан Республикасы, 160012, Шымкент қаласы, Тәуке хан даңғылы, 5

Мақалада "ПетроҚазақстан Ойл Продактс" ЖШС мұнай шламдарының физика-химиялық қасиеттері мен құрамы зерттелді. Мұнай шламдарының органикалық бөлігін бөліп

алу үшін экстракциялау әдісі қолданылды. Экстрагент ретінде бензол таңдалған. Экстракция процессі экстрагенттің боялуы тоқтатылғанға дейін жүргізілді.

Шламдардан бөлінген мұнай өнімдеріне фракциялық құрамын анықтау үшін стандартты әдістері бойынша зерттеулер жүргізілді. Зерттелген мұнай шлам үлгілерінің органикалық бөлігінің үлесі 61,86 - 71,22 масс. %, қыздыру арқылы алынған күл элементтері 59,5 масс. % құрады.

Мұнай шламын өңдеудің перспективалы әдістерінің бірі минералды бөліктің қатысуымен көмірсутектерді алу процесін қамтитын термиялық өңдеу болып табылады. Термиялық өңдеуден кейін алынған көмірсутек фазасы физика-химиялық сипаттамалары бойынша экстракциямен бөлінген органикалық бөліктің құрамынан айтарлықтай ерекшеленеді. Мұнай шламының органикалық бөлігінде термиялық өңдеуден кейін, экстракциямен салыстырғанда, парафин-нафтен және ароматты майлардың мөлшері айтарлықтай, орта есеппен 84 масс.%-ға азаяды. Бұл жағдайда асфальтендер мен шайырлардың мөлшері артады. Осылайша, мұнай шламын термиялық өңдеу нәтижесінде алынған көмірсутек фазасында мұнай фракцияларын өндіруге негіз болатын асфальт-шайырлы заттардың мөлшері жоғарылайды.

Зерттелген мұнай шламдарының органикалық бөлігі құрамы мен қасиеттері бойынша Қазақстан мұнайларының ауыр қалдықтарына жақындайтыны тағайындалды. Ол шайырлардың жоғары мөлшерімен сипатталады, шайырлардың I және II топтарының жалпы мөлшері 11,3 масс.% және асфальтендер 1,3 масса.%-ға жетеді, 200 С кезіндегі тығыздығы 989,0 кг/м³ дейін артады, бұл ашық кеңістікте ұзақ сақтау барысында қалдықтарға климаттық факторлардың әсер етуінің салдары болып табылады.

Физика-химиялық талдаулардың нәтижелері бойынша мұнай шламдарының құрамында "ауыр" және ароматты көмірсутектер бар деп айтуға болады. Бұл болжам мұнай шикізатын өңдеудің химиялық процестеріне тарту арқылы оларды одан әрі пайдалануға, яғни қайта өңдеуге негіз береді. Судан және механикалық тазартудан кейін алынған органикалық бөлікті МӨЗ-де әртүрлі мұнай өнімдерін алу үшін пайдалануға болатындығы анықталды.

ТҮЙІН СӨЗДЕР: мұнай шламы, кәдеге жарату, органикалық бөлік, экстракциялау, минералды бөлік, термиялық өңдеу, құрамы, талдаудың физика-химиялық әдістері

THE RESULTS OF STUDIES OF THE COMPOSITION OF OIL SLUDGE OF PETROKAZAKHSTAN OIL PRODUCTS LLP FOR THE SELECTION OF THEIR PROCESSING TECHNOLOGIES

N.M. DAURENBEK, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, daurenbekn@yandex.ru
A.K. TULEKBAEVA, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, tulekbaeva@mail.ru
T.K. AKILOV, Candidat of Chemistry Scince, Senior Lecturer, talgat.a-1966@mail.ru
N.N. ISSABAYEV, doctoral student, research associate, i_n.n@mail.ru
A.M. AZIMOV, PhD, Head of Research Laboratory, azimov-78@mail.ru

NJSC «M. AUEZOV SOUTH KAZAKHSTAN UNIVERSITY»,
 5, Tauke Khan Ave., Shymkent, 160012, Republic of Kazakhstan

The article examines the physico-chemical properties and composition of oil sludge of PetroKazakhstan Oil Products LLP. The extraction method was used to isolate the organic part of the oil sludge. Benzene was used as an extractant. Extraction was carried out until the staining of the extractant was stopped. For petroleum products isolated from slurries, studies of the fractional composition were carried out using standard methods of analysis of petroleum products. In the composition of mechanical impurities, the proportion of the organic part of the studied samples was 61.86 - 71.22% by weight, ash elements obtained by calcination 59.5% by weight.

One of the promising methods of oil sludge processing is thermal processing, which includes the process of extracting hydrocarbons in the presence of the mineral part. The hydrocarbon phase obtained after thermal processing differs significantly in its physico-chemical characteristics from the composition of the organic part isolated by extraction. After thermal processing in the organic part of the oil sludge, in comparison with the extraction, the amount of paraffin-naphthenic and aromatic oils is significantly reduced, by an average of 84% by weight. At the same time, the content of asphaltenes and resins increases. Thus, the hydrocarbon phase obtained by thermal processing of oil sludge has an increased content of asphalt-resinous substances, which are the basis for the production of oil fractions.

It has been established that the composition and properties of the organic part of the studied oil waste are close to the heavy oil residues of Kazakhstan. It is characterized by an increased content of resins, in the total ratio of resins I and II, their content reaches 11.3 wt.% and asphaltenes 1.3 wt.%, the density at 200 C increases to 989.0 kg / m³, which is a consequence of the effect of climatic factors on waste during long-term storage in open space.

According to the results of physico-chemical analyses, it can be argued that oil sludge in its composition contains "heavy" and aromatic hydrocarbons. This assumption gives grounds for their further use, i.e. processing, by involving in chemical processes of processing of petroleum raw materials. It is established that the extracted organic part after purification from water and mechanical can be used at refineries to produce various petroleum products

KEY WORDS: oil sludge, utilization, organic part, extraction, mineral part, thermal processing, composition, physico-chemical methods of analysis

Введение. Отрасли нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности являются одним из основных источников загрязнения окружающей среды. Нефть и нефтепродукты, попавшие в окружающую среду в результате аварийных ситуаций при добыче, транспортировке, хранении и переработке, являются причиной многочисленных экологических проблем. Одним из наиболее распространенных во всем мире и опасных для природной среды отходов являются нефтесодержащие шламы. Неблагоприятное воздействие нефтешламов на окружающую природную среду и невозобновляемость углеводородного сырья делают вопрос переработки отходов весьма актуальным для всех без исключения нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих стран, в том числе и Казахстана [1-4].

Наибольшее количество нефтешламов собирается на нефтеперерабатывающих предприятиях, которые образуются, как в процессе переработки нефти, так и очистки сточных вод и представляют собой смесь осадков и эмульсий, задержанных на очистных сооружениях (песколовках, нефтеловушках, прудах дополнительного отстаивания, буферных прудах), пены, собираемой при флотационной очистке сточных вод и осадков систем оборотного водоснабжения [5,6]. Состав компонентов нефтешлама и соотношение их объемов в конкретно взятом шламонакопителе меняются во времени и могут сильно отличаться для различных шламонакопителей нефтеперерабатывающих и нефтегазодобывающих предприятий. Этот факт усложняет и без того достаточно трудноразрешимую проблему утилизации нефтяных шламов [7-11]. Токсичность нефтешламов в накопителях сохраняется в естественных условиях на десятилетия, несмотря на многократное разбавление атмосферными осадками [7, 9, 11].

Для правильной организации сбора, размещения, обезвреживания и утилизации отходов необходимо в первую очередь знать состав, количество и свойства таких

отходов, а также факторы, влияющие на их изменение, что напрямую связано с расчетом экологических платежей, оценке материального ущерба или риска возникновения аварийных ситуаций при обращении с отходами. Исходной информацией для проведения инвентаризации отходов служат данные изучения регламентов, используемых технологических процессов, сырья, материалов, топлива, карты-схемы расположения источников образования отходов и мест их временного и постоянного складирования. В процессе инвентаризации составляется материальный баланс предприятия, рассчитывается количество образующихся отходов и устанавливается их класс опасности [1-5, 11, 12].

Экономическая целесообразность того или иного природоохранного мероприятия определяется на каждом конкретном предприятии с учетом его экономических возможностей. Для одного предприятия зачастую строительство установок по обезвреживанию отходов экономически невыгодно, поскольку объемы образования отходов ниже минимальных мощностей типовых установок, выпускаемых промышленностью. В связи с этим, к актуальным первоочередным задачам следует отнести организацию и обеспечение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок таких установок, создание эффективных средств и методов переработки и обезвреживания отходов, как на региональном уровне, так и на уровне предприятий [13].

Физико-химические характеристики шлама меняются в широком диапазоне и зависят от выбора основных технологических процессов, степени подготовки нефти, от состояния технологического оборудования, систем водоснабжения и канализации, времени накопления шлама и ряда других причин. Многокомпонентный состав продукции нефтешламовых амбаров, наличие в ней различных химических соединений создают многие проблемы при разработке технологий обработки, извлечения из нее товарной нефти, очистки от нефтепродуктов твердого остатка. В качестве базового, нами рекомендовано применение методов термического обезвреживания отходов, позволяющие осуществлять переработку нефтесодержащих отходов силами предприятий отрасли, к примеру, за счет организации на объектах участков обезвреживания компактных установок небольшой производительности.

Материалы и методы исследования. В качестве объектов исследований выбраны нефтешламы ТОО «ПетроКазахстан Ойл Продактс» (Шымкентский НПЗ) с проведением исследований по определению их фазового состава и физико-химических показателей, выделением и изучением органической части нефтешламов.

Нефтешлам является полидисперсной неустойчивой системой и отличается тем, что его физические характеристики не являются постоянными, т.е. при их определении для одной и той же пробы нефтешлама, получаемые результаты могут отличаться на 50% и более. Для репрезентативности конечных результатов были отобраны 4 образца нефтешлама из различных точек отстойника (шламонакопитель) ТОО «ПКОП» для определения физико-химических показателей органической части нефтешлама по стандартизированным методикам, заложенных в следующих межгосударственных нормативных документах: содержание воды по ГОСТ 2477-65; механические примеси по ГОСТ 6370-83; кинематическая вязкость и расчет динамической вязкости по ГОСТ 33-2000; плотность по ГОСТ 3900-85; температура застывания по ГОСТ 20287-91.

При исследовании органической и минеральной частей нефтешлама, кроме стандартных методик использованы гравиметрический, рентгенофазный, хроматографический, ИК-спектроскопический, ЭПР-спектрометрический методы анализа [14-18].

Для выделения органической части нефтешлама использовался метод экстракции с применением экстрактора Сокслета (аппарат Сокслета). В качестве экстрагента применяли бензол. Экстракцию проводили до прекращения окрашивания экстрагента.

Для нефтепродуктов, выделенных из шламов, проведены исследования фракционного состава по стандартным методам анализа нефтепродуктов. В составе механических примесей определяют доли органической части и зольных элементов путем прокалки. Затем в зольной части определяют содержание катионов и анионов методами аналитической химии [19]. Групповой химический состав органической части нефтешлама, определяли на хроматографе «Градиент». Для разделения масел и смол использовали их различную способность сорбироваться силикагелем.

С помощью спектрографического метода исследовано распределение ванадия, никеля и других микроэлементов в органической фазе нефтешламов. Содержание микроэлементов в органической части нефтяных отходов определили методом эмиссионного спектрального анализа с возбуждением спектров в дуге постоянного тока. Спектры регистрировали на дифракционном спектрографе ДФС-13.

Результаты и обсуждения. В *таблице 1*, представлен характерный состав нефтешламов, отобранных из различных точек шламонакопителя ТОО «ПетроКазахстан Ойл Продактс».

Таблица 1 – Физико-химические показатели исследованных образцов нефтешламов

Показатели	Ед.изм.	Значения показателей
Фазовый состав:	% масс.	
Органическая часть		61,86-71,22
Вода		0,33-5,20
Минеральная часть		23,58- 37,81
Плотность	кг/м ³	892 - 901
Вязкость динамическая	Па · с (П)	
при 20 °С		0,002 - 0,006 (0,02 - 0,06)
при 50 °С		0,004 - 0,009 (0,04 - 0,09)
при 80 °С		0,0011 - 0,0015 (0,011 - 0,015)
рН		6 - 9
Температура:	°С	
- начала кипения		70 - 80
- застывания		минус 2 - 0
Теплоемкость	кДж/кг · °С	3,72 - 4,06
Теплопроводность	Вт/м · °С	0,52 - 0,58
Теплотворная способность	МДж/кг	23 - 26

Таблица 1 – Физико-химические показатели исследованных образцов нефтешламов

Фракционный состав мехпримесей, выделенных из нефтешлама	% масс.	
Фр. > 1,25	мм	4,6
0,8	мм	1,2
0,6	мм	1,62
0,5	мм	1,4
0,4	мм	3,28
<0,4	мм	88,8
Химический состав мехпримесей, выделенных из нефтешлама:	% масс.	
SiO ₂		35,6
Fe ₂ O ₃		11,5
CaSO ₄		5,3
CaO		3,3
MgO		2,6
Al ₂ O ₃		1,2
Потери при прокаливании		40,5

Содержание воды в исследуемых шламах, колеблется в пределах 0,33-5,20%. Вода в нефтяных шламах является балластом и естественно снижает рабочую теплоту сгорания (за счет затраты тепла на испарение).

Физико-химические свойства углеводородной части нефтешлама, извлеченной экстракцией, приведены в *таблице 2*.

Результаты экстракции показали, что органическая часть в процессе экстракции полностью не выделяется, до 10% органических веществ остается в минеральной составляющей нефтешлама. Элементный состав нефтепродуктовой части составил, % масс: С - 84,9 %; Н -12,7% ; S -0,3% ; N+O -1,1%.

Групповой состав органической части нефтешлама, извлеченной экстрагированием бензолом, приведен в *таблице 3*.

Как видно из *таблицы 3*, органическая часть характеризуется высоким содержанием парафинов и асфальто-смолистых веществ, что осложнит ее переработку. Затем полученная органическая часть подвергалась разгонке на аппарате АРН-2 и было определено потенциальное содержание дистиллятных фракций.

Термическая переработка, включающая в себя процесс извлечения углеводов в присутствии минеральной части, является одним из перспективных ме-

Таблица 2 – Физико-химические показатели углеводородной части нефтешлама, извлеченной экстракцией

Показатели	Величина показателей
Плотность при 200 С, кг/м ³	989,0
Массовая доля воды, %	следы
Массовая доля механических примесей, %	0,76
Массовая доля нефтепродуктов, %	99,24
Вязкость условная (при 80°C), °ВУ	2,84
Температура вспышки в открытом тигле, °С	124
Коксуемость, мас.%	12,5
Кислотное число, мг КОН/1 г	21,0
Фракционный состав:	
Начало кипения, °С	90
10% перегоняется при, °С	300
15% перегоняется при, °С	350
Выход до 360 °С, масс.%	18,0
Остаток+потери, масс.%	82,0

Таблица 3 – Групповой химический состав органической части нефтешлама

Компонент	Содержание, масс.%
Масла:	
парафино-нафтеновые	70,8
легкая ароматика	4,2
средняя ароматика	4,4
тяжелая ароматика	8,0
смолы I	4,0
смолы II	7,3
асфальтены	1,3

тодов переработки нефтешламов. Извлечение органической части из нефтешлама проводили на стационарной лабораторной установке термической переработки.

Для выяснения влияния термического воздействия на состав углеводородов было проведено исследование состава и свойств термически извлеченной органической части нефтешлама. Полученная после термической переработки углеводородная фаза по своим физико-химическим показателям значительно отличается от состава органической части, выделенной экстрагированием. После термопереработки органическая часть характеризуется большей плотностью и коксуемостью, но меньшей кислотностью. Содержание серы при этом уменьшается. После термопереработки в органической части нефтешлама, по сравнению с экстракционной, количество парафино-нафтеновых и ароматических масел значительно снижается. При этом увеличивается содержание асфальтенов и смол. Таким образом, углеводородная фаза, полученная термической переработкой нефтешлама, обладает повышенным содержанием асфальто-смолистых веществ.

С помощью спектрографического метода исследовано распределение ванадия, никеля и других микроэлементов в органической фазе нефтешламов. Содержание микроэлементов в органической части нефтяных отходов определили методом эмиссионного спектрального анализа с возбуждением спектров в дуге постоянного тока. Спектры регистрировали на дифракционном спектрографе ДФС-13 при силе тока 10 А и диафрагме 5.

Результаты анализа, приведенные в *таблице 4*, показали, что в органической фазе нефтешлама высокое содержание меди, хрома и марганца, а для органической части загрязненного нефтью грунта, характерна высокая концентрация ванадия, железа, магния, кремния и алюминия. Содержание никеля в органической фазе обоих отходов одинаково. Однако, уровень содержания всех металлов превышает предельно допустимую концентрацию (ПДК) в почве.

Таблица 4 – Содержание микроэлементов в органической части нефтешлама, извлеченной экстракцией

Металл	Содержание, мас. %	ПДК в почвах, мас. %
Ванадий	< 0,003	$5 \cdot 10^{-5}$
Железо	>0,001	-
Никель	< 0,003	$4 \cdot 10^{-6}$
Медь	<0,3	$3 \cdot 10^{-6}$
Хром	- 0,03	$6 \cdot 10^{-6}$
Марганец	5 0,01	$7 \cdot 10^{-4}$

Таким образом, анализ полученных данных показывает, что по составу и свойствам органическая часть нефтяных отходов приближается к тяжелым остаткам нефти Казахстана. Для нее характерны повышенное содержание смол и асфальтенов, повышенная плотность, что, естественно предположить, является следствием действия на отходы климатических факторов в процессе длительного хранения в открытом амбаре.

Состав и структура органической фазы изменяются при окислении и осмолении под воздействием атмосферы при хранении в открытых амбарах и в почве. С течением времени происходит старение отходов из-за улетучивания легких фракций. В результате медленно протекающих окислительных реакций уплотнения, а также выветривания легких углеводородов в отходе образуются высокомолекулярные соединения по схеме: ароматические углеводороды → смолы → асфальтены.

Склонность органической фазы к химическим превращениям зависит от ее состава и, прежде всего, от наличия легкоокисляющихся групп и связей в молекулах. Хорошо известно, что в смесях ароматических и парафино-нафтеновых углеводородов гораздо быстрее окисляются ароматические компоненты. На старение нефтешламов значительное воздействие оказывает также вода, которая способствует ускорению химических превращений, растворению и вымыванию низкомолекулярных соединений.

Заключение и выводы. Таким образом, на основании физико-химических анализов, можно однозначно утверждать, что нефтешламы в своем составе содержат «тяжелые» и ароматические углеводороды. Такое предположение дает основание на их использование, т.е. переработку, путем вовлечения в химические процессы.

Изучение вещественного состава минеральной части нефтешламов проведено с использованием гравиметрического и рентгенофазового методов анализа. Согласно проведенным исследованиям, основными составляющими минеральной части отходов являются кварц, кальцит и полевые шпаты.

Минералогический состав этой части отходов по результатам рентгенофазового анализа, приведен в *таблице 5*.

Таблица 5 – Минералогический состав минеральной части нефтешлама

Минерал	Содержание, %
Кварц	52
Кальцит	15
Галит	16
Шпат альбит	7
Шпат адуляр	5
Гематит	5

Минеральная часть нефтешлама представлена песчаными и минералами. По данным гравиметрического анализа минеральная часть нефтешлама состоит из пылеватых песков барханного типа со следующим зерновым составом (средневзвешенные значения) мас. %: фракции крупнее 0,63 мм - 4,13; фракции 0,4-0,63 мм - 39,35; фракции 0,25-0,4 мм - 15,32; фракции 0,1-0,25 мм - 11,53; фракции менее 0,1 мм - 29,67.

В минеральные примеси входят соли щелочных металлов (растворимые в воде, извлеченные вместе с нефтью), а также металлоорганические соединения, являющиеся составной частью горючей массы нефтяного шлама и содержащие атомы железа, магния, алюминия, меди и т.д.

Механические примеси представляют собой песок (кварц), глина (каолинит), ил, продукты коррозии металла (ржавчина).

В *таблице 6*, приведены результаты качественного анализа механических примесей нефтяного шлама. В зависимости от источника появления механических примесей в шламах количественное содержание, компонентный состав и дисперсность их могут значительно отличаться друг от друга.

В процессе сгорания нефтяного шлама под влиянием высокой температуры минеральные примеси подвергаются ряду изменений. Зола - негорючий остаток, получающийся после сгорания топлива, является балластом и понижает его тепловые качества. В золе находятся оксиды кальция, магния, кремния, алюминия, железа, марганца и других элементов. Температура плавления золы нефтяных шламов составляет 1300 - 1700 °С, что соответствует температуре плавления золы тяжелых нефтяных топлив. Высокое содержание минеральной части (30-55 %) в шламах

Таблица 6 – Качественный анализ механических примесей нефтешлама

Наименование элементов	Содержание элементов, %
Fe	>10
Mn	>10
Cu	>10
Ni	>10
Pb	>10
Mg	1÷10
Al	1÷10
K	>1
Ca	>1
Na	1÷10
Zn	<1
Si	<1
Sn	<1
Ag	следы

требует специальной организации вывода золы в процессе их поточного термического разложения.

1. Установлено, что нефтешламы в накопителях НПЗ являются реальным источником техногенных эмиссий и воздействия на экосистему. В результате мониторинга установлены основные источники загрязнения окружающей среды. Определен характер и уровень воздействия содержимого нефтешламовых накопителей (амбаров) на атмосферный воздух, почву и подземные воды. Выявлены условия образования нефтешламов на ТОО «ПКОП».

2. По составу и свойствам органическая часть нефтяных отходов ТОО «ПКОП» приближается к тяжелым остаткам нефтей Казахстана. Для нее характерны повышенное содержание смол и асфальтенов, повышенная плотность, что является следствием действия на отходы климатических факторов в процессе длительного хранения в открытом пространстве.

3. На основании результатов физико-химических анализов можно утверждать, что нефтешламы в своем составе содержат «тяжелые» и ароматические углеводороды. Предложено их переработку проводить термическим разложением на небольших термических установках, так как применение метода экстракции по экономической составляющей более дорогостоящее мероприятие.

4. Установлено, что извлеченная органическая часть после очистки от воды и механических примесей может быть использована на НПЗ для получения различных нефтепродуктов. 

Данная статья опубликована в рамках программно-целевого финансирования научного проекта № BR18574207 «Разработка технологии утилизации твердо бытовых и органических отходов путем комплексной их переработки для решения региональных экологических проблем» Комитета науки МНВО РК.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Мазлова Е.А., Мещеряков С.В. Экологические характеристики нефтяных шламов // Химия и технология топлив и масел. - 1999. -№ 1. -С.40-42.
- 2 Онгарбаев Е.К., Мансуров З.А. Нефтяные отходы и способы их утилизации.- Алматы: Қазақ ұлттық университеті, 2003. -160 с.
- 3 Минигазимов, Н. С. Техника и технология утилизации нефтяных отходов/ Н.С. Минигазимов , В.А. Расветалов, И. Н.Минигазимов, А.Тарраф. -Уфа: Гилем.-2010. -316 с.
- 4 Пономарев В.Г., Иоакимис Э.Г., Монгайт И.Л. Образование и очистка сточных вод нефтеперерабатывающих заводов. -М.: Союз Дизайн, 2009. -352 с.
- 5 Мухтаров, Я. С. Анализ источников образования нефтесодержащих отходов / Я. С. Мухтаров, Р. Ш. Суфиянов, В. А. Лашков // Вестник Казанского технологического университета. -2017. - № 17. - С. 220 223.
- 6 Егорова, Г. И. Отходы нефтехимических производств / Г. И. Егорова, И. В. Александрова, А. Н. Егоров. — Тюмень: ТюмГНГУ, 2016. - 126 с.
- 7 Мазлова Е.А. Проблемы утилизации нефтешламов и способы их переработки. -М.: Ноосфера, 1997. — 128 с.
- 8 Венх М., Жалгасулы Н., Жантохов С.К.Перспективы снижения загрязнения окружающей среды //Вестник КазНТУ. -2007. - №1. -С.158-161.
- 9 Хайдаров Ф.Р. Экологические проблемы нефтяной промышленности / Ф.Р. Хайдаров, Р.Н. Хисаев, В.В. Шайдаков. – Уфа.: Монография, 2005. – 190 с.
- 10 Баширов В.В. Характеристика нефтешламовых амбаров и их влияние на окружающую природную среду // Защита от коррозии и охрана окружающей среды: Экспресс-информация. М.: ВНИИОЭНГ. – 1993. - № 9. – С. 15-26.
- 11 Зайнуллин Х.Н., Минигазимов Н.С., Фердман В.М. Пути решения проблемы утилизации нефтесодержащих шламов в Республике Башкортостан Материалы межрегиональной конференции «Промышленные и бытовые отходы», Уфа, 1996. часть 1. - С.153-158.
- 12 Реут Э.А. Анализ воздействия предприятий нефтепереработки на окружающую среду. //Проблемы защиты окружающей среды на предприятиях нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности.// Материалы НПК. -Уфа, 1997.- С.8 -10
- 13 Ермаков В.В. Переработка нефтешламов: оценка экономической эффективности / Рюмина Н.В., Амосова А.А., Сухонослова А.Н., Ермаков В.В./Переработка углеводородного сырья. Комплексные решения (Левинтеровские чтения): тезисы докладов Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2009. –С. 141.
- 14 Чернова Т.Г., Чуткерашвили Е.Е. Применение метода ЭПР для изучения структуры асфальтенов различной природы //Химия и технология топлив и масел. - 1977. - № 1. - С. 57-60.
- 15 Петров СИ., Тюлягина Т.Н., Василенко П.А. Определение нефтепродуктов в объектах окружающей среды // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. - 1999. - Т. 65, № 9. -С. 3-19.
- 16 Карякин А.В., Грибовская И.Ф. Методы оптической спектроскопии и люминесценции в анализе природных и сточных вод. - М.: Химия, 1987. - 304 с.

- 17 Ботнева Г.А., Ильина А.А., Терской Я.А. и др. Методическое руководство по люминесцентно-битуминологическим и спектральным методам исследования органического вещества пород и нефтей. - М.:Химия, 1979. -204 с.
- 18 Бадикова, А. Д. Возможности спектральных методов анализа для изучения состава нефтешламов / А. Д. Бадикова, Ф. Х. Кудашева, Р. А. Ялалова, А. В. Рулло, С. Р. Сахибгареев // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. - 2017. - Т. 7. - № 2 (21). -С. 128 134.
- 19 Основы аналитической химии. Учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования / [Т. А. Большова и др.]; под ред. Ю. А. Золотова. - 5-е изд., стер. -М.: Издательский центр «Академия», 2012. -384 с.