

**С. А. Монтаев¹, С. М. Жарылгапов¹, К. А. Бисенов²,
А. С. Монтаева¹, О. У. Тауышев¹**

¹Западно-Казахстанский аграрно-технический университет
им. Жангир хана,
г. Уральск, Казахстан

²Кызылординский государственный университет
им. Коркыт Ата,
г. Кызылорда, Казахстан

НЕФТЕШЛАМ КАК ЭНЕРГОВЫДЕЛЯЕМЫЙ И МОДИФИЦИРУЮЩИЙ КОМПОНЕНТ В ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ КЕРАМИКИ*

Аннотация. Приведены результаты экспериментальных исследований по разработке композиционной добавки с использованием нефтяных шламов для производства эффективной стеновой керамики. Установлена возможность получения качественной стеновой керамики с пониженными энергетическими затратами по ресурсосберегающей технологий за счет использования конгломератной композиции на основе нефтешламов. Добавка конгломератной смеси с нефтешламом в керамическую массу служит в качестве поверхностно активных веществ (ПАВ) благодаря содержанию в них природных эмульгаторов в виде смол, асфальтенов и высокоплавких парафинов, что позволяет облегчить работу формующего оборудования и исключает свильеобразование формовочной массы и гарантирует получение отформованных изделий без трещин и посечек. Установлено, что при термообработке сырьевой композиции происходит следующие процессы: процесс горения нефтешлама внутри продукта и способствует снижению перепада температур между центром и поверхностью изделий, что интенсифицирует процесс спекания изделий; за счет внутреннего горения нефтешлама сокращается продолжительность обжига,

**Работа выполнена в рамках грантовых исследований по приоритетному направлению «Рациональное использование природных ресурсов, переработка сырья и продукции» за 2015-2017 гг. по линии МОН РК.*

так как что отформованный сырец обжигается быстрее, чем сырцы, отформованные по традиционной технологии керамического кирпича; повышается температура среды внутри печи за счет горения нефтешлама, что обеспечивает снижению энергозатрат на стадии обжига. Таким образом, доказана принципиальная возможность использования нефтешламов в качестве энерговыделяемого и модифицирующего компонента в технологии производства стеновой керамики. При этом достигается не только экономический эффект но и экологический эффект за счет утилизации нефтешламов с выходом готовой продукции.

Ключевые слова: керамическая масса, нефтешлам, лессовидный суглинок, утилизация, керамический кирпич.



Түйіндеме. Тиімді қабырға керамикасын өндіру үшін мұнай шламы пайдаланылған композициялық қоспаны жасау бойынша тәжірибелік зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Мұнай шламы негізінде жасалған композициялық қоспаны пайдалана отырып ресурснөмдеу технологиясы бойынша энергетикалық шығыны төмен, сапалы қабырғалық керамика алу мүмкіндігі анықталды. Мұнай шламы бар конгломератты қоспаны керамика массасына қосу құрамында табиға эмульгатор ретіндегі смола, асфальтобетон, жоғары балқитын парафиндер, қалыптау жабдықтарының жұмысын жеңілдететін және қалыпталған үлгіге ақаулар мен сызаттар түсірмеуге кепіл болатын беттік белсендірілген зат (ББЗ) ретінде қосылады. Шікі композицияны термоөндеуде келесідей процесстер жүретіні анықталды: өнімнің ішіндегі мұнай шламының жану процесі оның сыртындағы мен беткі қабатына дейінгі температураның төмендеуіне қарсы әсер беріп, бұйымның пісу процесін жылдамдатады; мұнай шламының іште жануына байланысты күйдіру уақыты азайып, қалыпталған үлгі бұрынғы керамикалық кірпішті күйдіргеннен шапшаңырақ күйдіріледі; мұнайшламының жануы әсерінен пештің ішіндегі температура жоғарылап, күйдіруге кететін энергия шығыны азаяды. Сондықтан, мұнай шламын қуатбелгіш және модифицирленген компонент ретінде қабырға керамикасын өндірісі технологиясына пайдалану мүмкіндігі дәлелденді. Дайын өнім алу арқасында тек қана экономикалық тиімділік емес, экологиялық тиімділікке де жетіп отырмыз.

Түйінді сөздер: керамикалық масса, мұнай шламы, сары саздақ, кәдеге жарату, керамикалық кірпіш.



Abstract. They are presented the results of the experimental research on development of the composite additive with oil sludge for the production of

effective wall of ceramics. It is found the possibility of obtaining the high-quality wall ceramic with reduced energy consumption on resource-saving technology by the use of conglomerate composition on the basis of oil sludge. The addition of the conglomerate mixture with the oil sludge in ceramic mass is used as the surface active agents (SAA) due to their content of natural emulsifiers in the form of resins, asphaltenes and high melting paraffins that can facilitate the work of molding equipment and excludes свильеобразование of molding composition and guarantees the obtaining of molded articles without cracks and bruises. It is found that during the heat treatment of feedstock composition, take place the following processes: – the combustion process of oil sludge inside the product and reduces the temperature difference between center and surface of the product that intensifies the process of sintering of products; – at the expense of the internal combustion of oil sludge, reduces the duration of firing, as the molded adobe is fired faster than the adobes which are molded by the traditional technology of ceramic bricks; – increases the temperature of medium inside the oven at the expense of combustion of oil sludge, which reduces the energy consumption at the firing stage. Thus, it is proved the possibility of using the oil sludge as energy producing and modifying component in the production technology of the wall ceramics. In this case, it is achieved not only the economic benefits but also the environmental benefits at the expense of utilization of oil sludge with the release of finished product.

Key words: ceramic mass, oil sludge, loess-like loam, utilization, ceramic brick.

Введение. Нефтедобыча означает не только большие экспортные доходы, но и серьезную угрозу природной среде. На любом крупном НПЗ есть хранилища отходов, так называемых шламов, под крупными нефтехранилищами. Нефтяные шламы, образующиеся в процессе нефтегазодобычи, транспортировки нефти и нефтепродуктов, их переработки, являются опасными загрязнителями поверхностных и подземных вод, почвенного покрова и атмосферного воздуха. Количество нефтешламов постоянно увеличивается. Хранение нефтешлама в накопителях вызывает сложные экологические проблемы. В то же время его нефтяная часть является ценным органическим сырьем и ее комплексная переработка обеспечивает сохранение природных ресурсов [1,2].

Проблемам утилизации нефтяных шламов посвящены и труды зарубежных ученых [3-5]. Учеными из Вильнюсского техни-

ческого университета (Литва) были проведены научно-экспериментальные исследования по использованию нефтяных шламов в технологии керамических материалов. Полученные научные результаты показали перспективность использования нефтяных шламов в керамическом производстве в отношении модификаций керамических масс и улучшения физико-механических свойств готового продукта.

В работе [6] авторами проведены исследования по использованию отработанных автомобильных масел (отходы нефтепродуктов) в композиции с кварцевым песком для производства легких заполнителей в качестве модифицирующей добавки к глинистому сырью. Добавка 1 % отработанных масел в композиции с кварцевым песком позволила увеличить газообразование, вспучиваемость глинистого сырья, механическую прочность и снизить температуру вспучивания глинистого сырья.

В целом использование отходов промышленности в производстве строительных материалов, подвергающихся обязательной термообработке по необходимости технологического процесса, является положительной научной тенденцией для энергоэффективности технологии и ресурсосбережения [7].

В настоящее время известно о применении следующих методов (и их комбинаций) обезвреживания и переработки нефтяных шламов [8-13]:

— сжигание нефтяных шламов в виде водных эмульсий и утилизация выделяющегося тепла и газов;

— обезвоживание или сушка нефтяных шламов с возвратом нефтепродуктов в производство, а сточных вод – в оборотную циркуляцию и последующим захоронением твердых остатков;

— отверждение нефтешламов специальными консолидирующими составами с последующим использованием в других отраслях народного хозяйства, либо захоронением на специальных полигонах;

— переработка нефтяных шламов на газ и парогаз, в нефтепродукты;

— использование нефтешламов как сырье (компоненты других отраслей народного хозяйства);

— физико-химическое разделение нефтяного шлама (растворители, деэмульгаторы, ПАВ и др.) на составляющие фазы с последующим использованием.

В качестве базовых могут быть рекомендованы методы термического и химического обезвреживания отходов, позволяющие осуществлять переработку нефтесодержащих отходов силами предприятий отрасли, к примеру, за счет организации на объектах участков обезвреживания на базе компактных установок небольшой производительности. Оба метода позволяют обезвреживать следующие виды нефтеотходов:

— образующиеся в результате очистки сточных вод нефтесодержащие осадки и жидкие нефтеотходы из очистных сооружений;

— нефтешламы, образующиеся при зачистке резервуаров и технологического оборудования;

— нефтешламы, представляющие собой сложные многокомпонентные дисперсные системы, образующиеся в результате поршневания продуктопроводов или формирующиеся с течением времени в амбарах;

Многие авторы утверждают [8-13], что наиболее эффективным, хотя и не всегда экономически рентабельным, считается термический метод обезвреживания шлама, сущность которого заключается в сжигании нефтешламов во вращающихся барабанных печах, в печах с кипящим слоем теплоносителя, в объеме топки с использованием форсунок, в топке с барботажными горелками. При этом термический метод позволяет совместно с нефтешламами сжигать загрязненные фильтры, промасленную ветошь, твердые бытовые отходы. Образующиеся при этом вторичные отходы относятся к 4 классу опасности и подлежат вывозу на полигоны захоронения.

Применение нефтешламов в качестве сырья для других отраслей является одним из рациональных способов его использования, так как достигается определенный экологический и эко-

номический эффект [14]. При этом при производстве продукции не требуется специального оборудования и дополнительной энергии.

Одной из наиболее широких областей применения нефтешламов является дорожное строительство, где они используются как добавка к связующим, повышающая качество асфальтовой смеси. Второй областью по объему использования нефтешлама в качестве сырья является изготовление строительных материалов. Так, продукт обезвреживания нефтешлама препаратом «Эконафт» может быть использован в качестве добавки для асфальтобетонных смесей, а также в качестве конструктивных элементов автодорог, гидроизоляционных и дополнительных слоев земляного полотна автодорог.

Нефтешламы могут быть использованы также для получения битумных вяжущих материалов [15,16].

На нефтеперерабатывающих заводах Казахстана при переработке нефти образуются сточные воды, содержащие нефтепродукты. Для очистки таких сточных вод требуется разделить основные составляющие: нефть, воду и твердое вещество.

Например, в настоящее время Павлодарское НПЗ для утилизации нефтешламов из амбаров и резервуаров используется Трикантер® компании «Flottweg» (Германия), специально рассчитанный на непрерывное разделение трех фаз. Он разделяет компоненты за одну технологическую операцию.

Преимущества при переработке нефтяных шламов из отстойников и лагун с использованием Трикантера® компании «Flottweg» заключается в следующем:

- около 90 % имеющейся нефти получается из шлама и может снова использоваться в качестве сырой нефти;
- отделенное твердое вещество составляет примерно 10-20 % первоначального количества шлама. Это в значительной степени уменьшает расходы на транспортировку, депонирование и сжигание;
- непрерывный автоматический режим работы также при неоднородном составе нефтяного шлама позволяет уменьшить

численность необходимых сотрудников;

— устранение опасности для окружающей среды, исходящей от отстойников и лагун с нефтью.

Проведенный предварительный анализ существующих наиболее эффективных методов утилизации нефтешламов позволяет заключить, что переработка и утилизация нефтешламов – это важная экологическая и экономическая задача.

В настоящее время унифицированного способа переработки нефтешламов нет. Однако любая технология базируется на 2-х последовательных этапах: предварительная подготовка (обезвоживание и удаление механических примесей) и непосредственно переработка. Тем не менее на данный момент в результате утилизации нефтешламов уже получают много полезных продуктов: товарную нефть, топливо для котельных установок, некоторые строительные материалы. Известны также технологии и специальное оборудование для переработки нефтяных шламов с извлечением остаточной нефти и утилизацией твердых отходов (кека) в материалы для дорожного строительства [16-19].

Первый заместитель председателя комитета Государственной думы РФ по аграрно-производственной политике и природопользованию Р. Сафина считает, что надо целенаправленно заниматься проблемой утилизаций нефтешламов в пределах закона, чтобы эти отходы нефтедобычи можно было продавать, экспортировать или перерабатывать [1].

Учитывая и анализируя существующие тенденции утилизаций нефтяных шламов, на наш взгляд, можно выделить 3 основных области применения нефтешламов с целью эффективного использования их в качестве топливосодержащего сырья:

- применение в котельных в качестве топлива;
- получение топливных компонентов и профилактических смазок;
- использование в производстве строительных материалов, требующих высокотемпературного обжига и связанных с высокими затратами энергоносителей (уголь, газ, дизельное топливо и т. п.). К числу таких производств можно отнести производ-

ство керамического кирпича, керамзита, аглопорита, извести, цемента.

В качестве глинистого компонента использовался лёссовидный суглинок Чаганского месторождения (Западно-Казахстанская область) химический состав, которого представлен в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав лёссовидного суглинка

Содержание оксидов, мас. %									
SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	F	SO ₃	Na ₂ O	п.п.п
52,58	12,25	12,0	2,13	5,10	–	–	2,57	3,60	9,78

В качестве добавки использовался нефтешлам нефтедобывающей компании ТОО «Жайык Мунай» (г. Уральск), который имеет следующие характеристики:

- вязкость условная при 80 °С – 2,11;
- плотность при 20 °С, – 960 кг/м³;
- содержание нефтепродуктов – 34,5-37,6 % мас.,
- содержание воды – 48-56,4 % мас;
- механических примесей – 4,3-4,6 % мас.

Кроме того, в нефтешламе присутствуют природные эмульгаторы – смолы, асфальтены, высокоплавкие парафины.

Цель работы – использование нефтешлама в технологии стеновой керамики в качестве модифицирующего и топливосодержащего компонента.

Методы исследований. Для измельчения лёссовидного суглинка применяли лабораторную щековую дробилку марки ДЩ 80×150 и лабораторную шаровую мельницу марки МШЛ 250×100.

В процессе исследования использована испытательная лаборатория НИИ инжиниринга и ресурсосбережения Западно-Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангир хана, региональная университетская лаборатория инженерного профиля «IPGETAC» по направлению: «Высокие технологии получения новых материалов на основе комплексного использования ресурсов горно-металлургической промышленности», Вос-

точно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева и лаборатория инженерного профиля «Методы физико-химического анализа» Кызылординского государственного университета им. Коркыт Ата.

Для определения кристаллических фаз, размера частиц и кристаллов, количественного соотношения кристаллической и аморфной фаз использовался просвечивающий электронный микроскоп JEM-2100 фирмы «JEOL» (Япония).

Изучение топографии и микроструктуры поверхности, различных образцов, качественный и количественный анализ состава образца в точечной области, построение профилей распределения элементов вдоль выбранной линии, получение карт распределения элементов с выбранного участка производили растровым электронным микроскопом JSM-6390LV фирмы LEOL (Япония).

Качественный и количественный фазовый анализ, определение параметров ячейки и ориентировки кристаллов, анализ структур поликристаллов, микронапряжений и текстур, количественный элементный анализ неорганических веществ и материалов, изотопный анализ проводили на дифрактометре рентгеновский XPert PRO фирмы «PANalytical».

Для определения теплопроводности образцов, изготовленных из кремнистых и глинистых материалов, использовали измеритель теплопроводности ИТП-МГ-4 «Зонд».

Для проведения экспериментальных работ пробу лёссовидного суглинка подвергали дроблению в лабораторной щековой дробилке МШЛ 100×250 до образования фракций 5-10 мм, затем подвергали помолу в лабораторной шаровой мельнице МШЛ-1П до удельной поверхности и полного прохождения через сито с отверстием 1 мм.

Пробу нефтешлама ТОО «Жайык Мунай» (г. Уральск), полученную в результате зачистки резервуаров, предварительно подвергали усреднению путем механического перемешивания.

Для введения в керамическую массу нефтешлам из высоковязкого состояния переводили в капиллярно-пористое коллоидное состояние путем совместного перемешивания с тонкомолотым лёссовидным суглинком в соотношении «лёссовидный суглинок – нефтешлам» 3:1. Данная технологическая операция пе-

реводит нефтешлам в сыпучий конгломерат влажностью 12-15 % и обеспечивает удобную позицию для последующих технологических операций как дозирование и равномерность распределения при перемешивании с основной массой.

Из подготовленных компонентов составлялась сырьевая композиция путем взвешивания и дозирования. Конкретные компонентные составы исследуемого объекта представлены в табл. 2.

Из исследуемых составов приготавливалась керамическая масса с формовочной влажностью 20-22 %. Затем изготавливались образцы-цилиндры с диаметром и высотой 50 мм методом пластического формования. Отформованные образцы сушились в сушильном шкафу при температуре 75-85 °С до остаточной влажности 7-8 %. Высушенные образцы обжигались в электрической печи СНОЛ 80/12 по специально разработанному режиму. Термообработанные образцы-цилиндры подвергались испытанию по определению физико-механических свойств и микроскопическому структурному анализу. Результаты экспериментальных исследований представлены в табл. 3.

Таблица 2

Компонентные составы керамической композиции		
№ состава	Компонент, мас. %	
	лессовидный суглинок	конгломератная смесь с нефтешламом
1	50	5,0
2	40	7,0
3	30	10,0
4	20	15,0
5	10	20,0

Таблица 3

Физико-механические свойства исследуемых образцов

№ состава	Коэффициент чувствительности к сушке по экспресс-методу Чижского, с	Температура обжига, °С	Средняя плотность, кг/м ³	Прочность при сжатии, МПа	Прочность при изгибе, МПа	Теплопроводность Вт/м·К	Водопоглощение, %
1	110	950±20	1450	11,7	5,4	0,38	22,8
2	125		1440	11,2	5,1	0,36	23,6
3	142		1430	11,1	4,8	0,34	25,1
4	157		1420	10,8	4,5	0,32	26,4
5	170		1370	10,4	4,3	0,3	28,2

Как показывают результаты экспериментальных исследований, с увеличением содержания конгломерата с нефтешламом за счет уменьшения лёссовидного суглинка наблюдается снижение средней плотности от 1450 до 1370 кг/м³. При этом увеличивается показатель водопоглощения термообработанных образцов, свидетельствующих о повышении пористости образцов. Низкие показатели средней плотности наблюдались у составов № 4 и 5 и находились в пределах 1420-1370 кг/м³. Аналогичные изменения происходят касательно теплопроводности и прочности при сжатии и изгибе. Минимальные значения прочности и теплопроводности также наблюдались у составов № 4 и 5. При этом прочность при сжатии и изгибе у этих составов находилась в пределах 10,4-10,8 МПа, а теплопроводность равна 0,3-0,32 Вт/м·К. Следует отметить, что с увеличением содержания конгломератной смеси с нефтешламом увеличивается время появления первых трещин от 110 до 170 с, что обусловлено снижением чувствительности к сушке керамической композиции. Микроскопический структурный анализ термообработанных образцов без добавки и с добавкой конгломератной смеси с нефтешламом (рис. 1) наглядно показывает, что у последних явно наблюдается значительное увеличение микропористости, так как происходит полное выгорание всех органических остатков конгломератной смеси с нефтешламом в процессе обжига.

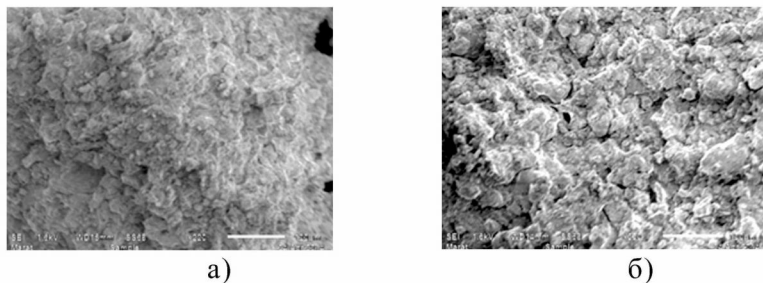


Рис. 1. Микроструктура обожженных керамических образцов при температуре 950 °С (увеличение 220-230): а) керамический образец без добавки; б) керамический образец с добавкой конгломерата с нефтешламом

Результаты и обсуждение. Общий анализ результатов экспериментальных исследований позволяет заключить следующее:

— линейная закономерность снижения средней плотности и прочности при сжатии и изгибе, сопровождающихся повышением показателей водопоглощения и снижением коэффициента теплопроводности термообработанных образцов, свидетельствует о выгорании конгломератной смеси с нефтешламом и образовании мелкопористой структуры керамического черепка;

— несмотря на значительную пористость керамического черепка, прочностные показатели образцов находятся на уровне ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камни керамические. Общие технические условия», что свидетельствует о положительном влиянии конгломератной смеси с нефтешламом на процесс спекания керамической массы;

— конгломератная смесь с нефтешламом положительно влияет и на процесс сушки керамической массы, о чем свидетельствуют экспериментальные показатели коэффициента чувствительности к сушке;

— добавка конгломератной смеси с нефтешламом в керамическую массу служит также в качестве поверхностно-активных веществ (ПАВ) благодаря содержанию в них природных эмульгаторов в виде смол, асфальтенов и высокоплавких парафинов, что позволяет облегчить работу формующего оборудования и исключает свильеобразование формовочной массы и гарантирует получение отформованных изделий без трещин и посечек.

При термообработке сырьевой композиции, по нашему мнению, происходят следующие процессы:

— горение нефтешлама внутри продукта, и способствующее снижению перепада температур между центром и поверхностью изделий, что интенсифицирует процесс спекания изделий;

— за счет внутреннего горения нефтешлама сокращается продолжительность обжига, так как отформованный сырец обжигается быстрее, чем сырцы, отформованные по традицион-

ной технологии керамического кирпича;

— повышается температура среды внутри печи за счет горения нефтешлама, что обеспечивает снижение энергозатрат на стадии обжига;

— образуются легкоплавкие эвтектики за счет взаимодействия мелких частиц лёссовидного суглинка и мелкодисперсных механических примесей, присутствующих в составе нефтешлама, что способствует образованию стеклофазы в области низких температур. В результате структура керамического черепка представляет собой армированный спеченный каркас из стекло- и кристаллических фаз с пористой микроструктурой и, как следствие, снижение температуры обжига, средней плотности и теплопроводности при сохранении прочностных показателей готовых изделий.

Выводы. Доказана принципиальная возможность использования нефтешламов в качестве энерговыделяемого и модифицирующего компонента в технологии производства стеновой керамики. При этом достигается не только экономический, но и экологический эффект за счет утилизации нефтешламов с выходом готовой продукции.

Список литературы

1 Материалы Междунар. форума «Нефтяной шлам»: как превратить отходы в доходы // Новые технологии переработки нефтяных отходов и рекультивации загрязненных земель, г. Москва, 18 июня 2012 г.

2 *Мустафин И.А.* Разработка комплексной установки утилизации нефтяных шламов: автореф. канд. дис.

3 O.Kizinievič, Žurauskienė, Ramunė [Zurauskiene, Ramunė]; Mačiulaitis, Romualdas [Maciulaitis, Romualdas]; Kičaitė, Asta [Kicaite, Asta]. Study of the technogenical raw materials (catalyst) of the oil industry and possibility to utilize them in the constructional ceramics production // The 7th International conference «Environmental engineering» [elektroninis išteklis]. May 22-23, 2008 Vilnius, Lithuania: proceedings [CD]. Vilnius: Technika, 2008. – P. 1-7.

4 O.Kizinievič, Mačiulaitis, Romualdas; Kizinievič, Viktor; Yakovlev G.I. Utilization of technogenic material from an oil-processing company in the

production of building ceramics // Glass and ceramics. New York : Springer. ISSN 0361-7610. – 2006. – Vol. 63, iss. 1-2. – P. 64-67.

5 Kizinievič, Olga; Žurauskienė, Ramunė; Kizinievič, Viktor; Žurauskas, Rimvydas; Tumonis, Liudas. Application of technogenic-raw material and burning out additive in composite ceramic system / Materials science = Medžiagotyra : 20th International Baltic conference on Materials Engineering, Kaunas, October 27-28, 2011. Kaunas : Technologija. ISSN 1392-1320. Vol. 18, no. 3 (2012), p. 296-302. Prieiga per internetą:

6 *Fakhfakh E., Hadzhadzi. Century, Medhioub M.* Effects of sand In addition on production of light fillers from Tunisia the smektitovykh of rich clay breeds // Applied Science Knitting // Release 3-4, 2007. – P. 228-237.

7 Gonsalez-Korrochano. B., Alonso-azcarate.J. Productions the gegkikh of fillers from mountain and industrial wastes // Magazine of ecological management. – 2009. – Т. 90, release 8. – P. 2801-2812.

8 *Жумаев К.К., Орипова Л.Н.* Выбор метода обезвреживания и очистки нефтяных шламов // Молодой ученый. – 2014. – № 1. – С. 84-85.

9 *Ковалева Л.А., Миннигалимов Р.З, Зиннатуллин Р.Р.* Электромагнитные технологии в нефтедобыче и нефтяной экологии // Недропользование – XXI век. – 2009. – № 6.– С. 56-59.

10 *Котенев Ю.А., Андреев В.Е., Давыдов В.П., Юсупов О.М., Сиднев А.В.* Экологические аспекты функционирования нефтегазовых техноприродных систем: учеб. пособие. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 1998. – 101 с.

11 *Миннигалимов Р.З., Нафикова Р.А.* Методика расчета характеристик процесса разделения нефтяных шламов в поле центробежных сил: сб. науч. тр. // Технологии нефтегазового дела. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2007. – С. 161-166.

12 *Валеев М.Д., Бриль Д.М., Миннигалимов Р.З.* Выбор технологии переработки нефтешламов на предприятиях АНК «Башнефть»: сб. науч. трудов БашНИПИнефть. – 1997. – Вып. 92. – С. 21-28.

13 *Булатов В.И.* Нефть и экология: научные приоритеты в изучении нефтегазового комплекса. – Новосибирск, 2004. – 156 с.

14 Инновационный патент № 29517 от 23.01.2015 г. «Способ получения стеновой керамики» / Монтаев С.А., Бисенов К.А., Таскалиева А.Т., Жарылгапов С.М. и др.

15 *Миннигалимов Р.З., Нафикова Р.А.* Современные пути решения проблем переработки шламов в нефтедобыче и в переработке: сб. науч.тр. // Технологии нефтегазового дела. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2007. – С. 166-171.

16 *Магид А.Б., Купцов А.В., Шайбаков Р.А.* Технологические процессы переработки нефтешламов // Вестник АТИНГ. – 2005. – № 6-7. – С. 82-86.

17 *Ахметов А.Ф., Ахметшина М.Н., Десяткин А.А., Хафизов Ф.Ш.* Получение стойких топливных композиций с использованием нефтешлама // Нефтепереработка и нефтехимия- с отечественными технологиями в XXI век: тез. докл. II конгресса нефтегазопромышленников России. – Уфа: ИПНХП, 2000. – С. 164.

18 *Ахметов А.Ф., Ахметшина М.Н., Десяткин А.А., Хафизов Ф.Ш.* Создание агрегативно-устойчивых топливных смесей на основе тяжелого котельного топлива и нефтешлама // Химические реактивы, реагенты и процессы малотоннажной химии: тез. докл. XIII Междунар. науч.-практ. конф. – Уфа: Реактив, 2000. – С. 124.

19 *Ахметов А.Ф., Ахметшина М.Н., Десяткин А.А., Хусаинов Р.М., Рахметов Э.Э.* Разработка технологии утилизации нефтешлама // Нефтяные топлива и экология: тез. докл. Респ. конф. молодых ученых. – Уфа: УГНТУ, 2000. – С. 61.

Монтаев Сарсенбек Алиакбарвич, профессор, доктор технических наук; e-mail: montaevs@mail.ru

Жарылгапов Сабит Муратович, докторант
тел. 8-702-766-6174; e-mail: sabit.raisa@mail.ru

Бисенов Кылышбай Алдабергенович, ректор, профессор, доктор технических наук

Монтаева Айнур Сарсенбековна, магистрант

Тауышев Орынбек Утебаевич, магистрант