

СТРОИТЕЛЬСТВО

МРНТИ 67.15.47

К.А.Бисенов¹, С.А.Монтаев², Р.А.Нарманова¹, Н.О.Аппазов¹

¹Кызылординский государственный университет
им. Коркыт Ата, г. Кызылорда, Казахстан

²Западно-Казахстанский аграрно-технический университет
им. Жангир-хана, г. Уральск, Казахстан

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕФТЕШЛАМОВ В СОСТАВЕ КЕРАМЗИТА*

Аннотация. Разработана ресурсосберегающая технология гранулированного пористого теплоизоляционного материала типа "керамзит", основанная на рациональном использовании некондиционного природного сырья и отходов нефтедобычи. Созданы рациональные технологические режимы и параметры производства керамзита при способе пластического формования. Предлагаемая технология предусматривает использование неvspучивающихся лёссовидных суглинков, барханного песка и нефтешлама, что значительно расширяет сырьевую базу для производства керамзита и способствует получению эколого-экономического эффекта. Реализация технологии в производстве керамзита позволяет отказаться от дорогостоящей энерговыделяемой добавки угля, нефти, снизить энергозатраты на сушку и обжиг изделий на 25-30 %. Установлено, что процесс горения нефтешлама в составе конгломератной смеси позволяет повысить температуру внутри печи и ускорить процесс вспучивания керамической массы за счет выгорания органических компонентов, как асфальтены, масла, смолы. Полученный материал может использоваться строительными организациями.

Ключевые слова: нефтеотходы, нефтешлам, утилизация нефтешламов, керамзит, неvspучивающиеся глины, барханный песок, топливосодержащий компонент.

**Исследование проведено на базе аккредитованной лаборатории инженерного профиля "Физико-химические методы анализа" Кызылординского государственного университета им. Коркыт Ата за счет средств грантового финансирования научных исследований на 2015-2017 гг. Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан.*

Түйіндеме. Зерттеу мақсаты – табиғи шикізатты және мұнай өндіруде түзілген қалдықтарды тиімді пайдалануға негізделген "керамзит" түріндегі түйіршіктелген кеуекті жылу оқшаулағыш материалдар алудың ресурснемді технологиясын жасау. Пластикалық тәсілмен керамзит алудың ұтымды технологиялық көрсеткіштері және параметрлері жасалды. Ұсынылатын технология нашар ісінетін саз тәрізді топырақты, барханды құмды және мұнай шламын пайдалану керамзит өндірісінің шикізат базасын кеңейтуге және экология-экономикалық тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Ұсынылатын технологияны керамзит өндірісінде жүзеге асыру қымбатқа түсетін энергия бөлінетін көмір, мұнай қоспаларынан бас тартуға, бұйымдарды кептіруге және күйдіруге жұмсалатын энергия мөлшерін 25-30 % төмендетуге мүмкіндік береді. Конгломератты қоспа құрамындағы мұнай шламының жану процесі пеш ішіндегі температураны жоғарылатып, асфальтендер, майлар, шайырлар тәрізді органикалық қосылыстардың жануы есебінен керамикалық массаның ісіну процесінің жылдамдығының артатындығы анықталды. Алынған материалды құрылыс мекемелері пайдаланалды.

Түйінді сөздер: мұнай қалдықтары, мұнайшламы, кәдеге асыру, керамзит, нашар ісінетін саз топырақ, шағыл құм, конгломерат, отынқұрамдас компонент.



Abstract. The purpose of the research is the development of resource-saving technology for granular porous heat-insulating material of the "expanded clay" type, based on the rational use of substandard natural raw materials and oil production wastes. Rational technological regimes and parameters for the production of expanded clay in the method of plastic molding are developed. The proposed technology provides for the use of non-intumescent loess-like loams, barkhan sands and oil-slime, which significantly expands the raw material base for the production of expanded clay and contributes to the ecological and economic effect. The implementation of the proposed technology in the production of expanded clay allows to abandon the costly energy-releasing coal and oil additive, reduce energy consumption for drying and roasting the product by 25-30 %. It is established that the process of burning oil-slime in the conglomerate mixture allows to increase the temperature inside the furnace and accelerate the process of expanding the ceramic mass by burning out organic components like asphaltenes, oils and resins. The resulting material can be used by building organizations.

Key words: oil waste, oil-slime, recycling, expanded clay, non-intumescent clays, barkhan sand, conglomerate, fuel-containing component.

Введение. Нефтяная промышленность составляет основу современной экономики, в то же время она является главным

загрязнителем и разрушителем окружающей среды. Промышленное освоение месторождений углеводородного сырья приводит к ухудшению экологической обстановки в районах разведки, добычи, транспортировки и переработки нефти. Например, в процессе добычи, перекачки, хранения нефти, эксплуатации очистных сооружений образуется значительное количество нефтешлама. Такое образование одного из крупнотоннажных отходов нефтедобывающей промышленности может привести к загрязнению окружающей среды, нерациональному использованию природных ресурсов, что, в свою очередь, может нанести значительный ущерб не только состоянию окружающей среды, но и экономике государства.

Среди отходов нефтедобычи особого внимания заслуживают нефтешламы, содержащие в достаточно широком диапазоне минеральные частицы (50-75 %), сырую нефть (20-40 %) и воду (5-10 %). Нефтешламы также в больших количествах образуются при нефтепереработке. Составы этих нефтешламов в основном представлены органической частью (нефтепродукты, присадки и ПАВ), минеральной части (карбонаты кальция, магния, гидроксиды кальция, алюминия, железа при следующем объемном соотношении компонентов (%), соответственно 2,4:1,6:2,0 [1-4].

Если принять во внимание, что в Республике Казахстан общая площадь действующих и перспективных нефтегазоносных месторождений занимает более 60 % всей территории страны, а действующими являются более 200 нефтегазовых месторождений, находящихся в Кызылординской, Актюбинской, Атырауской, Западно-Казахстанской и Мангистауской областях [5], то утилизация вновь образующихся и накопленных нефтяных отходов должна быть одним из приоритетных направлений, обуславливающих весьма интенсивный спрос на создание современных технологий и развитие для этих целей рынка эффективных, мобильных и доступных по стоимости экологических услуг.

При длительном хранении нефтяного шлама в нефтеналивных резервуарах может образовываться стойкая водонефтяная эмульсия сложного состава, поэтому через промежуток време-

ни ее состав может отличаться от состава свежего шлама. Устойчивость водонефтяной эмульсии обусловлена наличием поверхностно-активных веществ, которые либо поступают вместе в хранилище, либо образуются в результате протекания физико-химических процессов при хранении нефтешлама.

В качестве основных методов обезвреживания и утилизации нефтеотходов практически используются:

- термические методы обезвреживания;
- методы биологической переработки;
- физико-химические методы переработки;
- химические методы обезвреживания [6,7].

Несмотря на разнообразие существующих методов, проблема переработки и использования нефтешламов относится к одной из наименее разработанных по технологии их утилизации.

В работах [8,9] установлено сходство физико-химических свойств углеводородной части нефтешламов с тяжелыми нефтяными фракциями и определено, что они относятся к категории легковоспламеняющихся и горючих материалов. Так как одной из важных задач было выявление способа дальнейшего использования нефтешлама в качестве топливного компонента, то установленные свойства позволяют рассматривать их в качестве выгорающей и вспучивающейся добавки в составах керамических материалов.

С этой точки зрения можно предположить, что использование нефтешлама в качестве сырья, а именно как топливосодержащий компонент в составе гранулированного пористого теплоизоляционного материала типа "керамзит", является одним из рациональных способов его утилизации, так как при этом достигается определенный экологический и экономический эффект.

Основные предпосылки использования нефтешлама как вспучивающейся добавки в керамической композиции для получения гранулированного теплоизоляционного материала заключаются в следующем: анализ известных на рынке производителей теплоизоляционных материалов показывает, что существующие заводы по производству керамзита неравномерно сосредоточены по территории Казахстана. ТОО "Стройкомбинат"

(г. Уральск) и керамзитовый завод в г. Актобе не могут обеспечить потребностей растущего рынка. В таких регионах, как г. Астана, Южно-Казахстанская и Кызылординская области, из-за отсутствия технологии получения керамзита на основе слабоспучивающихся суглинков, отсутствует возможность организовать производство керамзита. Транспортировать керамзит по территории более чем 100 км становится нерентабельным. Если учесть, что одно из ведущих мест при строительстве энергоэффективных зданий и сооружений принадлежит керамзиту, то организация его производства будет актуальна и своевременна. Потенциальными потребителями продукции могут быть предприятия стройиндустрии РК в строительстве жилья и социальных объектов. Кроме того, результаты анализа рынка строительных материалов позволяют заключить, что наибольший спрос существует на теплоизоляционные материалы. Действительно объем выпуска теплоизоляционных материалов на 1000 жителей составляет в Швеции 600 м³, в США – 500 м³, в Финляндии – 420 м³, в России – 90 м³. В то время как в Казахстане аналогичные материалы не производятся. Разработка технологических основ композитов позволяет замещать на рынке Казахстана такие импортные теплоизоляционные материалы, как пенополистирол и материалы на основе стекловолокон, которые имеют недостатки. Например, пенополистирол рассчитан на реальный срок службы 10-15 лет, что обусловлено деградацией полимеров в атмосферных условиях [10,11]. Их не рекомендуется использовать при температуре выше 80-100 °С, а при 180-250 °С они начинают интенсивно разлагаться с выделением токсичных и пожароопасных веществ. Кроме того, они подвержены разрушению грызунами.

Таким образом, разработка технологий производства керамзита на основе слабоспучивающихся лёссовидных суглинков, запасы которых имеются во всех регионах РК, является актуальной.

Цель работы – разработка научно-технологических решений использования нефтешламов в качестве топливосодержащего и вспучивающегося реагента в составе керамической ком-

позиции для производства гранулированного пористого теплоизоляционного материала типа "керамзит".

Методы исследований. В качестве исходных компонентов использовались сырьевые материалы – лёссовидный суглинок и барханный песок из карьера в г. Кызылорде, донный нефтешлам из резервуаров "Ащисай" АО "КОР", базирующихся на территории Кызылординской области. Основные свойства сырьевых материалов изучены в работах [8,9].

Для проведения экспериментальных работ сырьевые материалы подвергали помолу в лабораторной шаровой мельнице МШЛ-1П до удельной поверхности 1500-2000 см²/г. Пробу нефтешлама, полученную в результате зачистки резервуаров, предварительно подвергали усреднению путем механического перемешивания. Известно, что нефтешлам обладает повышенной тягучестью, и использование в таком состоянии в композициях затруднено. Поэтому на первом этапе нефтешлам из высоковязкого состояния переведен в капиллярно-пористое коллоидное состояние путем совместного перемешивания с тонкодисперсным барханным песком. Данная технологическая операция переводит 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. Для определения физико-механических свойств сырья и готового продукта использован комплекс стандартных методик согласно ГОСТ 9757-90, ГОСТ 22263-76, ГОСТ 530-2007. Измерение теплопроводности образцов осуществляли с помощью измерителя теплопроводности ИТП-МГ-4 "Зонд". Изучение микроструктуры поверхности проведено на растровом электронном микроскопе JSM-6510 LV фирмы "JEOL".

Результаты и обсуждение. Из подготовленных компонентов путем взвешивания и дозирования составлялась сырьевая композиция. Конкретные компонентные составы исследуемого объекта представлены в табл. 1.

Таблица 1

Компонентные составы керамической композиции

Компонент, мас. %	
лёссовидный суглинок	конгломератная смесь "барханный песок - нефтешлам"
85,0	15
83,0	17
80,0	20
78,0	22
75,0	25

Из исследуемых составов изготавливалась керамическая масса с формовочной влажностью 18-20 %. Затем изготавливали гранулы с фракциями 5-10, 10-20, 20-40 мм и подвергались термообработке при температурах 200-500 °С в течение 0,5-1,0 ч в сушильном шкафу ШСП-0,5-70. Гранулы для вспучивания обжигались во вращающейся печи марки RSR120/1000/13 по специально разработанному режиму в интервале температур 1150-1180 °С. Вспученные гранулы подвергались испытанию по определению физико-механических свойств. Результаты экспериментальных исследований (табл. 2) показывают, что с увеличением содержания конгломератной смеси "барханный песок – нефтешлам" за счет уменьшения содержания суглинка наблюдается снижение насыпной плотности материала от 520 до 450 кг/м³. Низкие показатели насыпной плотности наблюдаются у составов № 4 и № 5 и находятся в пределах 450-475 кг/м³. Аналогичные изменения происходят с теплопроводностью и прочностью при сдавливании в цилиндре. Минимальные значения прочности и теплопроводности также наблюдаются у составов № 4 и № 5. При этом прочность при сдавливании в цилиндре у этих составов находится в пределах 3,5-3,7 МПа, а теплопроводность равна 0,08 Вт/м·К.

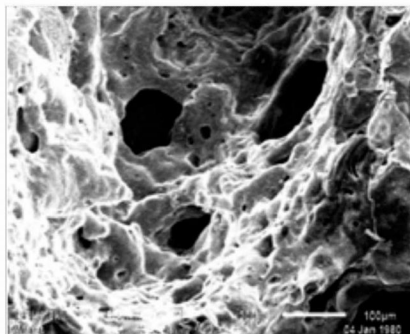
Физико-механические свойства исследуемых образцов

Номер состава	Коэффициент чувствительности к сушке по экспресс-методу Чижского, с	Температура обжига, °С	Насыпная плотность, кг/м ³	Прочность при сдавливании в цилиндре, МПа	Теплопроводность, Вт/м·К
1	130	1170±15	520	4,5	0,12
2	145		510	4,3	
3	166		480	3,9	0,08
4	180		475	3,7	
5	195		450	3,5	

В соответствии с квалификацией теплоизоляционных материалов образцы составов № 4 и № 5 относятся к классу Б (0,06-0,115 Вт/м·К), а составы № 1, № 2 и № 3 – к классу В (0,1-0,175 Вт/м·К). Согласно ГОСТ 9757-90 образцы составов № 4 и № 5 имеют марку по прочности П-200, а образцы составов № 1, № 2 и № 3 – П-150. Анализ результатов исследований показывает, что полученный гранулированный теплоизоляционный материал обладает лучшими теплоизоляционными и физико-механическими свойствами по сравнению со свойствами традиционного керамзита из монтмориллонитовых глин.

Большое значение в процессе структурообразования имеет химико-минералогический состав керамической композиции в системе "лёссовидный суглинок – барханный песок – нефтешлам". В них происходят сложные физико-химические процессы структурообразования, включая фазовые превращения на основных стадиях термообработки (рисунок).

Установлено, что содержание нефтешламов в керамической композиции благоприятно влияет на вспучиваемость гранул за счет выгорания таких органических компонентов, как асфальтены, смолы, масла. Нефтешлам при термообработке в сырьевой композиции образует газообразную фазу, которая повышает



Керамзит и его пористая микроструктура

ет степень вспучивания массы в пиропластическом состоянии. В процессе термообработки композиции "суглинок - барханный песок - нефтешлам" происходит взаимодействие минералов композиции друг с другом, что способствует образованию прочной и пористой структуры готового продукта. Установлено, что процесс горения нефтешлама в составе конгломератной смеси позволяет повысить температуру внутри печи и ускорить процесс вспучивания керамической массы, а также способствует снижению энергозатрат на производство изделий на 25-30 %. Вспучиваемость и образование структуры в исследуемой композиции зависят от оптимального сочетания компонентов, определяющих реологические параметры пиропластической массы. Это обуславливается особым характером строения и составом кристаллических решеток минералов, тех компонентов, которые входят в группу кварца, каолинита, гидрослюды и других.

Выводы. Разработана энерго- и ресурсосберегающая технология пористого гранулированного теплоизоляционного материала типа "керамзит". Технология принципиально отличается от существующих аналогов по следующим критериям:

- компонентному составу;
- процессу подготовки сырья;
- по технологическим параметрам обжига;
- физико-механическим свойствам продукта;
- экологической эффективности.

Результаты, полученные в ходе выполнения микроскопического анализа термообработанных образцов, существенно расширяют современные представления фазо- и структурообразования в сырьевых композициях, подвергающихся механической активации и тепловому воздействию.

Налаживание производства керамзита вполне возможно на базе действующих заводов по производству строительных материалов. Приемлемо организовать как отдельный цех по производству керамзита на базе кирпичных заводов, заводов по производству бетонных и железобетонных изделий, заводов по производству силикатного кирпича и извести. Сырьевые ресурсы для производства керамзита в виде лёссовидного суглинки, нефтешлама и барханного песка имеются во всех регионах Казахстана и они недефицитны. Керамзит предлагаемого состава может применяться предприятиями стройиндустрии РК в строительстве жилья и социальных объектов, для устройства кровли, в дорожном строительстве и т.д.

Список литературы

- 1 *Десяткин А.А.* Разработка технологии утилизации нефтяных шламов: автореф. дис. канд, – Уфа, 2004. – 24 с.
- 2 *Абдуллаев Ё.Б.* Разработка техники и технологии утилизации нефтяных буровых отходов: автореф. дис. на соиск. акад. ст. магистра. – Бухара, 2011. – 60 с.
- 3 *Бисенова Л.Е., Торегалиев О.Т.* Производственные отходы нефтяной промышленности и области их применения // VII Междунар. студ. электрон. науч. конф. "Студенческий научный форум – 2015". – М., 2015.
- 4 *Грушова Е.И., Рафальская М. В., Юсевич А. И.* Утилизация асфальто-смоло-парафиновых отложений: анализ состояния проблемы: Тр. БГТУ. Сер. 4 // Химия, технология органического вещества и биотехнология. – 2009. – Вып. 171. – С. 61-63.
- 5 *Айткельдиева С.А., Файзулина Э.Р., Ауезова О.Н., Татаркина Л.Г., Спанкулова Г.А., Саданов А.К.* Активные ассоциации

нефтеоокисляющих микроорганизмов, выделенных из загрязненных почв месторождения Кумколь // Микробиология және вирусология. – 2013. – № 4 (3). – С. 11-14.

6 Капустин В.М., Гуреев А.А. Технология переработки нефти: учеб. пособие: в 2 ч. Деструктивные процессы. Ч. 2. – М.: Колосс, 2008. – 334 с.

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

8 Bissenov K.A., Montayev S.A., Narmanova R.A. Using of oil slime as an energy releasing component in technology of granulated thermal insulation material of the "ceramsite" type // III international conference "industrial technologies and engineering" ICITE - 2016 will be held at the M.Auezov South Kazakhstan State University. Shymkent, Kazakhstan. Oktober 28-29, 2016. – P. 20-22.

9 Бисенов К.А., Монтаев С.А., Нарманова Р.А., Шынгужиева А.Б. Перспективы разработки технологий легких пористых теплоизоляционных материалов на основе лессовидных суглинков методом грануляции // Вестн. Нац. инженер. акад. Республики Казахстан. – 2015. – № 4 (58). – С. 138-142.

10 Коренькова С.Ф., Шеина Т.В. Основы и концепция утилизации химических осадков промстоков в стройиндустрии. – Самара, 2004. – 244 с.

11 Ясин Ю.Д., Ясин В.Ю., Ли А.В. Пенополистирол. Ресурс и старение материала. Долговечность конструкций // Строительные материалы. – 2002. – № 5. – С. 33-35.

Бисенов Кылышбай Алдабергенович, доктор технических наук, профессор, академик НИА РК, ректор

Монтаев Сарсенбек Алиакбарович, доктор технических наук, член-корр. НИА РК, профессор, e-mail: montaevs@mail.ru

Нарманова Роза Абдибековна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: roza_an@mail.ru

Аппазов Нурбол Орынбасарулы, кандидат химических наук, e-mail: nurasar.82@mail.ru