

**С. А. Монтаев**, д.т.н., проф., **А. Т. Таскалиев**,  
**Н. Б. Адилова**, к.т.н., **Н. С. Монтаева**, **А. С. Монтаева**,  
**К. А. Елеуова**, **Б. К. Мухамедов**

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

## **ТЕХНОЛОГИЯ МИКРОПОРИСТОГО ГРАНУЛИРОВАННОГО МАТЕРИАЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕФТЕШЛАМА**

Приведены результаты экспериментальных исследований по использованию нефтяных шламов для получения легкого микропористого спеченного гранулированного материала по керамической технологии. Установлены возможности получения гранулированного материала низкой насыпной плотности и улучшенными теплопроводными свойствами. Использование нефтешлама придает новые технологические преимущества и физико-механические свойства по следующим показателям: улучшает реологические (структурно-механические) свойства керамической массы, снижает топливно-энергетические затраты, создает микропористую структуру гранулированного материала.

**Ключевые слова:** опока, нефтешлам, гранулированный материал, теплопроводность, прочность при сдавливании в цилиндре.



Керамикалық технологиясы бойынша мұнайшламдарын қолданып микрокеукті күйдірілген гранулданған материалды алудағы эксперименталдық зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Үйінді тығыздығы төмен және жылуоқшаулағыш қасиеттері жақсартылған гранулданған материалды алу мүмкіншіліктері анықталды. Мұнайшламды пайдалану жаңа технологиялық мүмкіншіліктер мен физико-механикалық қасиеттерді келесі көрсеткіштер бойынша жақсартады: мұнайшламда парафинафтенді көмірсутектер мен шәйірдің болуына байланысты керамикалық массаның реологиялық (құрылымды-механикалық) қасиеттерін 50-60% жақсартады; керамикалық массаның құрамында мұнайшлам толық жанып қалу себебінен отын энергетикалық шығындары 30-40 % төмендейді, яғни 400 °C астам температура болғанда күйдірілетін масса мұнайшламның жануынан

болатын жылуды шығарады және сырттан келетін энергияны үнемдейді; мұнайшламның толық жанып кетуіне байланысты түйіршіктелген материалдың құрылымы микрокеукті болып, төмен жылуөткізгіштікті (0,07 Вт/мхК) және төмен температурада (900-950 °С), кәдімгі керамзитті өндіру технологиясына қарағанда 200-300 °С төмен, берілген үйінді тығыздығы (450-500 кг/м<sup>3</sup>) пайда болуын қамтамасыз етеді.

**Түйінді сөздер:** опока, мұнайшлам, түйіршіктелген материал, жылуоқшаулағыштық, цилиндрде сығу кезіндегі беріктік.



The results of experimental research on the use of oil slimes to obtain a light porous sintered granular material for ceramic technology. Installed opportunities for granulated material of low bulk density and improves heat. Using sludge gives new technological advantages and physico-mechanical properties of the following indicators: Improves the flow ( structural-mechanical) properties of ceramic-ray mass by 50-60 % due to the content in the oil sludge parafinonafteno of new hydrocarbons and resins; Reduces fuel - energy costs by 30-40 % due to the full - Goran you as part of the ceramic ma-terial , that is, when the temperature over 400 °C mass Scorching heat generated by the combustion of sludge and reduces the energy supplied from the outside ; Create a microporous structure of the granular material by complete combustion of sludge and guarantees the lowest thermal conductivity (0.07 W / MCC ) and a given bulk density (450-500 kg/m<sup>3</sup>) at low temperatures (900 - 950 °S ) , which is below 200 - 3000C than those of traditional-technology production of expanded clay .  
**Key words:** flask, oil-slime, granular material, thermal conductivity, strength at compression in the cylinder.

**Введение.** В связи с удорожанием энергоносителей возникает острая необходимость в сохранении выработанного тепла в зданиях и сооружениях, а в регионах с жарким климатом – снижении затрат на кондиционирование и вентилирование. В этой связи в Республике Казахстан принят Закон "Об энергосбережении и повышении энергоэффективности" от 13 января 2012 г. № 541-IV. Запущен проект Правительства Республики Казахстан "Энергоэффективное проектирование и строительство объектов" с поддержкой Программы развития ООН и Глобального экологического фонда.

Для реализации этих государственно важных задач требуются новые недорогие теплоизоляционные материалы с использованием местных природных и техногенных сырьевых ресурсов. Основным материалом, используемым при строительстве энер-

гоэффективных зданий и сооружений, является керамзит, производство которого, в свою очередь, может успешно развиваться только при наличии достаточно развитой и совершенной сырьевой базы [1-3].

В мировой практике имеется множество исследований по созданию технологий производства керамзита на основе хорошо-, средне- и слабовспучивающихся глин и суглинков. Основной критерий пригодности глинистого сырья – способность вспучиваться при термической обработке в пределах 1050-1250 °С и образовывать при этом материал, имеющий ячеистое строение с плотностью в куске в пределах 200-1350 кг/м<sup>3</sup>. Проблему получения эффективного керамзита на основе слабовспучивающихся глин решают добавлением выгорающих добавок в виде соляного масла, угля, зол ТЭЦ и т.п.

Целью исследования является разработка гранулированного микропористого спеченного материала по керамической технологии с использованием эффективной выгорающей добавки. Из разнообразных природных и техногенных сырьевых ресурсов Казахстана наибольший интерес для создания легких пористых материалов по керамической технологии представляют кремнистые породы опоки и нефтешламы. Современная утилизация нефтешламов, образующихся на указанных предприятиях, частично происходит с применением специальных технологических установок. Конечным продуктом в результате является сырье для битума или товарного дорожного битума. Известны и другие технологические решения утилизации нефтешламов, среди которых наиболее приемлемыми, на наш взгляд, являются результаты исследования ученых Уфимского государственного нефтяного технического университета [4-6]. В целом в данной работе установлено сходство физико-химических характеристик нефтешламов различного происхождения в результате постепенного усреднения их компонентного состава в процессе хранения. Изучение физико-химических свойств углеводородной части нефтешламов показало её близость к тяжёлым нефтяным фракциям, что позволило вовлечь их в состав котельных топлив как с предварительной переработкой, так и без неё.

Таким образом, результаты исследований, выполненных по утилизации нефтяных шламов, подтверждают объективную необходимость проведения дополнительных комплексных исследований по использованию их в технологии производства строительных материалов. Одним из перспективных направлений, на наш взгляд, является использование их в качестве выгорающей добавки в силу того, что они относятся к категории легковоспламеняющихся и горючих материалов.

**Методы исследования.** В качестве объектов исследований выбраны кремнистая порода – опока Западно-Казахстанского месторождения и донный нефтешлам с резервуаров ТОО "Жайкмунай".

**Химический состав опоки, %:**

$\text{SiO}_2$  – 64,52-87,02 (76,88);

$\text{Al}_2\text{O}_3$  – 8-10,58 (9,45);

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 3,5-3,84 (3,69);

$\text{CaO}$  – 0,32-4,73 (1,87);

$\text{MgO}$  – до 2,79 (1,4);

$\text{SO}_3$  – до 1,95 (0,2);

п.п.п. – 2,06-10,16 (5,34).

**Физико-механические свойства опоки:**

Объемная масса – 1,49-1,59 (1,54) г/см<sup>3</sup>;

Влажность естественная – 14,3-23,83 (17,88) %;

Активность – 17,81-44,5 (37,1) %.

**Минеральный состав опоки, %:**

Глинисто-опаловый материал – 78

Кварц – 10

Глауконит – 5

Гидроокислы железа – 2-3

Слюда – 2

Полевые шпаты, циркон, турмалин – 1.

Для проведения экспериментальных работ пробу опоки подвергали дроблению в лабораторной дробилке МШЛ 100x250 до образования фракций 5-20 мм, затем подвергали помолу в ла-

бораторной шаровой мельнице. МШЛ-1П до удельной поверхности 1500-2000 см<sup>2</sup>/г. Пробу нефтешлама, полученную в результате зачистки резервуаров, предварительно подвергали усреднению путем механического перемешивания. После усреднения нефтешлам имел следующие характеристики:

- вязкость условная при 80 °С - 2,11;
- плотность при 20 °С - 960 кг/м<sup>3</sup>;
- содержание нефтепродуктов - 34,5-376 % мас.,
- содержание воды - 28-35,4 % мас.,
- содержание механических примесей - 4,3-4,6 % мас.

В нефтешламе, как и в тяжелых остатках, присутствовали природные эмульгаторы – смолы, асфальтены, высокоплавкие парафины. Для проведения экспериментальных работ нефтешлам из высоковязкого состояния переводится в капиллярно-пористое коллоидное состояние путем совместного перемешивания тонкомолотой опокой в соотношении «опока – нефтешлам» 3:1. Данная технологическая операция позволяет превратить нефтешлам в сыпучий конгломерат влажностью 12-15 %, что обеспечивает удобную позицию для последующих технологических операций, а именно дозирование и равномерность распределения при перемешивании с основной массой. Из подготовленных компонентов составляется сырьевая композиция путем взвешивания и дозирования. Конкретные компонентные составы исследуемого объекта представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Компонентные составы керамической композиции**

Номер состава	Компонент, мас. %	
	опока	конгломератная смесь с нефтешламом
1	50	50
2	40	60
3	30	70
4	20	80
5	10	90

Из исследуемых составовготавливалась керамическая масса с формовочной влажностью 20-22 %. Затем изготавливались гранулы с фракциями 10-20 мм, которые обжигались без предварительной сушки в электрической печи СНОЛ-80/12 по специально разработанному режиму. Термообработанные гранулы подвергались испытанию по определению физико-механических свойств. Результаты экспериментальных исследований представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Физико-механические свойства исследуемых образцов**

Номер состава	Коэффициент чувствительности к сушке по экспресс-методу Чижского, с	Температура обжига, °С	Насыпная плотность, кг/см <sup>3</sup>	Прочность при сдавливании в цилиндре, МПа	Теплопроводность, Вт/м·К	Водопоглощение, %
1	110	900±20	610	5,4	0,1	25,4
2	125		540	5,1		28,6
3	142		500	4,8	0,07	32,1
4	157		470	4,5		34,8
5	170		400	4,3		38,1

**Результаты исследования.** Как показывают результаты экспериментальных исследований, с увеличением содержания конгломерата с нефтешламом за счет уменьшения опоки наблюдается снижение насыпной плотности от 610 до 400 кг/м<sup>3</sup>. При этом увеличивается показатель водопоглощения термообработанных гранул, свидетельствующий о повышении пористости образцов. Подтверждение этому – значительное снижение насыпной плотности гранул. Низкие показатели насыпной плотности наблюдаются у составов № 4 и № 5 и находятся в пределах 400-470 кг/м<sup>3</sup>. Аналогичные изменения происходят в отношении теплопроводности и прочности при сдавливании в цилиндре. Минимальные значения прочности и теплопроводности также отмечены у составов № 4 и № 5. При этом прочность при сдавливании в цилиндре у этих составов находится в пределах 4,3-4,5 МПа, а теплопроводность равна 0,07 Вт/м·К.

## **Выводы**

Общий анализ результатов экспериментальных исследований позволяет заключить, что по керамической технологии вполне возможно создание микропористого спеченного гранулированного материала с лучшими теплоизоляционными свойствами, а также физико-механическими свойствами, не уступающими традиционному керамзиту. Согласно квалификации теплоизоляционных материалов образцы составов № 4 и № 5 относятся к классу Б (0,06-0,115 Вт/м·К), а составы № 1-3 – к классу В (0,1-0,175 Вт/м·К). Согласно ГОСТ 9757-90 образцы составов № 4 и № 5 имеют марку по прочности П 150, а образцы составов № 1-3 – к П 200.

Установлены возможности получения гранулированного материала низкой насыпной плотности и улучшенными теплопроводными свойствами. Использование нефтешлама придает новые технологические преимущества и физико-механические свойства по следующим показателям:

- улучшает реологические (структурно-механические) свойства керамической массы на 50-60 % за счет содержания в нефтешламе парафинафтеновых углеводородов и смол;
- снижает топливно-энергетические затраты на 30-40 % за счет полного выгорания в составе керамической массы, т. е. при достижении температуры более 400 °С обжигаемая масса выделяет тепло в результате горения нефтешлама и позволяет снизить подаваемую энергию извне;
- созданная микропористая структура гранулированного материала за счет полного выгорания нефтешлама гарантирует обеспечение низкой теплопроводности (0,07 Вт/м·К) и заданной насыпной плотности (450-500 кг/м<sup>3</sup>) в области низких температур (900-950 °С), что ниже на 200-300 °С, чем у технологии производства традиционного керамзита.

### **Литература**

1. *Онацкий С.П.* Производство керамзита: - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1987. - 333 с.
2. *Петров В.П., Макридин Н.И., Ярмаковский В.Н.* Пористые заполнители и легкие бетоны. Материаловедение. Технология производства: учеб.пособие. - Самара, 2009. - 436 с.
3. *Монтаев С. А., Таскалиев А. Т., Жарылгапов С. М., Монтаева А. С. Щучкин С. В.* Исследование керамической композиции для получения легкого заполнителя // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 6. – С. 40-41
4. *Магид А. Б., Купцов А. В., Шайбаков Р. А.* Технологические процессы переработки нефтешламов // Вестник АТИНГ. – 2005. – № 6-7. – С.82-86.
5. *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 конгр. нефтегазопромышленников России. – Уфа: ИПНХП, 2000. – С. 164.
6. *Ахметов А. Ф., Ахметшина М. Н., Десяткин А. А., Хафизов Ф. Ш.* Создание агрегативно-устойчивых топливных смесей на основе тяжёлого котельного топлива и нефтешлама // Химические реактивы, реагенты и процессы малотоннажной химии: тез. докл. XIII Междунар. науч.-практ. конф. – Уфа: Реактив, 2000. – С.124.