

темпами набора прочности. При этом одновременно решается несколько проблем: обеспечивается ресурсо- и энергосбережение, снижается себестоимость композиционных вяжущих, уменьшаются затраты при производстве бетонных и железобетонных изделий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Каприелов С. С., Шейнфельд А. В., Кривобородов Ю. Р. Влияние структуры цементного камня с добавками микрокремнезема и суперпластификатора на свойства бетона // Бетон и железобетон. – 1992. – № 7. – С. 4–7.
2. Получение и свойства цеолитсодержащих цементов / Т. В. Кузнецова, Е. Н. Потапова, А. С. Горелик [и др.] // Цемент и его применение. – 1988. – № 10. – С. 13–14.
3. Гувалов А. А., Кузнецова Т. В. Управление сохраняемостью подвижности бетона регулированием состава модификатора // Техника и технология силикатов. – 2012. – Т. 19, № 1. – С. 7–10.
4. Гувалов А. А. Управление структурообразованием цементных систем с полифункциональными суперпластификаторами // Техника и технология силикатов. – 2011. – Т. 18, № 3. – С. 24–27.
5. Батраков В. Г. Модификаторы бетона: новые возможности и перспективы // Строительные материалы. – 2006. – № 10. – С. 4–7.
6. Гувалов А. А., Кузнецова Т. В. Органоминеральные добавки на основе вулканического пепла Джейранчельского месторождения // Технологии бетонов. – 2013. – № 1. – С. 39–41.
7. Гувалов А. А., Кабусь А. В., Ушеров-Маршак А. В. Влияние органоминеральной добавки на раннюю гидратацию цемента // Строительные материалы. – 2013. – № 9. – С. 94–95.

## REFERENCES

1. Kaprielov S. S., Sheinfel'd A. V., Krivoborodov Yu. R. Influence of cement stone structure with additives of silica fume and superplasticizer on concrete properties. *Beton i zhelezobeton*, 1992, no. 7, pp. 4–7 (in Russian).
2. Kouznetsova T. V., Potapova E. N, Gorelik A. S., et al. Preparation and properties of zeolite cements. *Tsement i ego primeneniye*, 1988, no. 10, pp. 13–14 (in Russian).
3. Guvalov A. A., Kouznetsova T. V. Management of preserving mobility of concrete regulation of composition modifier. *Tekhnika i tekhnologiya silikatov*, 2012, vol. 19, no. 1, pp. 7–10 (in Russian).
4. Guvalov A. A. Management formation structure of cement systems with multifunctional superplasticizers. *Tekhnika i tekhnologiya silikatov*, 2011, vol. 18, no. 3, pp. 24–27 (in Russian).
5. Batrakov V. G. Concrete modifiers: new opportunities and prospects. *Stroitel'nye materialy*, 2006, no. 10, pp. 4–7 (in Russian).
6. Guvalov A. A., Kouznetsova T. V. Organomineral additives based on volcanic ash of the Dzheyranchelsky deposit. *Tekhnologii betonov*, 2013, no. 1, pp. 39–41 (in Russian).
7. Guvalov A. A., Kabus' A. V., Usherov-Marshak A. V. Influence of organomineral additive on early hydration of cement. *Stroitel'nye materialy*, 2013, no. 9, pp. 94–95 (in Russian).

## ВЛИЯНИЕ ОТХОДОВ УГЛЕБОГАЩЕНИЯ НА ПОРИСТОСТЬ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МЕЖСЛАНЦЕВОЙ ГЛИНЫ

**Е. С. Абдрахимова, Самарский государственный аэрокосмический университет; В. З. Абдрахимов, Самарский государственный экономический университет**

**Ключевые слова:** теплоизоляционный материал, шламы флотационного углеобогащения, межсланцевая глина, обжиг, плотность, теплопроводность

**Key words:** heat-insulating material, slimes flotation coal enrichment, interslate clay, roasting, density, heat conductivity

Топливо-энергетический комплекс принадлежит к числу основных «загрязнителей» окружающей природной среды. На его долю приходится 48% всех выбросов в атмосферу, 36% всех сбросов сточных вод и 30% всех твердых отходов [1, 2].

Перспективное направление утилизации отходов углеобогащения – использование их в качестве отощающей и выгорающей добавки к сырью, а также в качестве основного сырья при производстве керамических изделий (кирпича, плитки, черепицы) и пористых заполнителей.

Объемы производства и потребления теплоизоляционных материалов в России гораздо меньше, чем в Европе и Северной Америке, несмотря на то, что там во многих странах климат мягче.

С накоплением промышленных отходов нарушается экологическое равновесие. Земельным комиссиям приходится отводить участки для хранения отходов, которые могли бы быть использованы в градостроительстве или сельском хозяйстве [3, 4]. Вместе с тем из отходов или из отходов в комбинации с природным сырьем могут быть изготовлены практически все основные строительные материалы [3–5].

Производство керамических материалов отличается высокой материалоемкостью, поэтому применение отходов теплоэнергетики при изготовлении керамических материалов в последние годы приобретает особую актуальность [3–5].

Цель работы – получение керамического теплоизоляционного кирпича из отходов теплоэнергетики без применения традиционных природных материалов. Особое внимание уделено исследованию влияния отходов углеобогащения на пористость теплоизоляционных материалов на основе межсланцевой глины.

При проведении исследований в качестве глинистого компонента использовали межсланцевую глину [6–9], образующуюся в качестве отхода при переработке горючих сланцев. По числу пластичности межсланцевая глина относится к высокопластичному глинистому сырью (число пластичности 27–32) с истинной плотностью 2,55–2,62 г/см<sup>3</sup>. В качестве отощителя (для сокращения сроков сушки, уменьшения количества трещин и снижения усадки) и выгорающей добавки применяли шламы флотационного углеобогащения ЦОФ «Обуховская» (Ростовская обл.). Химический состав (оксидный и поэлементный) межсланцевой глины и шламов флотационного углеобогащения представлен соответственно в табл. 1 и 2, гранулометрический (фракционный) – в табл. 3, а технологические показатели – в табл. 4.

Т а б л и ц а 1

**Оксидный химический состав сырьевых материалов**

Сырьевой материал	Содержание оксидов, мас. %						
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	R <sub>2</sub> O	п.п.п.
Межсланцевая глина	45–47	13–14	5–6	11–13	2–3	3–4	9–20
Шламы флотационного углеобогащения	35–36	14–15	5–6	1–2	1–1,5	1–1,5	33–34

Т а б л и ц а 2

**Поэлементный химический состав сырьевых материалов**

Сырьевой материал	Содержание элементов, мас. %									
	C	O	Na	Mg	Al + Ti	Si	S	K	Ca	Fe
Межсланцевая глина	7,73	50,06	0,46	1,04	7,20	17,66	1,83	1,75	10,53	3,35
Шламы флотационного углеобогащения	8,84	56,19	–	–	11,93	19,03	0,28	2,39	0,38	0,88

Т а б л и ц а 3

**Фракционный состав сырьевых материалов**

Сырьевой материал	Содержание фракций, %				
	> 0,063 мм	0,063–0,01 мм	0,01–0,005 мм	0,005–0,001 мм	< 0,0001 мм
Межсланцевая глина	5	7	12	14	62
Шламы флотационного углеобогащения	37,8	24,2	7,1	13,2	17,7

## Технологические показатели сырьевых материалов

Сырьевой материал	Теплотворная способность, ккал/кг	Огнеупорность, °С		
		начало деформации	размягчение	жидкоплавкое состояние
Межсланцевая глина	1100	1260	1290	1320
Шламы флотационного углеобогащения	2800	1250	1300	1350

Как показывают результаты поэлементного химического анализа, в отходах теплоэнергетики присутствует углерод. Повышенное содержание п.п.п. в шламах флотационного углеобогащения (33–34%) способствует получению легковесного кирпича с низкой плотностью, а повышенное содержание  $Fe_2O_3$  обеспечивает спекание изделий при относительно невысокой температуре.

Сырьевые материалы высушивали до влажности не более 5%, после чего измельчали до прохождения через сито 0,63 мм. Высушенные сырьевые материалы тщательно перемешивали. Керамическую массу готовили пластическим способом при влажности 20–24% (в зависимости от содержания глинистого компонента) и формовали из нее кирпич. Кирпич-сырец высушивали до влажности не более 8%, а затем обжигали при температуре 1050 °С. Изотермическая выдержка при конечной температуре составляла 60 мин.

В табл. 5 приведены составы керамических масс, а в табл. 6 – физико-механические показатели кирпича.

Таблица 5

## Составы керамических масс

Сырьевой материал	Содержание компонентов, мас. %, в составе		
	№ 1	№ 2	№ 3
Межсланцевая глина	70	60	50
Шламы флотационного углеобогащения	30	40	50

Таблица 6

## Физико-механические показатели кирпича

Показатели	Состав		
	№ 1	№ 2	№ 3
Пластичность шихты (безразмерная величина)	18	154	12
Время сушки кирпича, ч	65	58	48
Усадка высушенного кирпича, %	5,4	5,0	4,8
Обожженный кирпич:			
плотность, кг/м <sup>3</sup>	1160	980	800
морозостойкость, циклов	55	48	36
механическая прочность, МПа:			
при сжатии	15,2	14,1	13,2
при изгибе	2,4	2,8	2,7
теплопроводность, Вт/(м·°С)	0,204	0,188	0,180
усадка, %	8,2	7,5	7,1

Как видно из данных табл. 6, из отходов теплоэнергетики был получен легковесный кирпич с высокими физико-механическими показателями.

В зависимости от плотности строительный легковесный кирпич подразделяют на три класса: А – от 700 до 1000 кг/м<sup>3</sup>; Б – от 1000 до 1300 кг/м<sup>3</sup>; В – от 1300 до 1450 кг/м<sup>3</sup>. Кирпич из состава № 1 относится к классу Б, а из составов № 2 и 3 – к классу А.

Электронно-микроскопические снимки, полученные с помощью электронного растрового сканирующего микроскопа Philips SEM 525-M, свидетельствуют о том, что с увеличением содержания в составах шламов флотационного углеобогащения количество пор возрастает (рис. 1).

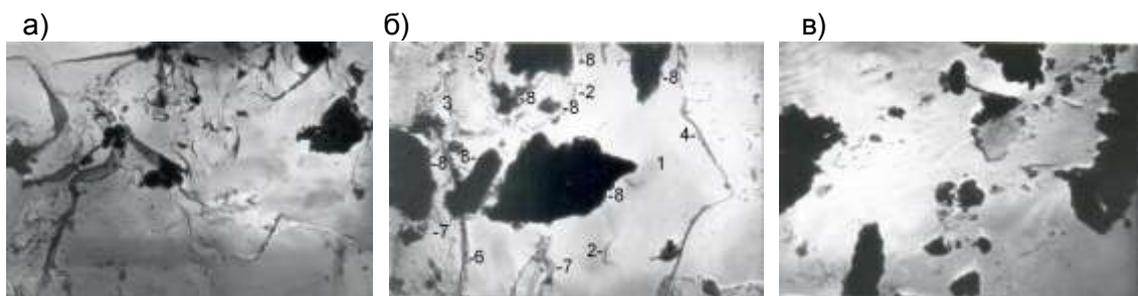


Рис. 1. Микроструктура образцов:  
 а – состав № 1; б – состав № 2; в – состав № 3;  
 1 – стеклофаза; 2 – кристобалит; 3 – муллит; 4 – кварц; 5 – анортит; 6 – волластонит;  
 7 – гематит; 8 – поры (увеличение: а и б – х5000; в – х8000)

Как показывают наши исследования, достижение плотности менее  $1200 \text{ кг/м}^3$  и теплопроводности менее  $0,20 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$  наиболее целесообразно за счет формирования пористой структуры черепка и повышения пустотности изделий. Установлено, что снижение плотности и теплопроводности только за счет увеличения пустотности изделий (пустотелый кирпич) неэффективно [8, 9]. На практике существенное повышение вертикальной пустотности очень часто не дает значительного теплотехнического эффекта и вызывает определенные трудности при возведении стен, так как раствор затекает в пустоты; при этом снижается прочность и возникают сложности в процессе формирования наружного шва. Снижение прочности теплоизоляционного материала является следствием расклинивающего действия раствора, затекающего в пустоты и вызывающего растягивающие напряжения в изделиях. Такие выгорающие добавки, как шламы флотационного углеобогащения, отходы углеобогажительных фабрик, золошлаки, отходы переработки горючих сланцев, нефтяной кек не только повышают пористость керамических изделий, но и способствуют равномерному спеканию керамического черепка [8–11]. При выгорании органической добавки выделяется небольшое количество сопутствующих газов, что приводит к уплотнению стенок вокруг каждой частички, а в итоге увеличивается прочность всего изделия.

На рис. 1, б представлены поля стеклофазы, оплавленные кристаллы кварца призматического и бипирамидального габитуса, одиночные крупные кристаллы  $\alpha$ -кристобалита тетрагональной сингонии, одиночные кристаллы гематита таблитчатого и пластинчатого облика, анортита таблитчатого и октаэдрического габитуса и одиночные кристаллы волластонита. При температуре обжига кирпича  $1050 \text{ °C}$  образуется муллит, короткопризматические кристаллы которого связаны с высоким содержанием в сырьевых материалах  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (более 3%); при этом  $\text{Fe}^{3+}$  замещает  $\text{Al}^{3+}$ , что приводит к ограниченному изоморфизму. Содержание стеклофазы в образцах изменяется от 30 до 35%; при этом образуются желтоватые и бурые стекла с показателями преломления  $1,55\text{--}1,57$ .

В теплоизоляционном кирпиче, содержащем 30% шламов, присутствуют преимущественно изолированные изометрические, иногда овальные поры размером  $3\text{--}10 \text{ мкм}$  (рис. 1, а). Реже фиксируются крупные (до  $40 \text{ мкм}$ ) поры овальной формы и изометрические поры типа каналов. Именно эти поры, по всей вероятности, определяют водопоглощение [8–11]. При увеличении содержания шламов до 40% (рис. 1, б) в кирпиче основную роль играют узкие щелевидные поры и группы соединяющих их пор весьма причудливой формы. Изометрические закрытые поры также наличествуют, но их значение в общей пористости структуры сравнительно невелико. Щелевидные поры, как правило, узкие ( $2\text{--}5 \text{ мкм}$ ), обычно изогнутые, серповидные, иногда прямолинейные. Наибольшее содержание крупных пор типа каналов отмечено в кирпиче, содержащем 50% шламов (рис. 1, в).

Известно, что распределение диаметров частиц фазы внедрения в матричных системах подчиняется логарифмически нормальному закону распределения [12]. Исходя из этого, распределение диаметров пор по размерам, видимо, также можно описать логарифмически нормальным законом распределения, применив метод укрупненных показателей С. А. Салтыкова [13]. Формула логарифмически нормального закона распределения имеет следующий вид:

$$N_i = \frac{N\Delta}{\sqrt{2\pi\sigma(\ln D)}} \exp\left[-\frac{(\ln D_i - \overline{\ln D})^2}{2\sigma^2(\ln D)}\right], \quad (1)$$

где  $N_i$  – число пор  $i$ -й группы в  $1 \text{ мм}^3$  материала;  $N$  – общее число пор всех размеров в  $1 \text{ мм}^3$  материала;  $\Delta$  – цена, или шаг разбивки;  $\ln D$  – средний логарифм диаметров пор;  $\sigma(\ln D)$  – среднее квадратичное отклонение логарифмов диаметров пор;  $D_i$  – диаметр пор  $i$ -й группы, мм.

Для определения величин, входящих в формулу (1), необходимо оценить общее число сечений ( $n$ ) на единицу площади аншлифа, суммарный объем пор ( $\Sigma V$ ) и суммарную поверхность пор ( $\Sigma S$ ) в единице объема материала [12]. Найти эти характеристики можно, используя микрофотографии. При этом  $n$  подсчитывается непосредственно,  $\Sigma V$  определяется линейным или точечным методом, а  $\Sigma S$  – методом случайных секущих [12].

Входящие в формулу (1) величины определяются по следующим формулам: общее число пор в единице объема:

$$N = 6\pi^2 \left( \frac{n}{\Sigma S} \right)^3 \Sigma V; \quad (2)$$

средний диаметр пор:

$$\bar{D} = \frac{n}{N}; \quad (3)$$

среднее квадратичное отклонение диаметров пор:

$$\sigma(D) = \sqrt{\frac{\Sigma S}{\pi N} - (\bar{D})^2}; \quad (4)$$

среднее квадратичное отклонение логарифмов диаметров пор:

$$\sigma(\ln D) = \sqrt{\ln \left[ 1 + \frac{\sigma^2(D)}{(D)^2} \right]}; \quad (5)$$

средний логарифм диаметров пор:

$$\ln \bar{D} = \ln \bar{D} - 0,5\sigma^2(\ln D). \quad (6)$$

При подстановке полученных результатов в формулу (1) вычисляется число пор каждой размерной группы в зависимости от их диаметра [12]. Полученное распределение пор по размерам может быть выражено как в аналитической (формула 7), так и в графической (как в нашем случае) форме (рис. 2).

$$N_i = 1,438\Delta \exp \left[ -\frac{(\ln D_i - 0,1612)^2}{0,1069} \right]. \quad (7)$$

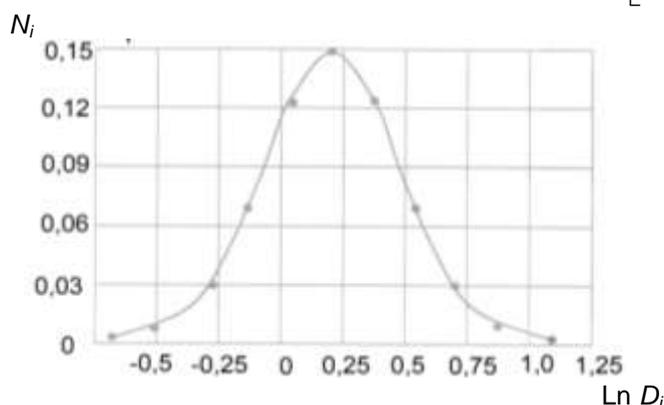


Рис. 2. Распределение пор по размерам в единице объема материала

## Выводы

1. Использование шламов флотационного углеобогащения в керамических массах на основе межсланцевой глины без применения традиционных природных материалов позволяет получать теплоизоляционные материалы с теплопроводностью и плотностью соответственно менее  $0,20 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$  и  $1200 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

2. Углеродосодержащие отходы (шламы флотационного углеобогащения и отходы переработки горючих сланцев) не только повышают пористость керамических изделий, но и обеспечивают равномерное спекание керамического черепка.

3. Получение керамического материала из отходов теплоэнергетики без применения традиционного природного сырья способствует утилизации промышленных отходов, охране

окружающей среды и расширению сырьевой базы для производства строительных материалов. При этом решаются следующие задачи:

утилизируются промышленные отходы и техногенные отложения, что благоприятно сказывается на состоянии окружающей среды;

техногенные образования вовлекаются в производственный оборот; это чрезвычайно важно в условиях истощения природных сырьевых ресурсов;

значительные земельные участки освобождаются от воздействия негативных антропогенных факторов;

создаются энерго- и ресурсосберегающие технологии производства строительных материалов;

снижается стоимость строительных материалов.

*Работа выполнена по гранту на тему «Физико-химические процессы и процессы горения при синтезе керамических композиционных материалов на основе отходов топливно-энергетического комплекса» в рамках мероприятия «Фундаментальные научные исследования Российской академии архитектуры и строительных наук и Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации».*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Абдрахимова Е. С., Абдрахимов В. З., Кайракбаев А. К. Инновационные направления по использованию отходов топливно-энергетического комплекса в производстве теплоизоляционных материалов. – Актюбе: Казахско-русский междунар. ун-т, 2015. – 276 с.
2. Перхуткин В. П., Перхуткина З. И., Овчарук Т. А. Справочник инженера по охране окружающей среды (эколога). – М.: Инфра-Инженерия, 2005. – 864 с.
3. Абдрахимов В. З. Вопросы экологии и утилизации техногенных отложений в производстве керамических композиционных материалов. – Самара: Самарская акад. гос. и муниципал. управления, 2010. – 160 с.
4. Применение техногенного сырья в производстве кирпича и черепицы / В. З. Абдрахимов, Е. С. Абдрахимова, Д. В. Абдрахимов [и др.]. – СПб.: Недра, 2004. – 126 с.
5. Абдрахимов В. З., Денисов Д. Ю. Исследование фазовых превращений на различных этапах обжига керамзита из межсланцевой глины // Известия вузов. Строительство. – 2011. – № 10. – С. 34–42.
6. Пат. 2440312 Российская Федерация, МПК С04В 14/24. Композиция для производства пористого заполнителя / Абдрахимова Е. С., Рошупкина И. Ю., Абдрахимов В. З. [и др.]. – № 2012116159/03; заявл. 20.04.11; опубл. 20.01.12, Бюл. № 2.
7. Абдрахимов В. З., Рошупкина И. Ю., Абдрахимова Е. С. Процессы горения углерода при обжиге теплоизоляционного материала из отходов горючих сланцев // Кокс и химия. – 2012. – № 11. – С. 35–41.
8. Использование отходов горючих сланцев в производстве теплоизоляционных материалов без применения природного сырья / В. З. Абдрахимов, И. Ю. Рошупкина, Е. С. Абдрахимова [и др.] // Экология и промышленность России. – 2012. – № 3. – С. 28–31.
9. Абдрахимов В. З., Абдрахимова Е. С. Влияние отходов углеобогащения на структуру пористости легковесного кирпича // Кокс и химия. – 2011. – № 7. – С. 43–46.
10. Абдрахимова Е. С., Абдрахимов В. З. Свойства конструкционно-изоляционных керамических материалов из смеси межсланцевой глины и отходов флотационного обогащения антрацитов // Химия твердого топлива. – 2014. – № 5. – С. 30–34.
11. Абдрахимова Е. С., Абдрахимов В. З. Фазовый состав теплоизоляционных материалов, полученных из углеродосодержащих отходов // Химия твердого топлива. – 2014. – № 4. – С. 52–58.
12. Давидович Д. И., Павлов Д. Е., Черепанов Б. С. Методы исследования макроструктуры стеклокристаллических и минерализованных пен // Научные исследования по повышению качества продукции строительной керамики: Тр. НИИСтройкерамики. – М., 1979. – С. 99–107.
13. Салтыков С. А. О расчете кривой распределения размеров пространственных зерен // Заводская лаборатория. – 1949. – Т. 15, № 11. – С. 1317–1319.

## REFERENCES

1. Abdrakhimova E. S., Abdrakhimov V. Z., Kayrakbaev A. K. *Innovatsionnye napravleniya po ispol'zovaniyu otkhodov toplivno-energeticheskogo kompleksa v proizvodstve teploizolyatsionnykh*

- materialov*. [Innovative directions on the use of waste fuel and energy complex in the production of heat-insulating materials]. Aktobe: Kazakhsko-russkiy mezhdunar. un-t, 2015, 276 p (in Russian).
2. Perkhutkin V. P., Perkhutkina Z. I., Ovcharuk T. A. *Spravochnik inzhenera po okhrane okruzhayushchey sredy* [The engineering Handbook on environmental protection (ecologist)]. Moscow: Infra-Inzheneriya, 2005, 864 p (in Russian).
  3. Abdrakhimov V. Z. *Voprosy ekologii i utilizatsii tekhnogennykh otlozheniy v proizvodstve keramicheskikh kompozitsionnykh materialov* [Environmental issues and recycling of technogenic deposits in the production of ceramic composite materials]. Samara: Samarskaya akad. gos. i munitsipal. upravleniya, 2010, 160 p (in Russian).
  4. Abdrakhimov V. Z., Abdrakhimova E. S., Abdrakhimov D. V., et al. *Primenenie tekhnogennogo syr'ya v proizvodstve kirpicha i cherepitsy* [Use of technogenic raw materials in production of bricks and tiles]. St. Petersburg: Nedra, 2004, 126 p (in Russian).
  5. Abdrakhimov V. Z., Denisov D. Yu. Study of phase transformations at various stages of roasting of claydite from interslate clay. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo*, 2011, no. 10, pp. 34–42 (in Russian).
  6. Patent RF 2440312. *Kompozitsiya dlya proizvodstva poristogo zapolnitelya* [Composition for production of porous filler]. Abdrakhimova E. S., Roshchupkina I. Yu., Abdrakhimov V. Z., et al. Declared 20.04.11. Published 20.01.12. Bulletin no. 2 (in Russian).
  7. Abdrakhimov V. Z., Roshchupkina I. Yu., Abdrakhimova E. S. Combustion processes of carbon during roasting heat-insulating material from slate wastes. *Koks i khimiya*, 2012, no. 11, pp. 35–41 (in Russian).
  8. Abdrakhimov V. Z., Roshchupkina I. Yu., Abdrakhimova E. S., et al. Use of slate wastes in the manufacture of heat-insulating materials without application of natural raw materials. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, 2012, no. 3, pp. 28–31 (in Russian).
  9. Abdrakhimov V. Z., Abdrakhimova E. S. Influence of coal waste on the structure of porosity lightweight brick. *Koks i khimiya*, 2011, no. 7, pp. 43–46 (in Russian).
  10. Abdrakhimova E. S., Abdrakhimov V. Z. Properties of constructional and insulating ceramic materials from a mixture of interslate clay and waste flotation enrichment of anthracites. *Khimiya tverdogo topliva*, 2014, no. 5, pp. 30–34 (in Russian).
  11. Abdrakhimova E. S., Abdrakhimov V. Z. Phase composition of heat-insulating materials derived from carbon-containing wastes. *Khimiya tverdogo topliva*, 2014, no. 4, pp. 52–58 (in Russian).
  12. Davidovich D. I., Pavlov D. E., Cherepanov B. S. Research methods the macrostructure of glass-ceramic and mineralized foams. *Nauchnye issledovaniya po povysheniyu kachestva produktsii stroitel'noy keramiki: Tr. NIISTroykeramiki*. Moscow, 1979, pp. 99–107 (in Russian).
  13. Saltykov S. A. On calculation of the distribution of sizes of spatial grains. *Zavodskaya laboratoriya*, 1949, vol. 15, no. 11, pp. 1317–1319 (in Russian).

## НОВЕЙШАЯ ИНФОРМАЦИЯ О НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

В сентябре – декабре 2015 г. защищены следующие диссертации:

**РХТУ им. Д. И. Менделеева – Шахгильдян Г. Ю.** «Фосфатные стекла, активированные наночастицами металлов и ионами редкоземельных элементов» (канд. хим. наук).

Разработана методика синтеза оптически однородных стекол на основе калиевоалюмофосфатной системы, содержащей металллические наночастицы и ионы редкоземельных элементов, характеризующихся спектрально-люминесцентными свойствами, перспективными для лазерного модифицирования в разработках новых интегрально-оптических и лазерных устройств. Выявлен механизм и определена температурная зависимость рекомбинационной люминесценции наночастиц золота в фосфатном стекле, установлено влияние наночастиц золота на увеличение интегральной интенсивности люминесценции ионов  $\text{Eu}^{3+}$ .

**Томский политехнический университет – Хабибулин Ш. А.** «Разработка составов и технологии получения модифицированного жидкостекляного вяжущего и композиционных материалов на его основе» (канд. техн. наук).

Предложены составы и технологические приемы, позволяющие улучшить качество жидкостекляного вяжущего и композиционных материалов на его основе путем оптимизации технологических процессов получения жидкостекляных композиций, изучена возможность использования кремнийорганических соединений, исследованы физико-химические процессы, протекающие при синтезе модифицированного вяжущего на основе жидкого стекла, рассмотрено влияние природы заполнителей на свойства получаемых композиций на основе жидкого стекла.

**БГТУ им. В. Г. Шухова – Яхья Мохаммед** «Стекломатериалы на основе кварцевого песка Республики Йемен» (канд. техн. наук).

Разработаны научно-технические принципы применения некондиционного песка Йемена для производства стекломатериалов строительного назначения. Показано, что минералы-примеси в песке полно-