

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 3.939
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

International Scientific Journal
Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2021 Issue: 09 Volume: 101

Published: 17.09.2021 <http://T-Science.org>

QR – Issue



QR – Article



Elyor Sotimboevich Sottikulov

Tashkent Research Institute of Chemical Technology LLC
Senior Researcher, (PhD), Senior Researcher,
111116, Republic of Uzbekistan, Tashkent region, Tashkent district, p / o Ibrat.
elyor-s88@mail.ru

Abdulakhat Turapovich Jalilov

Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology
academician of the Academy of Sciences of the
Republic of Uzbekistan, professor, doctor of chemical sciences, Director,
111116, Republic of Uzbekistan, Tashkent region, Zangiotsinsky district, p / o Ibrat.
gup_tniixt@mail.ru

Masud Ubaydulla ugli Karimov

Tashkent Research Institute of Chemical Technology LLC
Deputy Director for Science., Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher,
111116, Republic of Uzbekistan, Tashkent region, Tashkent district, p / o Ibrat.

Sirojiddin Urolovich Soatov

Tashkent Research Institute of Chemical Technology LLC
Junior Researcher,
111116, Republic of Uzbekistan, Tashkent region, Tashkent region, p/o Ibrat.

SYNTHESIS AND STUDY OF THE INFLUENCE OF THE ALUMOSILICATE MICROSPHERE ON THE PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF THE FOAMING FIRE-RESISTANT COATING

Abstract: This article presents studies of the synthesis of a new aluminosilicate microsphere from ash and slag and studies the effect of an aluminosilicate microsphere on the physicochemical properties of an intumescent fire retardant coating. The change in the maximum foaming temperature from 3400C to 5450C was determined. With an increase in the amount of added aluminosilicate microspheres, a slowdown in the foaming of the coating was observed, and at the same time, due to a slowdown in the foaming time, an increase in the thickness of the foamed coating occurs from 30 mm to 41 mm. It was determined that the most optimal amount of added aluminosilicate microsphere for a foaming fire retardant coating is 25%.

Key words: Aluminosilicate microsphere, fire retardant layer, alkaline agent, coating, foaming, ash-slag, geopolymerization, composition, foaming temperature, gel-like mass.

Language: Russian

Citation: Sottikulov, E. S., Jalilov, A. T., Karimov, M. U., & Soatov, S. U. (2021). Synthesis and study of the influence of the aluminosilicate microsphere on the physico-chemical properties of the foaming fire-resistant coating. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 09 (101), 286-291.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-09-101-25> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2021.09.101.25>

Scopus ASCC: 1605.

СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ АЛЮМОСИЛИКАТНОЙ МИКРОСФЕРЫ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВСПЕНИВАЮЩЕГО ОГНЕЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 1.582	РИИЦ (Russia) = 3.939	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 9.035	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 7.184	OAJI (USA) = 0.350

Аннотация: В данной статье приведены исследования синтеза новой алюмосиликатной микросферы из золашлака и изучено влияние алюмосиликатной микросферы на физико-химические свойства вспучивающегося огнезащитного покрытия. Определено изменение максимальной температуры вспенивания от 3400С до 5450С. С увеличением количества добавляемой алюмосиликатной микросферы наблюдалось замедление вспенивания покрытия и при этом, в связи с замедлением времени вспенивания, происходит увеличение толщины вспененного покрытия от 30 мм до 41. Определено, что самым оптимальным количеством добавляемой алюмосиликатной микросферы, для вспенивающего огнезащитного покрытия, составляет 25 %.

Ключевые слова: Алюмосиликатная микросфера, огнезащитный слой, щелочной агент, покрытие, вспенивание, золашлак, геополимеризация, композиция, температура вспенивания, гелеобразная масса.

Введение

Алюмосиликатные микросферы из летучей золы различных электростанций (Западно-Сибирская ТЭЦ, Беловская ГРЭС, Ново-Кемеровская ТЭЦ, Томь-Усинская ГРЭС), сжигающих кузнецкий уголь, были исследованы комплексом физико-химических методов (БЭТ, СЭМ, РСА анализ и гранулометрический анализ). Для сравнения был исследован образец микросфер Павлодарской ТЭЦ-2, сжигающей экибастузский уголь. Продемонстрированы различия текстурных, структурных и морфологических свойств микросфер, связанные с природой сжигаемого угля и рабочими условиями горения [1].

Исследована возможность получения литых заготовок из алюминиевого сплава, упрочненного добавлением полых алюмосиликатных микросфер. Приведены результаты микроструктурного анализа и исследования прочностных свойств. Проводятся эксперименты по увеличению адгезии расплавленного металла к поверхности микросфер, как с классическими микросферами, так и с микросферами, поверхность которых модифицирована покрытием, содержащим хром и карбид хрома. Продемонстрировано влияние адгезии на механические свойства [2].

Изучены основные параметры алюмосиликатных микросфер, образующихся на тепловых электростанциях России. Эти параметры определяют перспективное промышленное применение этих микросфер. Проведен сравнительный анализ свойств компонентов минерального угля, условий его горения, а также влияния химического и фазово-минералогического состава минеральных примесей в углях практически всех основных угольных месторождений на формирование микросфер. Рассмотрено влияние условий термической обработки на процессы газовыделения в минеральных частицах и на долю алюмосиликатных микросфер в летучей золе. Установлено, что при сжигании угольной пыли в печах с жидким шлакоудалением при прочих равных условиях выход микросфер выше. Проанализированы закономерности образования микросфер и рассмотрен механизм образования

микросфер в летучей золе при сжигании твердого топлива [3].

Ранее изучалось влияние микросфер золы алюмосиликатного типа на физико-механические свойства наполненного пенополиуретана (ППУ), полученного на основе простого полиэфира. Показано, что включение АМ приводит к увеличению вязкости наполненной композиции и изменению ее прочностных свойств. При этом коэффициент теплопроводности наполненного материала не изменяется [4].

Исследовано влияние полых алюмосиликатных микросфер на эффект Пейна, а также на физико-механические, термические, огнезащитные и теплозащитные свойства эластомерных смесей на основе этилен-пропилен-диенового каучука. На основании полученных результатов был предложен механизм взаимодействия эластомерной матрицы с микросферами. Усиление взаимодействия наполнитель – матрица и наполнитель – наполнитель способствует дополнительному трехмерному сшиванию, влияющему на набор физико-механических и термических свойств, и проявлению армирующего эффекта в слое кокса в условиях удаления эрозии и отслоения материала с высокоскоростным потоком газа. [5] Микросферы широко используются за рубежом для изготовления различных теплоизоляционных материалов, радиопрозрачной керамики, облегченных буровых растворов, цементных растворов и др.

Микросферы широко используются за рубежом для изготовления различных теплоизоляционных материалов, радиопрозрачной керамики, облегченных буровых растворов, цементных растворов и др. Было предложено использовать синтетические силикатные микросферы в качестве сорбентов для жидкостной хроматографии макромолекул, контрастных веществ для клинических ультразвуковых исследований, основа для компактных носителей электроники и др. В большинстве случаев алюмосиликатные микросферы, отделенные от летучей золы, могут эффективно заменять синтетические микросферы; однако использование этих микросфер в России

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 3.939
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

крайне ограничено; обычно их вместе с золой вывозят на золоотвалы [6].

Микросферы, используемые в качестве наполнителей, подвергаются интенсивной нагрузке. Это может привести к их раздавливанию и потере плавучести. Поэтому наша цель здесь - изучить прочность микросфер на сжатие и оценить возможность их использования в качестве наполнителей. Большинство опубликованных исследований направлено на определение прочности микросфер как компонента других материалов (например, смол и пластиков) или моделирования частиц композитов. Была разработана методика прямого определения прочности микросфер на сжатие. Мы адаптировали эту методику для использования с испытательным оборудованием Института проблем материаловедения и для измерения плавучести микросфер, необходимой для определения прочности [7].

Зольные микросферы возникают в составе таких веществ, как золы-уноса в ходе сжигания угля, который выделяет большое количество тепла при сжигании. Зольные микросферы представляют собою пустотелые стеклокристаллические алюмосиликатные шарики, объем которых находится в пределах с 20 до 500 мкм. Отличают тонкостенные микросферы вместе с удельным весом вплоть до 0,7 г/см, а также толстостенные микросферы вместе с удельным весом вплоть до 2,2 г/см. Минусом тонкостенной микросферы является ее мягкость, а также умение легко и просто распадаться. В институте ТНИИХТ разработан способ получения алюмосиликатных микросфер из золошлаковых отходов Ангренской ТЭС. В процессе работы изучили химический составов стеклянной, зольной микросферы, полученной из алюмосиликатной микросферы и золошлаковых отходов [8].

Композиты, состоящие из связанных полых стеклянных микросфер, перспективны для конструкций, в которых необходимы материалы, сочетающие высокий модуль Юнга с низкой плотностью. Теоретически предсказаны упругие свойства композитов с идеально связанными полыми стеклянными микросферами. Термообработанные отливки микросфер из кварцевого стекла приближаются к теоретическому модулю Юнга снизу. Наилучший достигнутый результат - модуль Юнга около 1 ГПа при прочности около 0,8 МПа при плотности около 180 кг м-3. Это было получено путем

отливки микросфер из кварцевого стекла, связанных моно-фосфатом алюминия. Композиты, изготовленные прессованием соответствующих смесей микросфер / связующее с последующим нагревом, имели плотность ниже, чем у отливок, но имели модуль Юнга намного ниже теоретического значения [9].

В некоторых литературных источниках объясняется необходимость контролирования стехиометрию реакционноспособной смеси и природу катализатора и инициатора, используемого в процессе получения бикомпонентных систем. Это важно для того, чтобы оптимизировать свойства полимерных композиционных материалов в период их службы. Изучение оптимальных стехиометрических соотношений гарантирует хорошее качество конечного продукта с точки зрения его физико-химических и механических свойств [10].

Цель и методы исследования.

Целью исследования является синтез новой алюмосиликатной микросферы из золошлака и изучение влияния алюмосиликатной микросферы на физико-химические свойства вспучивающего огнезащитного покрытия. Алюмосиликатная микросфера получается из золошлака путём переактивации и термической обработки. Были получены огнезащитные покрытия с добавлением разных количеств алюмосиликатной микросферы. Проводились исследования в температурном режиме, секундомером определялось начало вспенивания, конец вспенивания, была определена максимальная температура вспенивания, толщина вспененного огнезащитного покрытия.

Результаты и их обсуждение.

Нами получены алюмосиликатные микросферы из золошлака путем переактивации (геополимеризации). Процесс синтеза идет следующим образом: измельчение золошлака до размера 50 мкм, активация с щелочным агентом, добавление органических модификаторов и других добавок. В конце реакции получается гелеобразная масса, которая легко измельчается, измельченная масса сушится при комнатной температуре до 10-15% остаточной влажности. Полученный активированный сероватый порошок обрабатывается при температуре до 800 °С. Полученные алюмосиликатные микросферы используются для получения огнезащитной вспучивающей композиции.

Таблица 1. Физико-химические параметры вспененного огнезащитного покрытия.

Алюмосиликатная микросфера содержание, масс. %	Время, с		Максимальная температура вспенивания, (°C)	Толщина вспененного покрытия, мм.
	Начало вспенивания	Конец вспенивания		
0	62	205	340	30
5	70	208	342	30
10	73	215	400	32
15	75	220	460	35
20	75	230	520	38
25	82	240	540	41
30	88	260	545	41

Физико-химические параметры вспененного покрытия (время начала и конца вспениваемого покрытия, подъема пены, максимальная температура вспенивания и толщина вспененного покрытия) контролировались секундомером, лазерным термометром. Из таблицы 1 видно, что концентрация алюмосиликатной микросферы влияет на характер полученного огнезащитного покрытия. При повышении концентрации добавляемой алюмосиликатной микросферы, время начала вспенивания покрытия влияет не значительно, повышается от 62 сек до 88 сек. Конец вспенивания тоже повышается, покрытие без алюмосиликатной микросферы заканчивает вспениваться за 205 сек, а у покрытия, которое содержит алюмосиликатную микросферу в количестве 25%, время вспенивания показывает 240 сек. Наличие алюмосиликатной микросферы существенно влияет на максимальную температуру вспенивающего покрытия. Максимальная температура вспенивающего

покрытия изменяется в зависимости от концентрации алюмосиликатной микросферы. При увеличении концентрации алюмосиликатной микросферы повышается температура вспенивания. Покрытия, без добавления алюмосиликатной микросферы, показывают максимальную температуру вспенивания 340°C, а при добавлении алюмосиликатной микросферы до 30% максимальная температура вспениваемого покрытия показывает 545°C. При повышении количества добавляемой алюмосиликатной микросферы замедляется вспенивание покрытия, при этом, в связи с замедлением времени вспенивания увеличивается толщина вспененного покрытия от 30 мм до 41 мм за счет равномерно закрытых пор. При испытаниях образцы не разваливались и не разрушались.

На рисунке 1 показаны полученная алюмосиликатная микросфера (рис. 1 а) и вспененные покрытия (рис. 1 б, в, г).

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 3.939
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

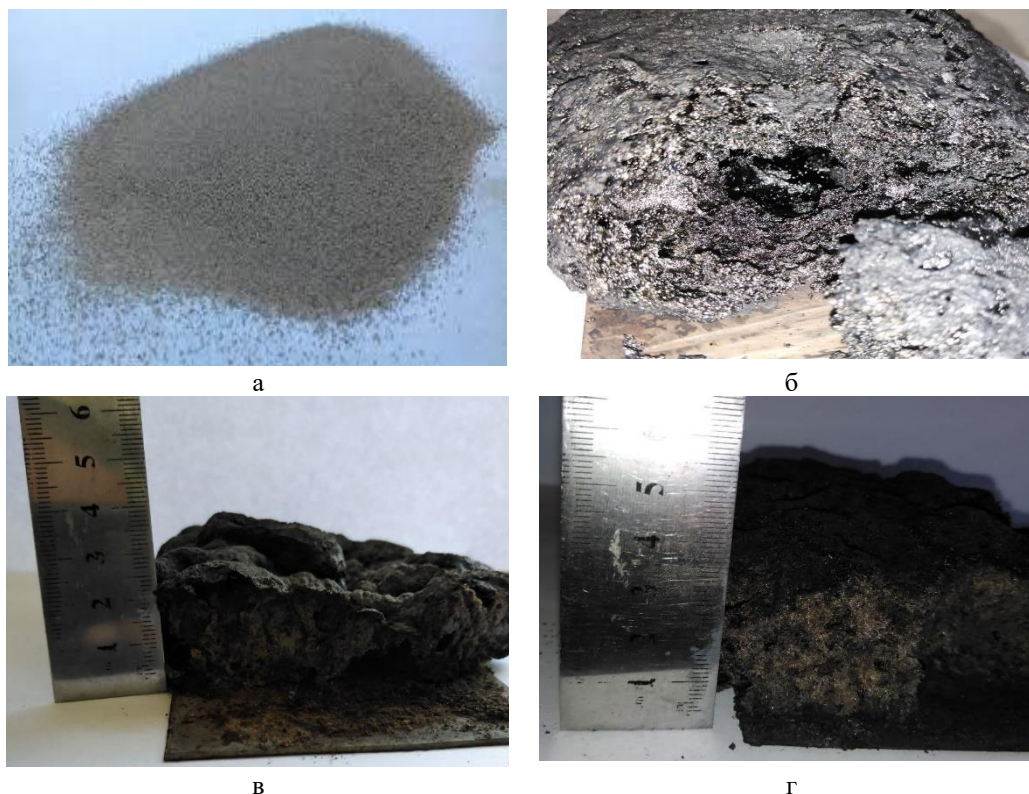


Рисунок 1. Полученная алюмосиликатная микросфера и вспененные огнезащитные покрытия.
(а-полученная микросфера; б- вспененное огнезащитное покрытие без микросферы; в- вспененное огнезащитное покрытие с добавлением микросферы 10%; г- вспененное огнезащитное покрытие с добавлением микросферы 30%;).

На рисунке 1 а показана полученная алюмосиликатная микросфера с максимальным размером до 500 мкм. Без добавления микросферы полученное покрытие вспенено при 340 °С, но поры не равномерны и разных размеров (рис.1 б). С добавлением алюмосиликатной микросферы визуальнo видно, что количество добавляемой алюмосиликатной микросферы влияет на толщину вспененного покрытия, на размеры пор и на равномерность покрытия (рис.1 в, г).

Выводы.

Таким образом, получена алюмосиликатная микросфера из золошлака и получено огнезащитное вспенивающее покрытие. Из исследований видно, что концентрация

алюмосиликатной микросферы влияет на свойства полученного огнезащитного покрытия. Наблюдается повышение конца вспенивания от 205 сек до 260 сек. Максимальная температура вспенивания повышается от 340°С до 545°С. При увеличении количества добавляемой алюмосиликатной микросферы замедляется вспенивание покрытия, при этом, в связи с замедлением времени вспенивания, увеличивается толщина вспененного покрытия от 30 мм до 41 мм за счет равномерно закрытых пор. Определено, что самым оптимальным количеством добавляемой алюмосиликатной микросферы на вспенивающее огнезащитное покрытие является 25 %.

References:

1. Varlamova, L. P., Cherkasov, V. K., Semenov, N. M., Egorov, V. A., Ryabov, S. A., & Izvozchikova, V. A. (2009). Effect of the

modification of aluminosilicate ash microsphere surfaces on physical-mechanical properties of

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИИ (Russia) = 3.939
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

- polyurethane foam. *Russian Journal of Applied Chemistry*, 82(6), 1098-1101.
- Chernyshov, E. A., Romanov, A. D., Kaverin, B. S., Varyukhin, V. A., Ob'edkov, A. M., & Semenov, N. M. (2019). Development of Technology for Preparing Composite Material Based on Aluminum Strengthened with Hollow Ceramic Microspheres. *Metallurgist*, 62(11), 1255-1260.
 - Drozhdzhin, V. S., Shpirt, M. Y., Danilin, L. D., Kuvaev, M. D., Pikulin, I. V., Potemkin, G. A., & Redyushev, S. A. (2008). Formation processes and main properties of hollow aluminosilicate microspheres in fly ash from thermal power stations. *Solid fuel chemistry*, 42(2), 107-119.
 - Varlamova, L. P., Cherkasov, V. K., Semenov, N. M., Egorov, V. A., Ryabov, S. A., & Izvozchikova, V. A. (2009). Effect of the modification of aluminosilicate ash microsphere surfaces on physical-mechanical properties of polyurethane foam. *Russian Journal of Applied Chemistry*, 82(6), 1098-1101.
 - Kablov, V. F., Novopoltseva, O. M., Keibal, N. A., & Kochetkov, V. G. (2017). Elastomer Thermal Protection Materials Containing Aluminosilicate Microspheres. *JCDNM Volume 9 Issue 2, 2017 Q2*.
 - Zhang, Q., Itoh, T., Abe, M., & Zhang, M. J. (1994). Wet-process preparation of amorphous Y-Fe oxide films ferromagnetic at room temperature. *Journal of Applied Physics*, 75(10), 6094-6096.
 - Gupta, N., Woldesenbet, E., & Mensah, P. (2004). Compression properties of syntactic foams: effect of cenosphere radius ratio and specimen aspect ratio. *Composites Part A: applied science and manufacturing*, 35(1), 103-111.
 - Sottikulov, Je. S., Dzhililov, A. T., Karimov, M. U. U., & Soatov, S. U. (2021). Poluchenie aluminosilikatnoj mikrosfery i vliyanie koncentracii poluchenoj mikrosfery na teplovoe soprotivlenie teploizoljacionnyh pokrytij. *Universum: tehnicheckie nauki*, (4-4 (85)), 46-49.
 - Verweij, H., & Veeneman, D. (1985). Hollow glass microsphere composites: preparation and properties. *Journal of materials science*, 20(3), 1069-1078.
 - Kijomov, Sh. N., & Dzhililov, A. T. (2020). Adgezija jepoksiuretanovogo polimera po metallu. *Universum: tehnicheckie nauki*, (9-2 (78)).

Impact Factor:	ISRA (India) = 6.317	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
	ISI (Dubai, UAE) = 1.582	РИИЦ (Russia) = 3.939	PIF (India) = 1.940
	GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 9.035	IBI (India) = 4.260
	JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 7.184	OAJI (USA) = 0.350
