



16. Шаповалов, Д.О. Совмещенный реакционно-разделительный процесс эпоксидирования отходов производства натурального каучука [Текст] / Д.О. Шаповалов, С.Н. Зыбайло, В.Л. Юшко // Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта: Сборник научных трудов. – Днепропетровск: НГУ, 2014. – С. 324-327.

17. Шаповалов, Д.О. Исследование кинетики процесса эпоксидирования скрапов натуральных каучуков [Текст] / Д.О. Шаповалов, С.Н. Зыбайло, В.В. Ведь // Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта: Сборник научных трудов. – Днепропетровск: НГУ, 2016. – С. 220-225.

18. Патент UA109511 C2, МПК В 01 J 19/18, С 08 С 19/00. Реактор [Текст] / Д.О. Шаповалов, В.Л. Юшко. – № а201409102; Заявл. 13.08.2014, Опубл. 25.08.2015., Бюл. № 16.

УДК 666.198

ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ПЛАЗМЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МИКРОСФЕР НА ОСНОВЕ АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ ОТХОДОВ

В.В. Шеховцов¹, О.Г. Волокитин²

¹аспирант механико-технологического факультета, Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия, e-mail: shehovcov2010@yandex.ru

²кандидат технических наук, доцент кафедры прикладная механика и материаловедение, Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия, e-mail: volokitin_oleg@mail.ru

Аннотация. Работе показана возможность использования золошлаковых отходов при производстве микросфер плазменным методом. Описаны физико-химические процессы плавления золошлаковых отходов с учетом реального химического состава и посредством перерасчета на трехкомпонентную систему.

Ключевые слова: микросферы, электроплазменный стенд, физико-химические процессы, утилизация отходов.

VISTA ENERGY PLASMA PRODUCTION BASED MICROSFERES ALUMINOSILICATE WASTE

Valentin Shekhovtsov¹, Oleg Volokitin²

¹Postgraduate student of Mechanics - Technology Faculty, Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia, e-mail: shehovcov2010@yandex.ru

²Ph.D., Associate professor of Applied mechanics and materials science, Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia, e-mail: volokitin_oleg@mail.ru

Abstract. The work shows the possibility of using slag waste in the production of microspheres plasma method. We describe the physical and chemical processes of melting slag waste, taking into account the real chemical composition and by recalculation on the three-component system.



Keywords: microspheres, electric plasma stand, physico-chemical processes, waste management.

Введение. Бурение горизонтальных скважин вместо вертикальных позволяет стволу скважины пройти непосредственно по продуктивному пласту, доводя проходку в интервале до 9 километров, увеличив, таким образом, площадь дренирования в разы по сравнению с вертикальными скважинами, вскрывающими всего лишь несколько метров продуктивного интервала. Для вовлечения в разработку как можно большей площади продуктивного интервала применяют такие способы увеличения продуктивности скважин как гидроразрыв пласта. Гидроразрыв пласта – это процесс воздействия жидкости непосредственно на породу до тех пор, пока она не начнет разрушаться и начнется процесс образования трещин. Для поддержания трещин в открытом состоянии используются различные пропанты. Пропанты – это твердые частички размером около одного миллиметра. Их роль заключается в поддержании вновь созданной в результате гидроразрыва трещины в открытом состоянии, после того как гель, использованный для доставки пропантов и создания трещины в продуктивном пласте будет разрушен. Чаще всего в качестве пропантов выступают зерна песка, отсортированные по размерам до определенной фракции. Однако на сегодняшний день известны технологии переработки золошлаковых отходов в алюмосиликатные порошки, используемые в качестве пропантов [1-4]. Уровень переработки твердых отходов на тепловых электростанциях на сегодняшний день крайне низкий, что приводит к значительному накоплению золошлаковых отходов в золоотвалах. Главным сдерживающим фактором утилизации золошлаковых отходов является их высокая температура плавления (1600 - 1700°C), зависящая на прямую от крайне неоднородного химического состава [5-7]. Использование энергии низкотемпературной плазмы позволит решить существующие проблемы и увеличить объемы утилизации золошлаковых отходов при производстве пропантов.

Цель работы. Разработать электроплазменный стенд для получения микросфер различной пористости из тугоплавких оксидов и силикатов. Установить возможность использования золошлаковых отходов при производстве микросфер различной пористости.

Материал и результаты исследований. Для получения сферических частиц были выбраны золошлаковые отходы ГРЭС-2 (г. Северск, Томская область). Исходный (усредненный) химический состав золошлаковых отходов представлен в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав исходных сырьевых материалов

Материал	Содержание оксидов, % мас.
----------	----------------------------



	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	п.п.п.
Золошлаковые отходы	51,16	34,57	3,62	8,33	0,91	1,41

Процесс получения сферических частиц на основе золошлаковых отходов можно представить из двух последовательных этапов. На первом этапе производится помол порошковой смеси в планетарной шаровой мельнице со скоростью 600 об/мин в течении 10 минут до фракции 1-2 мкм. Целью помола является достижение равномерного гранулометрического состава по всему объему порошковой смеси. На втором этапе выполняется грануляция порошковой смеси. Грануляция выполняется на тарельчатом грануляторе, в качестве связующего используется водный раствор поливинилового спирта (ПВС), который распыляется на поверхность приготовленной порошковой смеси. Отношения массы раствора к массе порошка – 3:7.

Экспериментальная работа. Для установления физико-химических процессов плавления исследуемой шихты в работе проведен анализ и сравнение кривой плавкости, рассчитанной с учетом реального химического состава исследуемой золы и кривой плавкости, построенной посредством перерасчета на трехкомпонентную систему. Ниже приведены результаты расчетов изменения количества образования расплава при плавлении золы с учетом ее химического состава (табл. 2).

Анализ процессов образования расплава золы с учетом фактического химического состава показал, что первичный расплав образуется при температуре 1170 °С – 33,33% (рис. 1). Данные процессы являются неравновесными и отражают плавление материалов традиционными методом в ваннах печах при технических скоростях нагрева 0,5–1 °С в секунду. Плавление следующей эвтектики, имеющей в своем составе 38% SiO₂ и 62% FeO происходит при температуре 1178 °С с образованием 4,99% эвтектического расплава. Далее образование расплава происходит за счет связывания MgO и SiO₂, при температуре 1355 °С суммарное количество расплава – 42,22%. При дальнейшем повышении температуры расплав образуется не за счет плавления эвтектик, а путем плавления анортита и растворения оксидов кремния и алюминия при температуре 1590 °С зола полностью расплавится.

Таблица 2 - Изменение количества расплава при плавлении золы с учетом плавления эвтектик

Система	Состав, вес. %	Температура, °C	Кол. эвтек. расплава, %	Суммарное количество расплава, %
CaO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂	SiO ₂ – 55	1170	33,33	33,33
	Al ₂ O ₃ – 37			
	CaO – 8			
FeO-SiO ₂	SiO ₂ – 38	1178	4,99	38,32
	FeO – 62			
MgO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂	MgO – 21	1355	3,90	42,22
	Al ₂ O ₃ – 22			
	SiO ₂ – 47			
CaO-MgO-SiO ₂	SiO ₂ – 43,6	1400	–	–
	MgO – 9,2			
	CaO – 47,2			
CaO-SiO ₂	SiO ₂ – 63	1436	–	–
	CaO – 37			
CaO·Al ₂ O ₃ ·2SiO ₂ (Анортит)		1450	–	52
MgO-SiO ₂	SiO ₂ – 65	1543	–	–
	MgO – 35			
Образование расплава за счет растворения Al ₂ O ₃ и SiO ₂		1550	–	82
Полное расплавление		1590	–	100

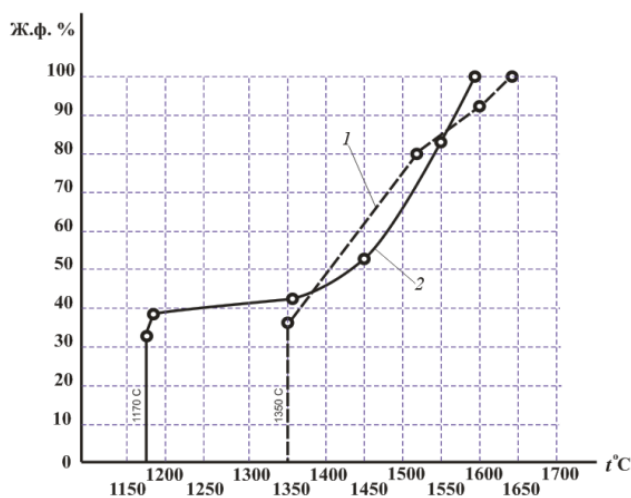


Рисунок 1. Кривые плавкости золы:

1 – равновесная зависимость в системе CaO-Al₂O₃-SiO₂;

2 – неравновесная зависимость для фактического химического состава.

Анализ кривых плавкости (рис. 1) показал, что температура начала образования расплава золы не превышает 1350 °С. При этом одинаковое количество первичного расплава (около 35%) в реальной системе образуется при 1170 °С, а в модельной при 1350 °С. Дальнейшее увеличение жидкой фазы образуются аналогично для равновесных и неравновесных процессов. Образование 100%-го расплава золы в модельной системе происходит при температуре 1640 °С, однако с учетом реального химического состава зола полностью расплавится при температуре 1590 °С.

На рисунке 2,а показано распределение температурного поля плазменной струи. По результатам расчета кривой плавкости с учетом реального химического состава ($t_{пл} = 1590$ °С) можно сделать предположение, что не смотря на широкий диапазон распределения температур от центра плазменной струи, на расстоянии 20 мм формируется благоприятная область перехода частиц вязкотекучее состояние, что подтверждает эффективность плазменного воздействия при сфероидизации сырья.

Для проведения эксперимента был разработан стенд по сфероидизации частиц (рис.2, б). Стенд состоит из следующих основных элементов: плазменный генератор 1, порошковый дозатор 2, рабочая камера 3 и узел для сбора частиц 4 [8-10].

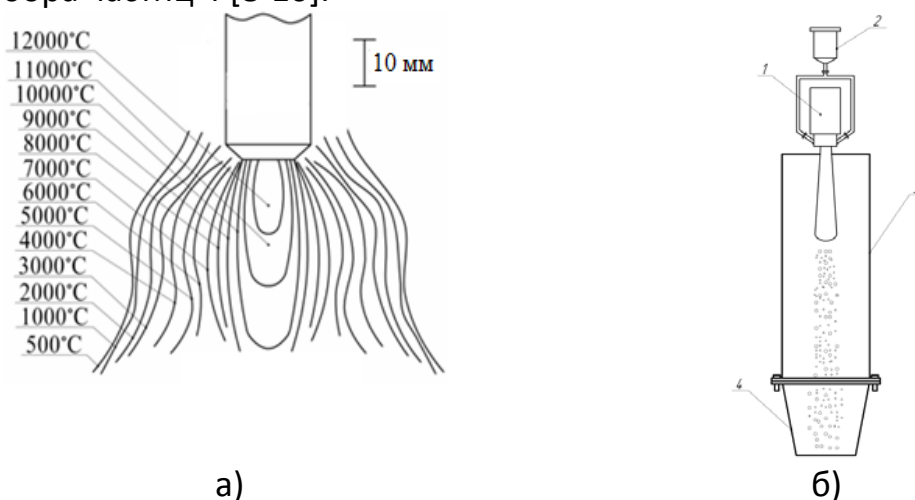


Рисунок 2. а) Распределение температурного поля генератора плазмы.
б) Принципиальная схема получения сферических частиц: 1 – плазмотрон, 2 – порошковый дозатора, 3 – рабочая камера, 4 – узел для сбора частиц.

Процесс подачи шихты осуществляется с помощью порошкового дозатора в область формирования плазменной струи. Подача шихты осуществляется транспортирующим газом (азот). Транспортирующий газ совместно с приготовленной шихтой, попадая в плазменную струю, снижает ее энталь-

пию и скорость, что заставляет производить его дислокацию непосредственно перед плазменной струей, в результате чего шихта ссыпается в область плазменной струи преимущественно за счет сил инерции. В процессе нахождения частиц в высокотемпературном потоке, происходит нагрев с последующим переходом вязкотекучее состояние. При достижении частиц вязкотекучего состояния за счет силы поверхностного натяжения происходит образования сферической формы. Узел для сбора сформированных частиц выполнен в виде заполненного водой отсека.

Выводы. По результатам проведенных исследований установлена возможность получения сферических частиц на основе золошлаковых отходов с использованием энергии плазмы. Проведен расчет кривой плавкости с учетом реального химического состава исходного сырья методом последовательного плавления эвтектик. Установлено, что образование 100%-го расплава золы в модельной системе происходит при температуре 1640 °С, однако с учетом реального химического состава зола полностью расплавится при температуре 1590 °С. С учетом распределения температурных полей генератора плазмы, установлено, что на расстоянии 20 мм от центра формирования плазменной струи формируется благоприятная область перехода частиц вязкотекучее состояние.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ватин Н.И., Петросов Д.В., Калачев А.И., Лахтинен П. Применение зол и золошлаковых отходов в строительстве // Инженерно-строительный журнал. №4. 2011. с. 16-21.
2. Делицын Л. М., Власов А. С. Необходимость новых подходов к использованию золы угольных ТЭС // Теплоэнергетика. – 2010. – № 4.
3. Ефимов Н.Н. Проблемы комплексной переработки золошлаковых отходов и синтеза на их основе силикатных материалов строительного назначения / Н.Н. Ефимов, В.И. Паршуков, Е.А. Яценко [и др.] // Техника и технология силикатов. – 2010. – № 2. – С. 17–21.
4. N. I. Min'ko, V. S. Bessmertnyi, P. S. Dyumina / Use of Alternative Energy Sources in the Technology of Glass and Glass Ceramic Materials / Glass and Ceramics - vol. 59, no. 3, pp. 77-79, 2002
5. Volokitin O. G. Mineral Fiber Production Based on Ash from the Republic of Kazakhstan Using Low-Temperature Plasma Apparatus. O. G. Volokitin, G. G. Volokitin, N. K. Skripnikova Glass and Ceramics January 2014, Volume 70, Issue 9-10, pp 340-343.
6. Горшков В.С. Физическая химия силикатов и других тугоплавких соединений / В.С. Горшков, В.Г. Савельев, Н.Ф. Федотов. – М.: Высш. шк. – 1988. – 400 с.
7. Волокитин О. Г., Верещагин В. И., Волокитин Г. Г., Скрипникова Н. К. Анализ процессов традиционного и плазменного плавления золы ТЭС // Техника и технология силикатов. Том 23, № 3 Июль – Сентябрь, 2016.



8. Волокитин Г.Г. Шеховцов В.В., Скрипникова Н.К., Волокитин О.Г., Воланд С. Физико-химические процессы получения зольных микросфер с использованием низкотемпературной плазмы // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2016. – № 3. – С. 139 – 145.

9. Shekhovtsov V. V., Volokitin O. G., Kondratyuk A. A., Vitske R. E. Fly ash particles spheroidization using low temperature plasma energy. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 156 (2016).

10. Shekhovtsov V. V., Volokitin G. G., Skripnikova N. K., Volokitin O. G., Gafarov R. Plasma treatment of agglomerating aluminosilicate powders based on coal ash. AIP Conference Proceedings 1800, Issue 1 (2017).

STUDY ON COMPONENT WISE FRICTIONAL POWER OF A SMALL SPARK IGNITED ENGINE

C Ramesh Kumar, M Senthil Kumar

Automotive Research Center, VIT University, India

Abstract. During the process of engine downsizing or modification knowledge of friction power is required to determine the actual power produced inside the combustion chamber of an engine. Though lubricating oils are used for avoiding direct contact of moving and rotating components, the friction is inevitable in engines. It is a very well known fact that an internal combustion engine consumes around 20 % of the indicated power. Efforts are being made by researchers around the world to reduce the energy consumed by friction by exploring various methods. But all these methods are inclined towards reduction in fuel consumption there by reducing the carbon footprint instead of component wise analysis for longer life and overall engine performance. In this current investigation, a detailed study is carried out on contribution by each and every component towards frictional power. This will shed light on analyzing frictional power in an enhanced way. The total engine friction is evaluated initially by fuelling the engine. To account for the total engine friction measured, component wise friction analysis is carried out by stripping down one component at a time and running the engine with the help of a prime mover. Frictional loss in piston and rings is expected to be around 40 to 50% of the total frictional power loss and the rest by valve train, about 20 to 30% and the remaining 20 to 30% is accounted by rest of the relatively moving components. In addition to the study mentioned above the effect of lubricating oil temperature and percentage of friction modifier in lubricating oil is also explored and presented.

Keywords: Frictional power, component friction.

Introduction. Ever since the internal combustion engine came into existence, researchers are trying to improve efficiency and decrease the operating cost by reducing the fuel consumption. The major factor influencing both the aforesaid terms is the mechanical losses, a major part of which is friction loss due to relative movement between rotating and reciprocating components. It is important to study the rubbing friction losses which directly influence engine

