

Ж. З. Шерматов, канд. техн. наук
(Институт Материаловедения НПО «Физика-Солнце»
АН РУз, Узбекистан)

**СИНТЕЗ СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ
НА БОЛЬШОЙ СОЛНЕЧНОЙ ПЕЧИ
ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ**

Обжиг силикатных материалов: износостойкой и термостойкой керамики, цемента, строительного кирпича, фарфора, шамотного огнеупора и др., является очень ответственным и энергоёмким процессом. Обжиг износостойкой корундовой керамики производят при температурах 1750–2000 °С, термостойкую керамику обжигают при 1500 °С и выше, цемент – при температурах 1450–1500 °С, строительный кирпич – при 1000–1050 °С, фарфор – при 1250–1375 °С и шамотный огнеупор – при 1450–1500 °С. Иногда до 50 и более процентов производственных расходов при производстве приходится на долю одной этой операции, а операций при производстве различных изделий насчитывает до 10 и более.

Приближение стоимости энергоносителей в странах СНГ к мировым ценам остро поставили вопрос о приоритетном развитии технологий, обеспечивающих получение качественной продукции при минимальных затратах топлива и энергии. С другой стороны, истощение газо-угольных месторождений остро ставит вопрос о необходимости изыскания альтернативных, более дешёвых и мало истощаемых источников энергии. Одним из таких источников является солнечная энергия, концентрируемая различными установками.

Благодаря наличию в институте Материаловедения НПО «Физика-Солнце» АН РУз Большой Солнечной Печи (БСП) с концентрированным солнечным излучением на фокусе при мощности потока в фокальном пятне от 50 до 750 Вт/см² при постоянной скорости ввода потока, где размер рабочей зоны шапки Солнечной печи 450x250 мм, возможно проведение аналогичных экспериментальных исследований. БСП представляет собой вогнутую подложку, выполненную из дюралюминия с быстро скоростным холодным водяным охлаждением. В течении одного солнечного дня (8ч) в зависимости от тугоплавкости материала, можно проплавит от 10 до 1000 кг природного сырья. Рабочая температура БСП достигает 3000 °С, этот показатель можно регулировать.

Регулировку мощности падающего концентрированного солнечного потока осуществляем путём перестановки гелиостата [1].

Эффективность работы БСП зависит как от метеорологических условий и конструкций применяемых установок, так и от температурного режима, в котором он работает. Концентрирующая способность зеркальной системы такой экспериментальной печи зависит от конфигурации отражающей поверхности гелиостата, которая в нашем случае имеет плоскую форму.

Также одним из перспективных путей улучшения экономно-эксплуатационных характеристик солнечных энергоустановок является использование концентраторов солнечного излучения, применение которых позволяет в несколько раз уменьшить площадь солнечных установок без потери мощности установки, снизить её удельные массоэнергетические и стоимостные показатели, в некоторых случаях – увеличить ресурс за счёт самоотжига радиационных дефектов [2].

Например, по технологии гелиоматериаловедения, смесь составов износо- и термостойких масс для плавки в БСП осуществляли тщательный помол и перемешивание компонентов.

После методом полусухого прессования приготовили образцы-таблетки длиной 175 мм, шириной 50 мм и толщиной 20 мм. Образцы-таблетки устанавливались на фокальную плоскость БСП, нагрев шихты осуществляли воздействием на неё концентрированного потока солнечного излучения, со значением плотности потока от 50 до 750 Вт/см² и получаем расплав [3].

Образующийся расплав сливали с быстрой скоростью (10^3 град/с) в поддон с ёмкостью 40 л холодной воды.

Полученный расплав поместили в фарфоровые барабаны с корундовыми шарами размером $d = 6\text{--}8$ мм и мокрым способом перемещивали в течение 3 ч, сушили, распределяли формовочную массу в пресс-форме, формовали и обжигали в хромит-лантановых печах марки «ЭМИТРОН-1700» при температуре 1550 °С и выдерживали 2 ч с последующим естественным охлаждением в самой печи. Измерение температуры в БСП проводилось с использованием тепловизора FLIR A655sc.

На рис. 1 показан снимок плавления износо- и термостойкой керамической массы и температурная зависимость [4].

Сделанные расчёты синтезированного на БСП шихты для износо-стойкого состава показали, что по технологии гелиоматериаловедения при потоке выше 350 Вт/см² температура образцов достигает 2450 °С (рис. 1), что превышает температуру плавления корунда Al_2O_3 ($T_{\text{пл}} = 2054 \pm 6$ °С). Охлаждение производили выливанием расплава в воду, со скоростью 10^3 град/с.

Такие условия позволили зафиксировать высокотемпературные устойчивые состояния при данной температуре.

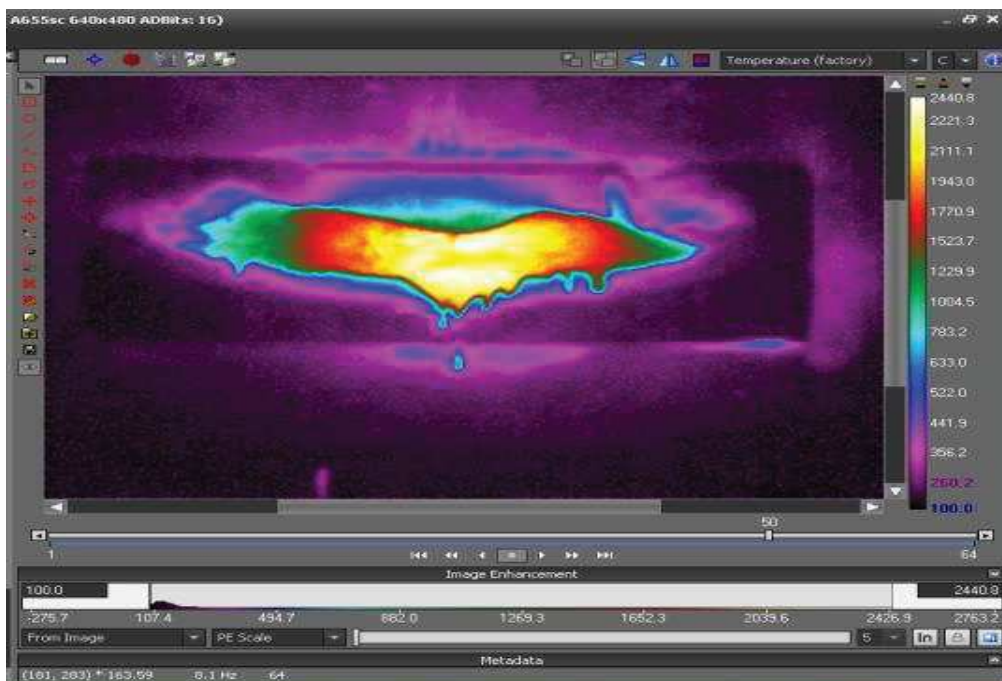


Рисунок 1 – Снимок на тепловизоре FLIR A655sc процесса плавления опытных масс на БСП

Вышеописанные особенности технологии гелиоматериаловедения обуславливают экономический эффект (39,9 %) и понижение себестоимости продукции (13,9 %) от применения плавленого на БСП материала в производстве износостойких и термостойких материалов. Технико-экономический эффект, также достигается за счёт получения материалов с высокими физико-механическими показателями, недостижимыми при синтезе традиционными технологиями [4].

Из снимка видно, что на БСП можно осуществлять высокотемпературный синтез, что даёт возможность исследования и изучения новых видов тугоплавких материалов.

Тепловизор – это цифровой фотоаппарат, матрица которого улавливает инфракрасное, то есть тепловое излучение, и преобразует его в изображение, где каждой температуре соответствует свой цвет.

Таким образом, на изображении чётко видны все холодные или тёплые области. Используя программу обработки тепловизионных изображений, можно узнать температуру в каждой точке.

Также измерение плотности в фокусе проводились датчиком Ф0А0 13-07, температура контролировалась оптическим пирометром типа ПРОМИНЬ по ГОСТ 8335-81. Значение мощности светового

потока, соответствующей необходимой температуре определяли согласно формуле:

$$E = \varepsilon E_0 = \varepsilon C_0 (T / 100)^4$$

где $C = \varepsilon \cdot C_0$ – коэффициент излучения абсолютно чёрного тела, $C_0 = \sigma_0 \cdot 10^8 = 5,67$ Вт/(м²·К⁴), Т – температура (К).

Полученные экспериментальные данные на БСП при обжиге силикатных материалов показали целесообразность и эффективность использования концентрированного солнечного излучения высокой плотности. Это также актуально в плане развития и изыскания альтернативных путей развития технологий, в процессе обжига силикатных материалов при минимальных затратах и снижении финансовых затрат.

Литература

1. Atabaev, I. G. Solar energy use for Syntheses of functional ceramics / I. G. Atabaev, M. Payzullakhanov // International Science Index Materials and Metallurgical Engineering. 2015. – Vol. 2, № 12.

2. The Properties of Pyroceramic Materials Syntheses by Concentrated Solar Energy / T. T. Riskiev [et all] // International Journal of Mining Science (IJMS). – 2015. – Vol. 1, № 2. – P. 1–5.

3. Шерматов, Ж. З. Особенности получения многофункциональной керамики на базе минерального сырья Узбекистана / Ж. З. Шерматов, И. Г. Атабаев, М. С. Пайзуллаханов // Огнеупоры и техническая керамика. – 2015. – №1–2. – С.77–81.

4. Стеклокерамические материалы высокой прочности, синтезированные на большой солнечной печи / И. Г. Атабаев [и др.] // Гелиотехника. – 2015. – №3. – С.56–59.