

чествами гематита (Fe_2O_3) и анортита ($\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$), о чем свидетельствуют интенсивные дифракционные максимумы кварца и слабые рефлексы остальных фаз.

Исследовано поведение разработанных керамических материалов в процессе длительного термоциклирования, проводимое по режиму – нагрев образцов до $800\text{ }^\circ\text{C}$, выдержка 30 мин. и резкое охлаждение в воде. Установлено, что для опытных образцов сначала наблюдается некоторое снижение водопоглощения и открытой пористости за счет продолжающихся процессов спекания при нагреве, т.к. глины месторождений «Лукомль» и «Осетки» содержат меньше кварцевых включений и более склонны к спеканию. После 15 циклов наблюдается небольшой рост показателей указанных свойств, поскольку в образцах появляются термические трещины. Все образцы выдержали 50 циклов без видимых повреждений с небольшими структурными изменениями, о чем свидетельствуют практически постоянные показатели плотности и водопоглощения образцов. Возможно, это связано с тем, что сразу происходит дальнейшее уплотнение материала за счет завершающихся процессов спекания, и залечиваются образующиеся микротрещины. Свыше указанного количества теплосмен процесс образования термических микротрещин начинает превалировать, что способствует повышению значений водопоглощения и пористости.

Исследованы кладочные композиции «керамический материал–мертель», их поведение при нагревании. Установлена взаимосвязь между составом и связующими свойствами мертелей, установлена закономерность влияния градиента температур на фазовый состав мертеля, свойства композиции «керамический материал–мертель». Разработанные кладочные материалы, обладающие комплексом термомеханических свойств, могут быть рекомендованы для организации производства термостойкого кирпича и мертеля с повышенными эксплуатационными характеристиками для кладки и ремонта низкотемпературных тепловых установок различного назначения.

Зажогин А.П., д.ф.-м.н., профессор;

Белорусский государственный университет, г. Минск

Акулич В.А., студент; Патапович М.П., к.ф.-м.н.

УО «Белорусская государственная академия связи», г. Минск

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КАЛЬЦИЯ И АЛЮМИНИЯ
ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЛАЗЕРНЫХ ИМПУЛЬСОВ НА ТОЧКУ
ПОВЕРХНОСТИ СТАЛИ С НЕДЕФОРМИРУЕМЫМИ
ОКСИДНЫМИ ВКЛЮЧЕНИЯМИ**

Контроль чистоты вещества и определение его состава являются одним из важнейших факторов производства в различных отраслях про-

мышленности. Одним из самых распространенных конструкционных сплавов в промышленности являются стали [1, 2]. Однако, несмотря на большой прогресс в технике спектрального анализа многокомпонентных сплавов, до сих пор не разработаны методы количественного анализа структурных неоднородностей, образующихся при кристаллизации стали, размеры которых, как правило, не превышают нескольких десятков микрометров. Предпочтительным источником возбуждения спектра для анализа структурных неоднородностей является сфокусированное лазерное излучение [1]. К преимуществам лазерной спектроскопии относится отсутствие необходимости предварительной механической и химической обработки поверхности образца. Лазерное излучение можно эффективно сфокусировать на любой точке поверхности твердого тела, что позволяет получать информацию о пространственном распределении элементов.

Вопросы, возникающие при создании оптимальных условий для проведения исследований поверхности сплавов, могут быть решены при использовании лазерного многоканального атомно-эмиссионного спектрометра LSS-1 [3]. Спектрометр включает в себя в качестве источника возбуждения плазмы двухимпульсный неодимовый лазер с регулируемой энергией и интервалом между импульсами (модель LS2131 DM). Лазер может работать с частотой повторения импульсов до 10 Гц и максимальной энергией излучения каждого из двоек импульсов до 80 мДж, на длине волны 1064 нм. Длительность импульсов \approx 15 нс. Временной сдвиг между двоек импульсами может изменяться с шагом 1 мкс.

Лазерное излучение фокусировалось на образец с помощью ахроматического конденсора с фокусным расстоянием 104 мм. Размер пятна фокусировки примерно 50 мкм. В качестве примера на рисунке 1 показан внешний вид поверхности исследуемого образца после воздействия серии двоек лазерных импульсов.

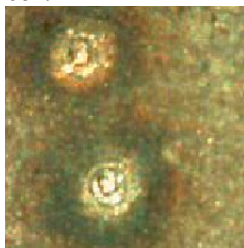


Рисунок 1 – Внешний вид поверхности образца

Была исследована динамика поступления алюминия (Al) и кальция (Ca) при воздействии двоек лазерных импульсов на точку с наличием недеформируемых оксидных включений и, для сравнения, рядом (чистое место). Основные эксперименты проводились при использовании режима двоек лазерных импульсов (энергия 34 мДж) и временной задержке между импуль-

сами 20 мкс. В качестве примера на рисунке 2 приведена динамика изменения интенсивности линий Al I (396,153 нм) и Ca II (393,367 нм) в последовательных импульсах для одной из точек поверхности.

Воздействие на образец второго импульса с задержкой 1-10 мкс, приводит к существенному увеличению поступления вещества в плазму. При задержке 20 мкс интенсивность плазмообразования уменьшается примерно в 3-4 раза. В этих условия вкрапление испаряется значительно медленнее и можно детальнее изучить распределение элементов по глубине и плоскости, что в принципе дает возможность определить и форму вкрапления.

При проведении эксперимента было установлено, что интенсивность линий Al в точке с недеформированными оксидными включениями значительно превышает интенсивность на чистом месте. По мере увеличения количества лазерных импульсов интенсивность быстро падает, приближаясь к интенсивности линий для чистого места.

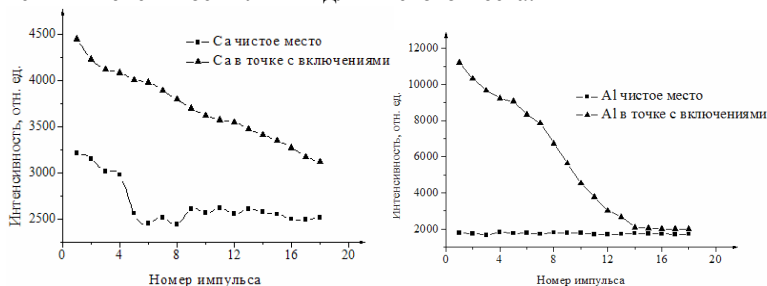


Рисунок 2 – Зависимость изменения интенсивности линий Al и Ca от номера импульса

Что касается Ca, то его интенсивность линий на чистом месте чуть меньше, чем на точке с недеформированными оксидными включениями. По мере увеличения числа последовательных импульсов интенсивность линий на чистом месте сначала незначительно падает, а затем остается примерно одинаковой.

Результаты экспериментов по сравнительному анализу содержания Al и Ca в точках с неметаллическими оксидными включениями методом лазерного атомно-эмиссионного спектрального анализа с использованием сдвоенных лазерных импульсов показали перспективность использования этого метода для анализа микродефектов в сталях.

Список использованных источников

1. Sturm V., Vrenegor J., Noll R., Hemmerlin M. // J. Anal. At. Spectrom. - 2004. – V.19. – P. 451-459.
2. Григорович К.В. //Бюллетень «Черная металлургия» - 2006. - №10. - С. 63-68.
- 3.Зажогин А.П., Фадаян А.Р. // Вестник БГУ. Серия 1. – 2008. - №3. – С.15-18.