

16,35; 17,6; 22,14. Сводная дериватограмма дегидратации (рис. 1) образцов гипсового камня, полученного из ТА, который использовали в качестве эталона, и ТАВ отражает идентичность процессов диссоциации кристаллогидратов сульфата кальция.

Для подтверждения корреляции прочности образцов ТАВ на сжатие от содержания ВСК было подготовлено 3 партии техногенного ангидрита (ТА), по 6 кубиков ТАВ, размерами (40*40*40 мм), согласно ГОСТ 310. Время твердения кубиков – 7 суток. Результат анализа определения предела прочности на сжатие ВСК: 1 – 10,833 МПа, 2 – 11,54 МПа, 3 – 13,178 МПа. Зависимость прочности на сжатие ТАВ (рис.2) от содержания водорастворимого сульфата кальция представлена образцами ТАВ (6 часов) и ТА (24 часа).

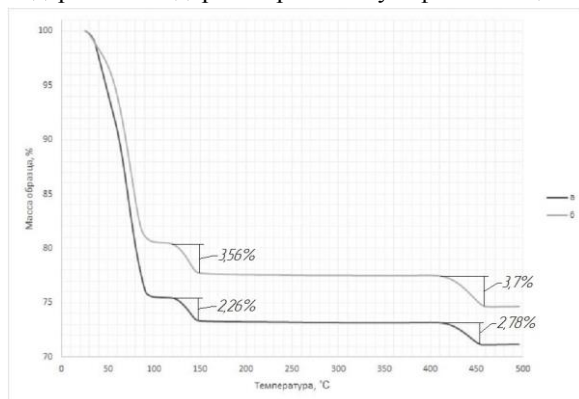


Рис. 1 Дериватограмма гипсовых образцов
(а – из ТАВ, б – из ТА)

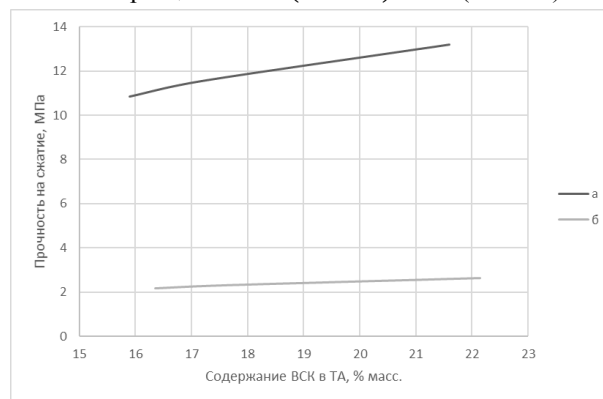


Рис. 2. Влияние ВСК на прочность сжатия гипсовых образцов (а – ТАВ, б – ТА)

На (рис.2) отражено влияние прочности от содержания ВСК в исходном фторангидрите. Для обеспечения необходимой прочности требуется марочность ТАВ - не ниже 10 МПа, которая обеспечивается наличием ВСК не ниже 15 % масс.

Выводы.

1. Получены результаты, подтверждающие корреляцию количества водорастворимого сульфата кальция и прочности строительных материалов и изделий.

2. За счет термогравиметрического анализа ангидритового вяжущего удалось определить количество водорастворимого сульфата кальция за 6 часов после выхода его из печи, что позволит корректировать марочность техногенного ангидритового вяжущего соответствующими способами, не дожидаясь 24 часов, 7 и 28 суток.

Список литературы.

- [1] Гипсовые материалы и изделия (производство и применение Справочник Под общей ред. А.В.Ферронской. – М.: Издательство АСВ, 2004-488 с.
- [2] Федорчук, Ю.М. Техногенный ангидрит, его свойства, применение / Ю.М. Федорчук. Томск: ТГУ, 2003. – 108 с.
- [3] Бондаренко С. А. Модифицированное фторангидритовое вяжущее и строительные материалы на его основе // Дис.. канд. техн. наук. – Челябинск: Челябинский гос. ун-т, 2008. 146 с.

СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ КВАНТОВЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ВИЗУАЛЬНО-ОПТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ БЫСТРОПРОТЕКАЮЩИХ ПРОЦЕССОВ

Тригуб Максим Викторович, Евтушенко Геннадий Сергеевич

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук (ИОА СО РАН)

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

trigub@tpu.ru

В настоящее время темпы развития пучковых, плазменных, лазерных технологий, в том числе для создания новых материалов и модификации их свойств, весьма высоки. В основе этих методов лежит взаимодействие потоков энергии различной природы с материалом. Наибольший интерес с точки зрения получения новых фундаментальных знаний представляют процессы, протекающие в начальный момент взаимодействия. При этом их характерные времена могут составлять вплоть до единиц наносекунд. Следовательно, визуально-оптическая диагностика таких процессов предполагает использование высокоскоростных регистраторов. Еще одной отличительной особенностью таких процессов является наличие широкополосной фоновой засветки, возникающей в результате взаимодействия, наличие которой предполагает использования дополнительных средств фильтрации изображения. Перечисленные особенности предполагают решение комплекса проблем, связанных, с одной стороны, с повышением быстродействия систем визуализации, а с другой, с обеспечением фильтрации изображений без искажения получаемой информации. Для получения изображений таких процессов доступны готовые комплексы на основе внешней подсветки в совокупности с пассивной спектральной фильтрацией, в основе таких комплексов лежит метод спектральной и временной фильтрацией [1]. Вместе с тем, в случае мощной засветки, такие методы оказываются бессильными.

В ряде работ была показана возможность использования систем с усилителями яркости (УЯ) на парах металлов для осуществления узкополосного усиления яркости изображений для визуализации процессов, экранированных фоновым излучением, например в работах [2,4]. Активная среда лазера на самоограниченных переходах в парах металлов, работающая в режиме сверхсветимости, осуществляет подсветку объекта, а отраженный сигнал, проходя через объектив 1, попадает обратно в активную среду, рис. 1, а.

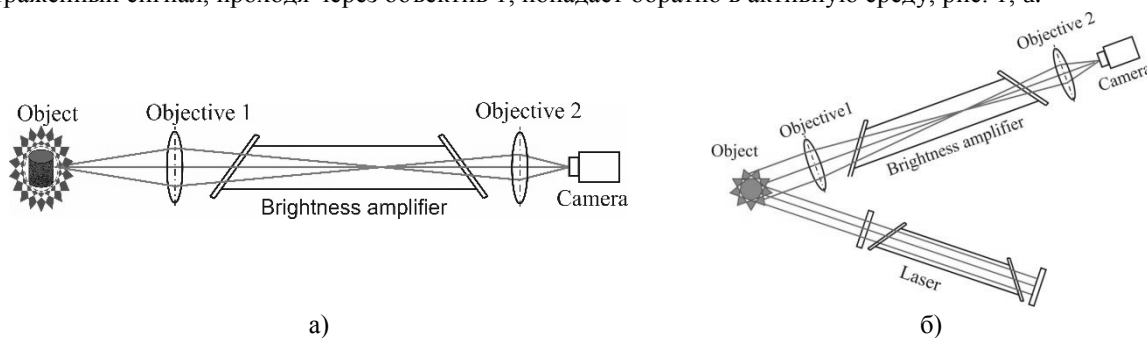


Рис. 1. – Визуализация с использованием квантовых фильтров: моностатическая (а) и бистатическая (б)

При попадании отраженного сигнала в активную среду в момент, когда еще имеется инверсная населенность, осуществляется усиление сигнала. За счет высокой спектральной яркости уровень усиленного сигнала на выходе УЯ значительно превосходит сигнал от фоновое излучение, что обеспечивает возможность наблюдения объекта. Для регистрации изображений, сформированных таким образом, используется высокоскоростная камера, а объектив 2 служит для согласования размеров изображения на выходе УЯ. В этом случае параметры системы визуализации (область зрения, время формирования усиленного изображения, спектральный состав, предельная дистанция до объекта наблюдения) определяются параметрами среды усилителя яркости и используемой оптикой. Для расширения возможностей лазерных мониторов, т.е. систем с усилителями яркости, предлагается использовать бистатический вариант системы визуализации, рис. 1, б. В этом случае функция подсветки и фильтрации разделены между двумя активными элементами. В простейшем случае это может быть один и тот же тип активной среды. Теоретически, возможно использование разных сред для подсветки и для фильтрации.

В работе представлены результаты применения систем с квантовыми фильтрами при визуализации тестовых объектов. В качестве фильтров использовалась среда на парах бромида меди. Для оценки искажений, вносимых усилителем яркости, совместно с сотрудниками ИФПМ Любутиным П.С. и Бурковым М.В. была разработана программа, позволяющая определять основные показатели качества формируемых изображений [3]. Увеличение количества импульсов, формирующих изображение, приводит к уменьшению коэффициентов взаимной корреляции между изображениями. Это свидетельствует об изменении усилительных характеристик среды от импульса к импульсу. Показано, что при использовании покадровой съемки [4], искажения, вносимые УЯ, будут минимальны. Использование бистатической схемы позволяет увеличить область зрения без ухудшения показателей качества изображений в сравнении с моностатической схемой и проводить визуальный контроль удаленных объектов.

Список литературы:

- [1] C.E. Webb, D. Julian, C. Jones. *Handbook of Laser Technology and Applications: Applications*. IOP Publishing Ltd. – 2004. – 2075 Pp. 1170
- [2] Abramov D.V., Arakelian S.M., Galkin A.F., Klimovskii I.I., Kucherik A.O., Prokoshev V.G.. A laser-induced process on surface of a substance and their laser diagnostics in real time // *Laser physics*. – Vol.15. – №9. – 2005. – pp. 1313-1318.
- [3] Тригуб М.В., Бурков М.В., Любутич П.С., Торгаев С.Н. Исследование искажений, вносимых усилителем яркости на парах бромида меди, в формируемые лазерным монитором изображения. // *Оптика атмосферы и океана*. 2016. Т. 29. № 10. С. 850–854.
- [4] Evtushenko G.S., Trigub M.V., Gubarev F.A., Evtushenko T.G., Torgaev S.N., Shiyarov D.V. Laser monitor for non-destructive testing of materials and processes shielded by intensive background lighting // *Review of Scientific Instruments*. – 2014. – Vol.85. – Issue 3. – № 033111. – pp. 1-5. DOI: 10.1063/1.4869155

КОМПЛЕКС НА ОСНОВЕ CuBr-ЛАЗЕРА ДЛЯ ВИЗУАЛЬНО-ОПТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ

Тригуб Максим Викторович, Лунев Алексей Геннадьевич

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт оптики атмосферы им.
В.Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук (ИОА СО РАН)

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения
Российской академии наук (ИФПМ СО РАН)
trigub@tpu.ru

Оптимизация сварочного процесса является важной задачей с точки зрения снижения количества дефектов и повышения надежности неразъемных соединений. Для получения новых фундаментальных знаний, оптимизации параметров сварки целесообразно исследование процессов тепломассопереноса при сварочном процессе с одновременной регистрацией электрических параметров дуги. Для визуально-оптического исследования сварочных процессов предлагается использовать лазерные источники подсветки, а также системы спектральной и временной фильтрации [1]. Для этих целей предлагается применять лазер на парах бромида меди. Связано это с возможностью осуществлять визуализацию в нескольких режимах без изменения источника подсветки: в режиме теневой съемки, в отраженном свете, в режиме лазерного монитора. Каждый из методов позволяет проводить исследования различных стадий процессов. Теневая съемка позволяет изучить процесс формирования капли, метод лазерной подсветки может быть использован для наблюдения формирования капли и протекающих процессов в ванне расплава. Визуализация с помощью лазерного монитора позволяет полностью подавить влияние фонового излучения дуги и исследовать процессы без дополнительных средств по фильтрации излучения дуги. В работе представлены результаты разработки и применения диагностической системы для исследования процессов тепломассопереноса при различных параметрах сварки. Схема комплекса представлена на рисунке 1.

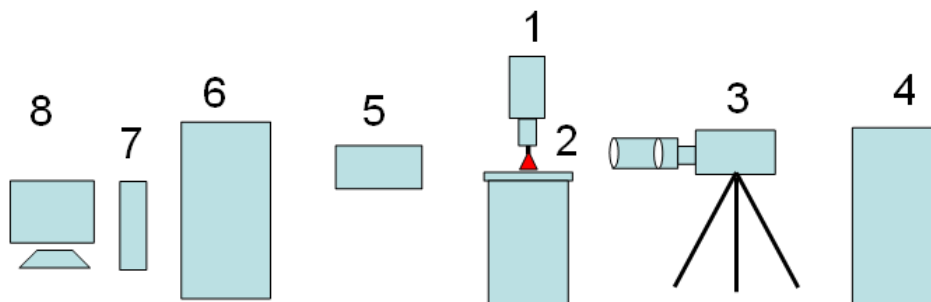


Рис. 1. – Упрощенная схема диагностического комплекса

Для визуально-оптического контроля предлагается использование CuBr-лазера. Очевидным преимуществом его является высокая импульсная мощность и малая длительность импульса (40 нс), что позволяет осуществлять временную фильтрацию изображения. Высокая частота следования импульсов (до