

СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ВЗРЫВЧАТЫЕ СОСТАВЫ

С. М. БАТЬЯНОВ, Е. А. ВЛАСОВА

В последнее время возрос интерес к бесконтактным методам инициирования энергетических материалов в аэрокосмической промышленности, военной и специальной технике. В связи с этим широкое распространение получили исследования лазерного инициирования взрывчатых веществ, используемых в конструкциях детонаторов.

В настоящее время основное внимание разработчиков направлено на создание эффективного безопасного и быстродействующего средства инициирования — лазерного детонатора (светодетонатора). Основными преимуществами светодетонаторов являются безопасность, надежность, нечувствительность к статическим и электромагнитным воздействиям, относительная простота конструкции.

Высокий уровень безопасности светодетонаторов обусловлен использованием специальных взрывчатых составов на основе бризантных ВВ, высокочувствительных к воздействию лазерного излучения и имеющих более низкую чувствительность к механическим и тепловым воздействиям.

В отделе химии и технологии взрывчатых веществ ИФВ в последние годы ведутся работы по созданию взрывчатых составов, обладающих

высокой чувствительностью к импульсам лазерного излучения. Начало этим работам положили исследования свойств вторичных ВВ термовакuumной технологии, получаемых методом сублимации (возгонки) ВВ в глубоком вакууме.

Для проведения исследований по лазерному инициированию ВВ возникла необходимость создания лазерной установки, которая в небольшой области облучения (диаметры 1–10 мм) могла бы обеспечивать различные плотности энергии лазерного импульса. В связи с этим в 2002 г. НИИ «Полус» им. М. Б. Стельмаха (г. Москва) по разработанному техническому заданию изготовил импульсный лазер «Креация» на алюмоиттриевом гранате с неодимом (энергия = 0,3 Дж, $\lambda = 1064$ нм, $\tau = 6$ нс). На его базе в ИФВ в 2003 г. была создана экспериментальная лазерная установка.

Первые работы по данной тематике проводились О. Н. Калашниковой и были направлены на изучение чувствительности смеси тэна-ТТ с добавлением алюминия различной дисперсности, аккумулирующего энергию лазерного излучения. В дальнейшем исследования были распространены на взрывчатые составы на основе высокодисперсного тэна с добавками наоалюминия. Полученные результаты позволили

сделать первые выводы о влиянии на чувствительность различных факторов: дисперсности, плотности исследуемых образцов, массового содержания компонентов во взрывчатых смесях, величины энергии инициирующего излучения, наличие оптического подпора.

Позднее в качестве компонентов для светочувствительных взрывчатых составов применялись комплексные соединения тяжелых металлов с высокоэнергетическими лигандами в комбинации с оптически прозрачным полимером. Данные составы являлись совместной разработкой



Лазерная установка «Креация»

Санкт-Петербургского государственного технологического института и Украинской национальной горной академии. Однако токсичность и высокая чувствительность соединений данного класса (близки к иницирующим ВВ) сделали крайне затруднительным их исследование и использование в практических целях.

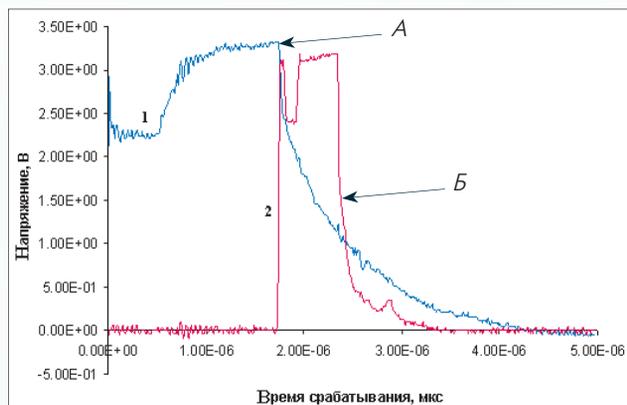
В 2011 г. в отделе под руководством С. М. Батянова сформировалась группа инициативных энергичных работников, перед которыми была поставлена задача — разработать конструкцию светодетонатора с малым временем работы. Для реализации поставленной цели был создан испытательный комплекс, в состав которого вошли лазерная установка «Креация», осциллограф Agilent MSO6054A с набором волоконно-оптических датчиков и радиоинтерферометр РИ-03.

В настоящее время этой группой разработана и испытана конструкция светодетонатора, время работы которого составляет 1,7 мкс. В качестве светочувствительного элемента конструкции используется перспективный взрывчатый состав на основе высокодисперсного бензотрифуроксана (БТФ), имеющего большую скорость детонации и меньший критический диаметр по сравнению с тэном.

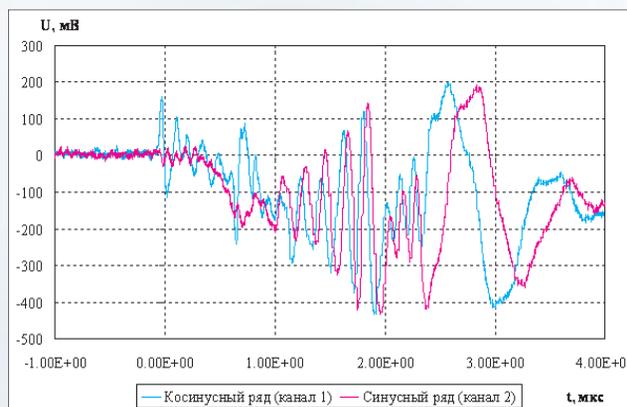
Находящийся в составе испытательного комплекса осциллограф Agilent MSO6054A с набором волоконно-оптических датчиков позволяет определять время работы светодетонатора — важную техническую характеристику, которая во многом определяет область применения. В качестве примера на рисунке приведена экспериментально полученная осциллограмма лазерного иницирования взрывчатого состава «БТФ + наноалюминий».

В структуре величины времени работы светодетонатора — времени с момента иницирования до выхода детонации на свободный торец образца — при лазерном иницировании основной вклад принадлежит времени задержки. Входящий в состав комплекса радиоинтерферометр позволяет определить величины времени задержки и глубины возбуждения детонации в исследуемом светочувствительном элементе детонатора.

На рисунке приведена экспериментально полученная интерферограмма процесса лазерного иницирования детонации во взрывчатом составе «БТФ + наноалюминий» и шашке из пластического ВВ типа ПТ-83 на основе тэна. Обработка интерферограммы и анализ полученных данных показали, что в исследуемом составе дето-



Осциллограмма лазерного иницирования взрывчатого состава «БТФ + наноалюминий»: А — сигнал первого оптического датчика отражает момент иницирования; Б — сигнал второго — соответствует моменту выхода детонационной волны на торец светодетонатора



Интерферограмма процесса иницирования детонации в светочувствительном составе «БТФ + наноалюминий» и ПТ-83

нация началась в момент времени 1 мкс. В интервале 1,92–1,99 мкс был зарегистрирован процесс перехода детонации из взрывчатого состава в ПТ-83 и в момент времени 2,32 мкс наблюдался выход детонации из шашки.

Полученные за столь короткие сроки результаты исследований светочувствительных взрывчатых составов стали возможны благодаря оптимизму и слаженной работе ряда сотрудников ИФВ.

БАТЯНОВ Сергей Михайлович —
заместитель начальника отдела ИФВ
РФЯЦ-ВНИИЭФ

ВЛАСОВА Елена Александровна —
инженер-исследователь ИФВ РФЯЦ-ВНИИЭФ,
кандидат хим. наук