

СРЕДСТВА ИНИЦИИРОВАНИЯ С ОПТИЧЕСКИМ (ЛАЗЕРНЫМ) ЗАДЕЙСТВОВАНИЕМ

С. В. Баталов, С. А. Мокроусов, И. В. Овчаров, И. Ю. Сургутский, В. М. Хасанов

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академ. Е. И. Забабахина»,
г. Снежинск Челябинской обл.

Разработка средств инициирования (СИ) с оптическим (лазерным) воздействием (лазерными воспламенителями (ЛВ) и лазерными детонаторами (ЛД)) на основе полупроводниковых лазерных излучателей (ЛИ) является актуальной задачей.

Лазерное инициирование является альтернативой традиционным электрическим и огневым способам задействования. При этом способе инициирования излучение от ЛИ, передается к ЛВ (ЛД) через оптоволоконно или безволоконную систему [1–3].

В приборах, содержащих средства инициирования с оптическим (лазерным) воздействием, отсутствуют дополнительные коммутационные устройства и элементы. Они так же не чувствительны к электромагнитным воздействиям, разрядам статического электричества и обладают уменьшенными массогабаритными характеристиками.

Ранее в РФЯЦ-ВНИИТФ была показана возможность создания ЛВ на основе ПТС при задейст-

вовании макета лазерным излучением со следующими параметрами:

- длина волны лазерного излучения ($967\pm 0,5$) нм;
- мощность лазерного излучения до 1,5 Вт;
- длительность задействующего импульса до 3 мс;
- активный диаметр кварцевого оптоволоконка (105 ± 4) мкм.

Ватт-амперная характеристика ЛИ, приведена на рис. 1.

При проведении исследований по созданию ЛВ решались следующие основные задачи:

- оптимизации плотности навески ПТС ρ и определение времени срабатывания $t_{ср}$ макета ЛВ;
- определению критических значений мощности $P_{кр}$ (энергии $E_{кр}$) импульса лазерного излучения для макета ЛВ.

Макет ЛВ, приведен на рис. 2.

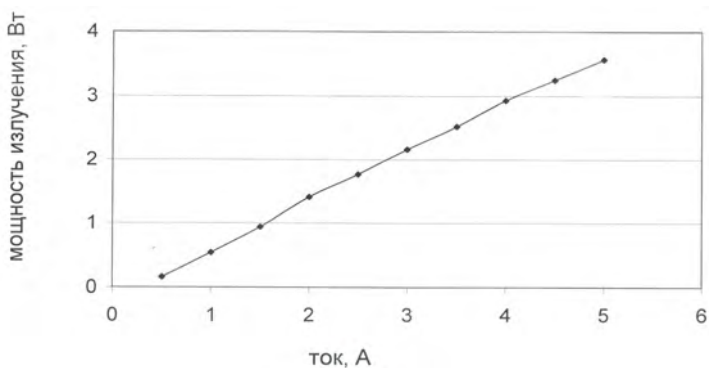


Рис. 1. Ватт-амперная характеристика ЛИ

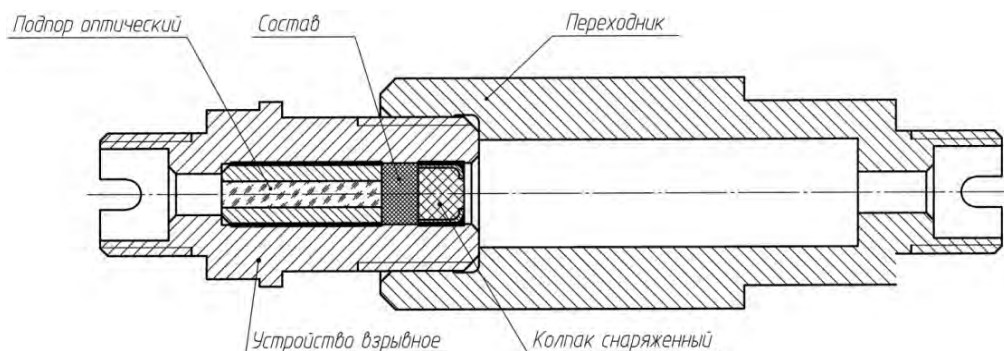


Рис. 2. Макет ЛВ

Результаты исследований по лазерному
иницированию макетов ЛВ

Номер	Основные характеристики	Значение
1	Время срабатывания $t_{\text{ср}}$, мс	$4,0 \pm 2,0$
2	Критическая мощность лазерного излучения P , Вт	0,3
3	Критическая энергия лазерного излучения E , мДж	0,2

Результаты испытаний макетов ЛВ по определению времени срабатывания $t_{\text{ср}}$ при подаче импульса лазерного излучения мощностью 1,0 Вт и длительностью 3,0 мс, а так же результаты по определению критической мощности $P_{\text{кр}}$ (при длительности импульса 3,0 мс) и критической энергии $E_{\text{кр}}$ лазерного излучения при задействовании макетов ЛВ приведены в таблице.

В результате исследований макетов ЛВ установлено, что при подаче импульса лазерного излучения мощностью 1,0 Вт и длительностью 3 мс плотность навески ПТС в рабочем диапазоне существенно не оказывает влияния на время срабатывания $t_{\text{ср}}$. Время срабатывания макета ЛВ составило $t_{\text{ср}} = (4,0 \pm 2,0)$ мс.

При проведении испытаний макетов ЛВ по определению критических параметров импульса лазерного излучения определены критическая мощность $P_{\text{кр}} = 0,3$ Вт (при длительности импульса 3,0 мс) и критическая энергия $E_{\text{кр}} = 0,2$ мДж (при мощности импульса 1,0 Вт) лазерного излучения.

В дальнейшем, также планируется проведение дополнительных исследований с целью подтверждения стойкости ЛВ к воздействию внешних факторов.

Результаты экспериментальных исследований проведенные РФЯЦ-ВНИИТФ показали возможность создания ЛД на основе инициирующих ВВ с временем работы менее 5 мкс.

Очевидно, что с точки зрения практического использования ЛД кроме обеспечения требуемых

технических и массо-габаритных характеристик важно учитывать показатели безопасности. В связи с этим одной из основных задач при исследовании возможности создания ЛД являлось исследование взрывчатого превращения в образцах из дефлагрирующих ВВ с целью создания на их основе малогабаритной и технологичной системы лазерного инициирования.

Проведенные эксперименты по лазерному инициированию дефлагрирующих ВВ, приведенные в [4], показали, что для создания ЛД с временем работы не более 50 мкс необходимо использование ЛИ мощностью 25 Вт, формирующую плотность мощности не менее $2,5 \text{ МВт/см}^2$ (рис. 3).

Для снижения критического порога лазерного инициирования дефлагрирующих ВВ была подтверждена возможность применения технологии модифицирования дефлагрирующих ВВ фуллероидным нанокремнеземом. Исследования проводились в экспериментальном лабораторном узле приведенном на рис. 4.

Лазерное задействование осуществлялось путем подачи импульса лазерного излучения со следующими параметрами:

- длина волны лазерного излучения ($967,0 \pm 0,5$) нм;
- мощность лазерного излучения до 10 Вт;
- длительность задействующего импульса 50 мкс;

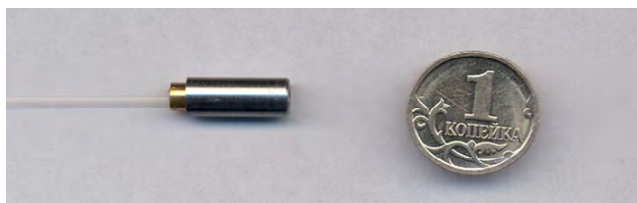
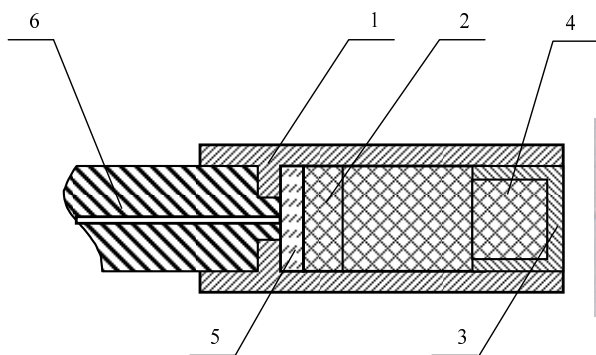


Рис. 3. Макет ЛД с волоконным вводом излучения: 1 – корпус, 2 – инициирующая навеска, 3 – колпачок, 4 – выходная навеска, 5 – оптический подпор, 6 – узел ввода излучения

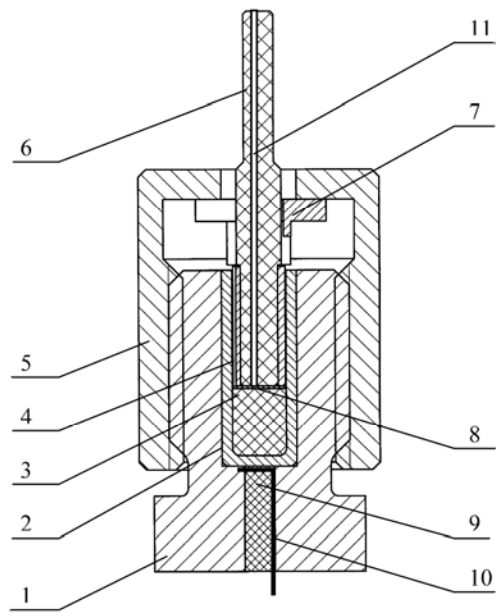


Рис. 4. Экспериментальный лабораторный узел: 1 – корпус; 2 – колпачок РПЗ165; 3 – ВВ АТ; 4 – втулка; 5 – прижимная гайка; 6 – оптический разъем; 7 – шайба; 8 – оптический подпор (фторопласт 130 мкм); 9 – заглушка; 10 – ЭЖД; 11 – инициирующее оптоволокно

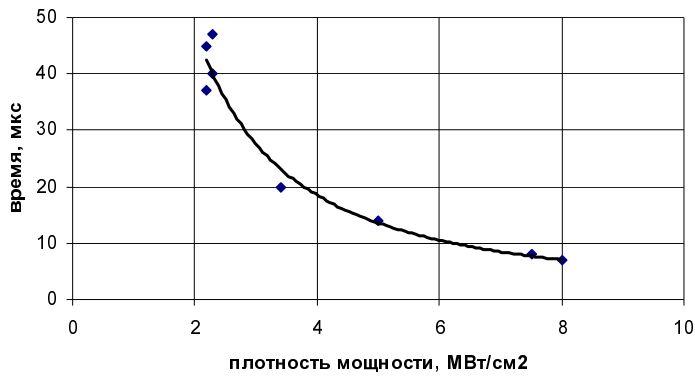


Рис. 5. Зависимости времени срабатывания t_{cp} от плотности мощности лазерного излучения для образцов из дефлагирующего ВВ

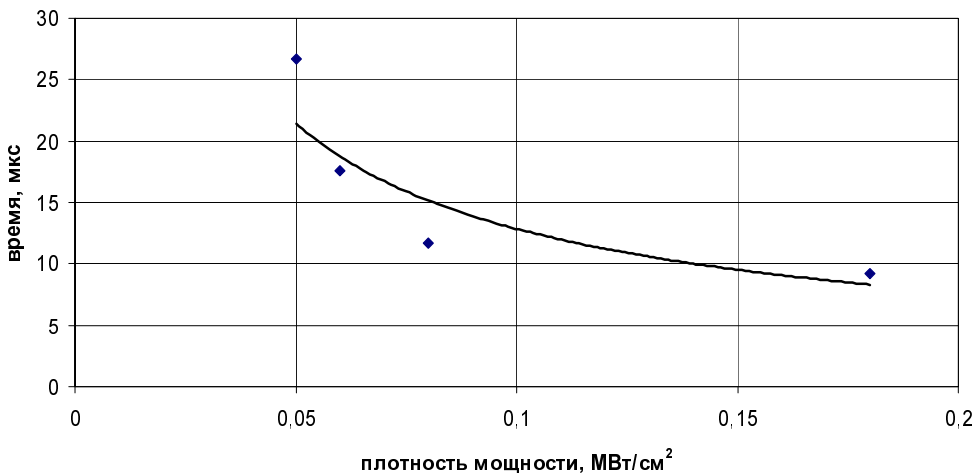


Рис. 6. Зависимости времени срабатывания t_{cp} от плотности мощности лазерного излучения для образцов из высокодисперсного ВВ, модифицированного астраленом

– активный диаметр кварцевого оптоволокна (105 ± 4) мкм.

Зависимости времени срабатывания $t_{\text{ср}}$ от плотности мощности лазерного излучения для образцов из дефлагирующего ВВ и высокодисперсного модифицированного ВВ, приведены на рис. 5 и 6, соответственно.

Таким образом, полученные результаты показали, что на основе высокодисперсного вторичного модифицированного ВВ может быть разработан ЛД с использованием в качестве инициатора полупроводникового лазерного диода, обеспечивающего плотность мощности не более $0,2 \text{ МВт/см}^2$.

На основании полученных результатов целесообразно продолжить экспериментальные исследования по оптимизации технологии синтеза модифицированных высокодисперсных вторичных ВВ с использованием фуллероидного нанокремнезема (астралена) с целью уменьшения плотности мощности ла-

зерного излучения необходимой для задействования макета ЛД.

Литература

1. Hafenrichter E. S., Marshall B. J., Fleming, K. J. Fast Laser Diode Ignition of Confined CP and BNCP // Reno. 41st Aerospace Sciences Meeting and Exhibit. 2003.
2. Hafenrichter E. S. Continued Studies On Fast Laser Diode Ignition Of Confined Explosives // Albuquerque, CA. Sandia National Laboratories, 2005.
3. Сазонникова Н. А. Лазерное инициирование детонации высокоэнергетических веществ. – Самара: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012.
4. Баталов С. В., Мальцев И. А. и др. Исполнительные элементы систем автоматики с оптическим (лазерным) задействованием // Сб. матер. науч.-техн. конф. посвященной 50-летию КБ-2 «Проектирование и отработка приборов и систем». 2010.