

Г.И.Ильин, О.Г.Морозов, Ю.Е.Польский, В.Т.Терновсков, Н.Г.Хайруллин

БЛОК ИМПУЛЬСНОЙ НАКАЧКИ ЛИДАРНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Статья посвящена вопросам разработки высокоэффективных систем накачки твердотельных лазеров импульсно-периодического действия, используемых в качестве передающих устройств в лидарных комплексах. Приведены структура и характеристики блока импульсной накачки <БИНОМ>.

Широкое применение для исследований атмосферы нашли твердотельные лазеры импульсно-периодического действия на основе YAG:Nd и подобные им, которые позволяют формировать импульсы лазерного излучения очень большой мощности (до 1 МВт) и малой длительности (порядка 10 нс). Использование таких импульсов излучения в лидарных комплексах (ЛК) в качестве зондирующих обеспечивает большую дальность действия, а также высокую точность и разрешающую способность. Немаловажное значение для практических исследований имеет и то обстоятельство, что излучение основной гармоники этих лазеров 1,06 мкм может быть весьма эффективно преобразовано методами нелинейной оптики во вторую и высшие гармоники.

Вместе с тем рассмотрение ряда практических задач, выполняемых лидарными комплексами, используемыми в качестве передающих устройств названный тип лазеров, показывает, что успешное их решение, а также реализация новых идей и тенденций во многом осложняется ограниченными возможностями имеющихся лазерных передатчиков. Это свидетельствует о необходимости применения новых, более совершенных структур построения передающих устройств для лидаров. Данный вывод явился следствием нескольких взаимосвязанных причин.

Первая причина обусловлена особенностями построения и применения ЛК и заключается в сложности обеспечения заданной точности измерения зондирующих эхосигналов, изменяющихся в широком динамическом диапазоне. Это проявляется в значительном влиянии на точностные характеристики ЛК нестабильности излучения существующих твердотельных лазеров, имеющих разброс выходной энергии 10 – 30 %, максимальной мощности 10 – 80 %. В результате возникает необходимость как в разработке новых методов повышения стабильности нормируемых параметров выходного излучения этих лазеров, так и в усовершенствовании традиционных.

Вторая причина связана со специфическими особенностями некоторых измерений, требующих изменения частоты посылок зондирующих импульсов по произвольному закону. Подобное требование приводит к необходимости поиска более совершенных методов накачки лазеров, т.к. существующие системы имеют, как правило, лишь дискретный ряд частот повторения импульсов накачки и отличаются ограниченными функциональными возможностями.

Третья причина, определяющая перспективность использования того или иного типа лазера в ЛК, связана с удовлетворением требований надежности и удобства работы в полевых условиях. Наибольшими преимуществами здесь обладали бы системы накачки (которых, к сожалению, еще нет), позволяющие при минимальных габаритах и массе обеспечивать необходимый режим работы передающего устройства. Кроме того, условие одновременного выполнения требований по стабильности нормируемого параметра и частоте повторения импульсов излучения значительно затрудняет разработку конструктивных средств, поскольку эти требования часто являются противоречивыми.

Резюмируя отмеченные обстоятельства, можно сделать вывод, что актуальность поставленной задачи обусловлена необходимостью разработки новых, более совершенных структур построения передающих устройств лидаров и создания на их основе систем накачки твердотельных лазеров импульсно-периодического действия, обеспечивающих расширение функциональных возможностей ЛК. Отсутствие подобных систем накачки приводит к тому, что

чаще всего на практике приходится довольствоваться существующими системами, проводя в них при необходимости возможные доработки, которые, однако, не всегда позволяют получить требуемые параметры передающего устройства, что существенно ограничивает круг задач, решаемых ЛК.

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования особенностей режима вспомогательного разряда, анализ работы зарядных устройств емкостных накопителей энергии и разработка на этой основе структуры системы накачки лазера с учетом требований ЛК позволили создать аппаратуру системы накачки твердотельных лазеров на основе YAG:Nd. Структура разработанной системы накачки представлена на рис. 1. Отличительной особенностью схемы является наличие вспомогательных накопителей энергии ВНЭ, которые рекуперируют избыточную энергию накопителя и осуществляют за счет нее управление цепями, обеспечивающими режим работы лазера.

В основу разработки приведенной структурной схемы системы накачки импульсных твердотельных лазеров нами были положены следующие основные требования, вытекающие из рассмотренных особенностей работы и опыта эксплуатации ЛК:

- расширение диапазона частот следования зондирующих импульсов и обеспечение возможности внешней синхронизации работы передающего устройства;
- повышение надежности системы накачки;
- уменьшение массы и габаритов системы;
- сведение к минимуму регламентных работ и сокращение времени восстановления;
- повышение эффективности системы накачки лазера.

Схема содержит два основных тракта – тракт формирования импульсов для управления электрооптическим затвором ЭОЗ и тракт формирования импульса активного элемента АЭ, куда входят: накопитель энергии НЭ, газоразрядный источник накачки ГРИН, ограничитель разрядного тока ОПТ, устройство коммутации разрядного тока УКРТ, схема формирования разрядных импульсов СФРИ, устройство инициирования газового разряда УИГР. Выпрямитель В осуществляет преобразование переменного напряжения в постоянное и его передачу через фильтр Ф на вход зарядного устройства ЗУ. Частоту следования разрядных импульсов определяет задающий генератор ЗГ. Регулирование и стабилизация предразрядного напряжения осуществляется системой управления, в которую входят: датчик сигнала обратной связи ДОС, сравнивающее устройство, устройство формирования опорного напряжения УФОН.

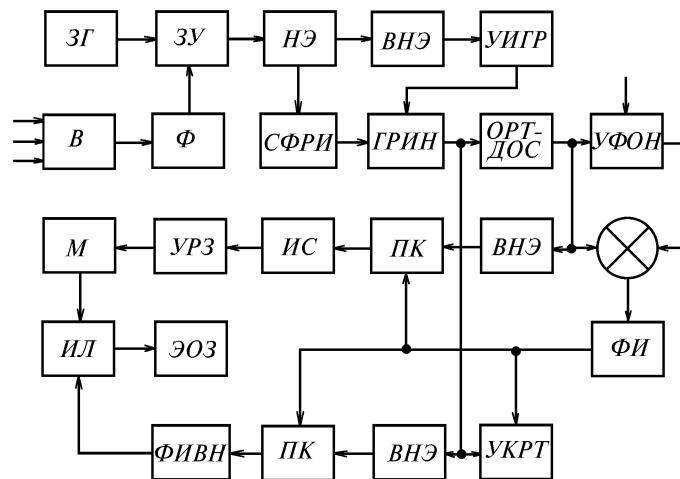


Рис. 1. Структурная схема накачки

Для управления работой ЭОЗ в систему накачки лазера дополнительно входят устройства, обеспечивающие изменения добротности резонатора лазера в соответствии с заданным законом и с необходимой задержкой по отношению к импульсу накачки: модулятор М, искусственная линия ИЛ, устройство регулирования задержки УРЗ, формирователь импульсов высокого напряжения ФИВН, импульсный стабилизатор ИС.

Разработанная аппаратура прошла многочисленные испытания в полевых и лабораторных условиях. Результаты испытаний подтверждают правильность теоретических предпосылок,

использованных при разработке структуры системы накачки и создании ее отдельных узлов, и позволяют получить значительный выигрыш в функциональных возможностях по сравнению с известными системами. На основе полученных результатов разработан также унифицированный источник электропитания <БИНОМ>, предназначенный для обеспечения работы импульсных твердотельных лазеров с повышенной частотой повторения импульсов. Конструктивно блок питания <БИНОМ> выполнен в виде настольного моноблока, содержащего силовой источник питания, зарядное устройство и емкостный накопитель энергии, высоковольтный выпрямитель и генератор высоковольтных импульсов, управляющий работой ЭОЗ, систему управления, обеспечивающую регулирование и стабилизацию энергии накачки и формирование импульсов, синхронизирующих работу устройства. Внешний вид разработанного источника электропитания <БИНОМ> показан на рис. 2.

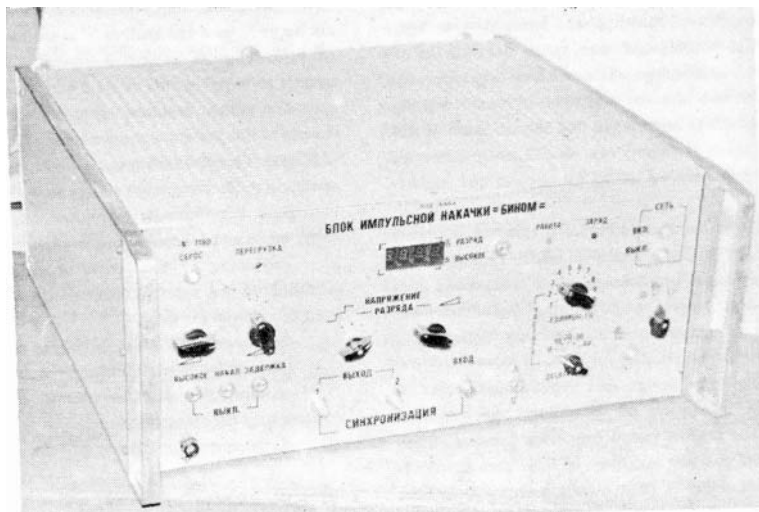


Рис. 2.

Основные технические характеристики источника

Пределы плавного регулирования напряжения накопителя, В	250 – 1000
Энергия в импульсе, Дж	3 – 50
Нестабильность энергии 1%
Диапазон частот следования разрядных импульсов, Гц	плавно от 0 до 150 и одиночный
Типы ламп накачки	ИФП-800, ИСП-2500 и другие, аналогичные им
Максимальная потребляемая мощность, кВт	8
Масса, кг	60
Габариты, мм	480 × 530 × 285

Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева

Поступила в редакцию
15 июля 1994 г.

G.I. Il'in, O.G. Morozov, Ju.E. Pol'skii, V.T. Ternovskov,
N.G. Khairullin. **Device of Pulsed Pumping for Lidars.**

The paper is devoted to problem of development of highly efficient pumping systems for pulsed solid-state lasers used as transmitting devices in lidars. The structure and characteristics of the pumping block <BINOM> are presented.