

## НАКАЧКА ЛАЗЕРА НА KGW:ND С ПРЕРЫВАНИЕМ РАЗРЯДА НАКОПИТЕЛЬНОГО КОНДЕНСАТОРА

Общие вопросы построения импульсных лазерных дальномеров (ИЛД) широко обсуждались в научной литературе. В настоящее время идет процесс совершенствования характеристик дальномеров в ходе решения прикладных задач. Эти важные вопросы почти не отражены в известной литературе. Данное сообщение как раз и посвящено одному из таких вопросов. Речь идет о возможности оптимизации накачки лазера на KGW:Nd, используемого в настоящее время в дальномерах. Заметим, что в этом классе лазеров до сих пор успешно используется ламповая накачка, обеспечивая малые габариты дальномера и высокий уровень энергии в импульсе излучения.

Характерные черты накачки типового лазера следующие. Кристалл Nd:KGW размером  $3 \times 40 \text{ мм}^2$ , импульсная лампа накачки типа ИНП-3/45А, использование воздушного охлаждения, энергия накачки порядка 5-6 Дж, частоты повторения импульсов генерации – до 10 Гц. Отсутствие дежурной дуги. Инициация разряда лампы накачки в каждом импульсе. Основные проблемы связаны с организацией теплового режима работы активного элемента. Уменьшение энергии накачки существенно сказывается на частоте измерений при непрерывной работе дальномера, либо их числе при работе сериями.

Исследование характеристик лазера показывают, что определенные резервы есть в организации его накачки.

Прежде всего, было обращено внимание, что появление второго импульса генерации требует меньшей энергии, чем первого. Так при пороге генерации в 900 В, второй импульс появляется при напряжении  $\sim 1100$  В. При емкости накачки в 12 мкФ это соответствует порогу в 5 Дж. Дополнительная энергия вкладывается на уровне  $\sim 2,5$  Дж. Разница в энергии появления может быть связана с тем, что условия работы лампы накачки меняются. Максимум тока накачки соответствует при этом среднему напряжению разрядного тока конденсатора на уровне 400 В. Кроме того, работа лазера обычно ведется в средней области допустимого диапазона накачек по напряжению. В данном случае при 1000 кВ. После появления импульса генерации желательно прервать разряд. Тем самым можно уменьшить энергии накачек.

Реализация этих потенциальных возможностей может быть в изменении традиционной схемотехники системы накачки. Она должна обеспечить накачку активного стержня при напряжении накачки на уровне  $\sim 400$  В и прерывание разряда после появления импульса генерации. Современная электронная база позволяет реализовать такой подход.

Предлагаемое схемное решение показано на рис. 1.

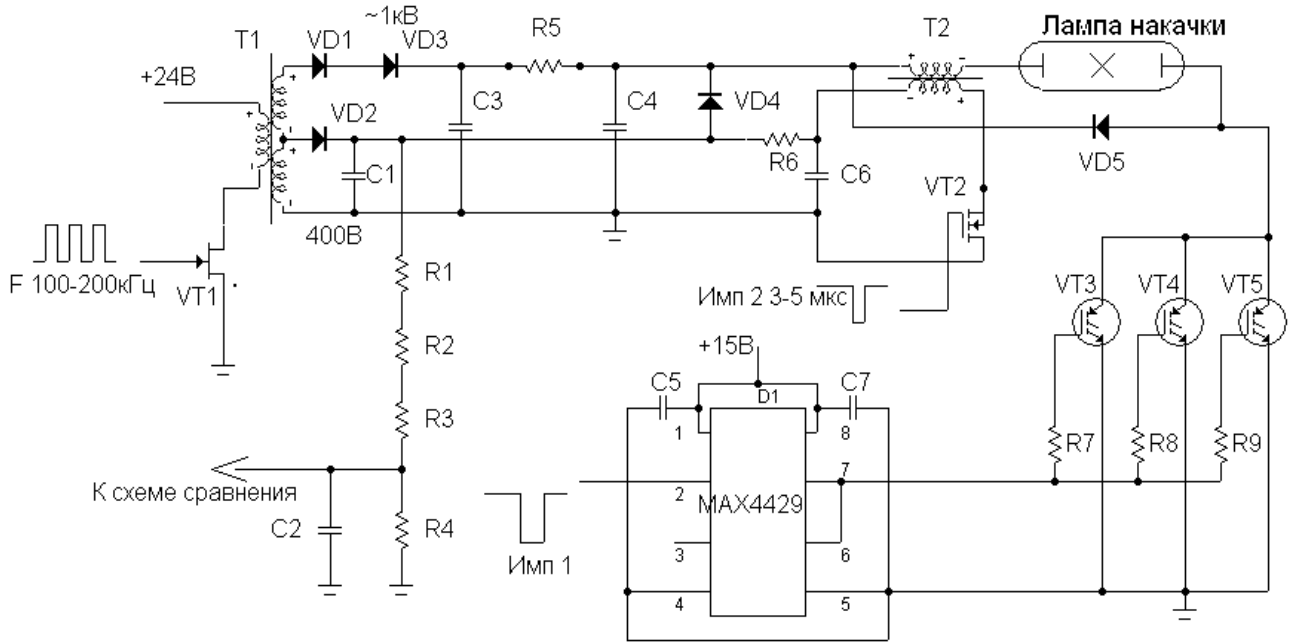


Рис. 1. Схема источника накачки Nd:KGW лазера с прерыванием разряда

В схеме стабилизируется напряжение +400 В (VD2, C1). Это напряжение, при котором происходит накачка кристалла Nd:KGW импульсной лампой. Величина напряжения на конденсаторе C1 может меняться. Она определяется опорным напряжением схемы сравнения, которое можно регулировать по величине. По нашему мнению, такая его величина близка к оптимальному, с точки зрения минимизации энергии накачки, значению.

Оценим энергию заряда конденсатора C1. Одно из стандартных для электролитических конденсаторов напряжений составляет 450 В. Выберем емкость конденсатора  $C1=200$  мкФ, при этом запасаемая энергия равна 16 Дж ( $E=CU^2/2=200 \cdot 10^{-6} \cdot 400^2/2=16$  Дж). При разряде конденсатора происходит и уменьшение напряжения. Понижение запасенной энергии накачки на 4 Дж будет соответствовать уменьшению напряжения на  $\Delta U=\Delta E/C \cdot U=4/200 \cdot 10^{-6} \cdot 400=50$ В. Таким образом, разряд конденсатора будет происходить при практически постоянном напряжении на лампе.

Схема работает следующим образом.

Перед включением разряда, как и в прежнем источнике, блокируется подача импульсов на затвор транзистора VT1. Затем с небольшой задержкой около 10 мкс на драйвер управления транзисторами VT3, VT4, VT5, образующих мощный высоковольтный ключ, подается открывающий импульс. С учетом полученных данных о токе ключ должен коммутировать 300 - 400А. С задержкой около 2 мкс (за это время транзисторы ключа гарантировано откроются) подается импульс длительностью 3-5 мкс для формирования поджига. Транзистор VT2 открывается. Это инициирует разряд конденсатора C6, через первичную обмотку трансформатора T2. Во вторичной обмотке формируется импульс поджига, который осуществляет первичный пробой лампы накачки. Возникший пробой удерживается током разряда конденсатора C4 (керамический емкостью 0.1 мкФ). При достижении напряжения разряда 400В диод VD4 открывается. Дальнейший разряд осуществляется от конденсатора C1. После окончания импульса 1 транзисторный ключ VT3, VT4, VT5 закрывается. Для того чтобы не разрывать цепь разряда, в схему поставлен диод VD5. В отсутствии лазерного импульса схема управления принудительно обрывает импульс 1 после 100 мкс. Это время зависит от характеристик активного элемента и определяется временем релаксации верхнего рабочего уровня. Такое ограничение предельной энергии

выделяемой в лампе накачки, служит для ее сохранения.

Момент прерывания разряда лампы, соответствует заднему фронту импульса, в рабочем режиме он связан с излучением лазера. Как только появляется лазерный импульс, он регистрируется фотоприемником, по сигналу с которого формируется задний фронт импульса 1.

Рассмотренная схема была реализована и проверена в работе на лампу накачки ИПП-3/45А. Она охлаждалась воздушным путем. Испытания источника питания на наработку подтвердили надежность работы схемы.

Обратим внимание на момент, связанный с использованием электролитического конденсатора. При работе он должен поддерживать большие импульсные токи. Номенклатура этих изделий не содержит информации о работе в рассмотренных условиях. Токи, трактуемые в их описаниях как большие, на порядок меньше. Поэтому вопрос о наработке конденсаторов на отказ остается открытым.