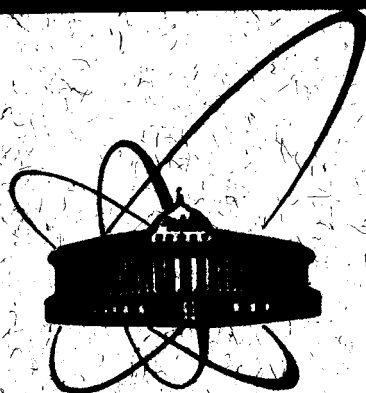


89-747



**СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА**

К 309

13-89-747

**Л.И. Качанова, В.И. Ляшенко, Э. Содномын,  
Чан Ань Ву, Ю.А. Щербаков**

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ АЗОТНОГО ЛАЗЕРА,  
УПРАВЛЯЕМОГО КЕРАМИЧЕСКИМ ТИРАТРОНОМ**

**1989**

Сообщается о создании азотного лазера, управляемого с помощью тиратрона ТГИ1-1000/25, и приводятся рабочие параметры лазера. Изучена работа лазера при различных питающих напряжениях и давлениях газа в разрядной камере. При частоте повторения импульсов 1 Гц и напряжении питания 25 кВ получена импульсная мощность 1,4 МВт при длительности импульса 5 нс.

Описывается методика стабилизации работы лазера.

Опубликован ряд сообщений о работе азотного лазера на тиратроне<sup>/1,2/</sup>. Азотный лазер имеет теоретический к.п.д. 16%<sup>/3/</sup>, однако практически реализуемый к.п.д. получается меньше. Например, в работе<sup>/1/</sup> был получен к.п.д. 0,038%, а в работе<sup>/4/</sup> - 0,04%.

Одной из причин малости к.п.д., достижимого на практике, является неэффективная передача энергии от накопителя.

Цель нашей работы состояла в изучении электрической передачи энергии в лазере, управляемом керамическим тиратроном ТГИ1-1000/25. Были исследованы возможности повышения стабильности работы лазера. Преимущества тиратрона заключаются в следующем:

- 1/ он дает большую стабильность параметров при разряде, чем простой разрядник;
- 2/ с запуском от тиратрона лазер автономен, так как в этом случае не надо подавать газ от баллона;
- 3/ напряжение запускающего импульса на тиратроне ниже, чем на разряднике.

## АППАРАТУРА

Нами исследована конструкция лазера, подобная описанной в работе<sup>/4/</sup>. Отличие заключалось только в том, что в данном случае лазером управлял тиратрон, а в конструкции, приведенной в работе<sup>/4/</sup>, - трехэлектродный разрядник. На рис.1 показана электрическая схема лазерной системы.

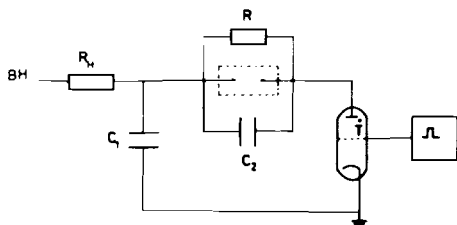


Рис.1. Электрическая схема лазерной системы.

Батарея накопительных конденсаторов  $C_1$  содержала 5 безындукционных керамических конденсаторов К15-10 /0,015 мкФ, 50 кВ/. Конденсатор ударной емкости  $C_2$  представлял собой батарею из 36 конденсаторов К15-4 /1000 пФ, 20 кВ/. Вместо разрядника был установлен тиратрон ТГИ1-1000/25, который для уменьшения механических напряжений в конденсаторах соединялся с электродом батареи  $C_2$  широкой медной фольгой. Это позволяло также несколько уменьшить величину паразитной индуктивности. Конденсаторы крепились на пластине, запараллеливавшей батарею  $C_1$ . Управление лазером осуществлялось высоковольтным импульсным генератором, от которого сигнал подавался на сетку тиратрона. Амплитуда напряжения на сетке, которую удалось получить на генераторе, работавшем на транзисторе КТ 828А в лавинном режиме, составляла 600 В. Фронт импульса составлял 0,15 мкс при длительности импульса 1 мкс.

Рабочие характеристики лазера измерялись с помощью следующих приборов. Энергия лазерного импульса измерялась с помощью измерителя энергии ЛЕМ-1/ГДР/ при частоте повторения импульсов 1 Гц. Длительность импульса определялась с помощью фотодиода РОЛ-21 /СРР/. Через лазерную трубку осуществлялся проток газа, для контроля которого был установлен ротаметр с диапазоном 0÷150 мл/мин. Высоковольтное импульсное напряжение измерялось с помощью высоковольтного емкостного пробника и осциллографа С1-75.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

На рис.2 приведена зависимость выходной энергии от давления газа, наполняющего разрядную трубку при различных напряжениях питания лазера.

Максимальное значение выходной энергии лазера /6,8 мДж/ получается при давлении 60 Торр, напряжении 25 кв. Импульсная мощность - 1,4 МВт. На рис.3 показана зависимость к.п.д. лазера от напряжения при оптимальном давлении. Видно, что максимальный к.п.д. /0,031%/ достигался, когда напряжение равнялось 22 кв.

На рис.4 показана форма импульса напряжения на тиратроне после его срабатывания. Как видно, падение напряжения от уровня 0,1 до 0,9 происходит за время 90÷120 нс.

На этой кривой падения напряжения на тиратроне хорошо заметен разряд через лазерную трубку /рис.5 и 6/. Форма кривой рис.5 и 6 соответствует работе лазера без прокачки. Видно, что разряд может появиться как на переднем /рис.5/, так

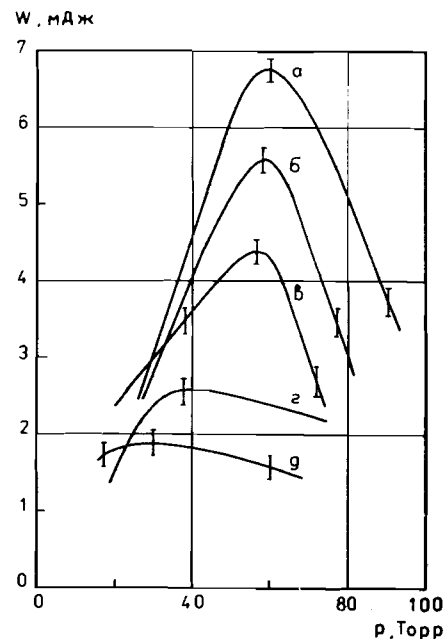


Рис.2. Зависимость выходной энергии лазера от давления при различных напряжениях питания: а - 25 кВ; б - 22 кВ; в - 20 кВ; г - 18 кВ; д - 15 кВ.

Рис.3. Зависимость к.п.д. лазера от напряжения при оптимальном давлении.

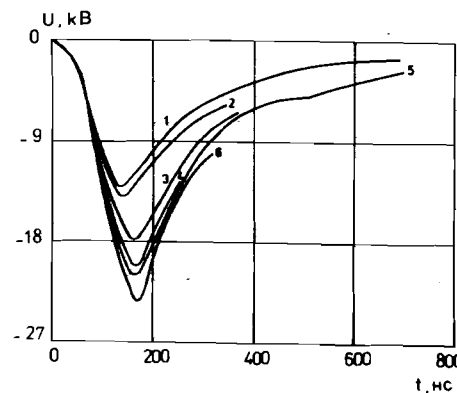
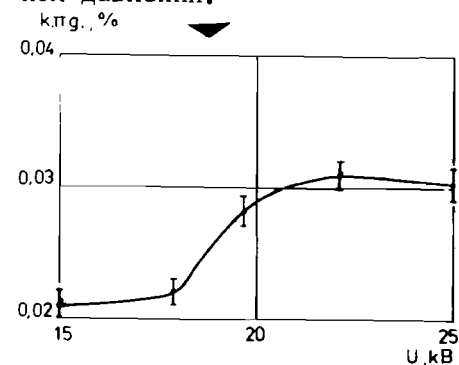


Рис.4. Кривые падения напряжения на тиратроне при различных напряжениях питания: 1 - 13 кВ; 2 - 15 кВ; 3 - 18 кВ; 4 - 20 кВ; 5 - 21 кВ; 6 - 23 кВ.

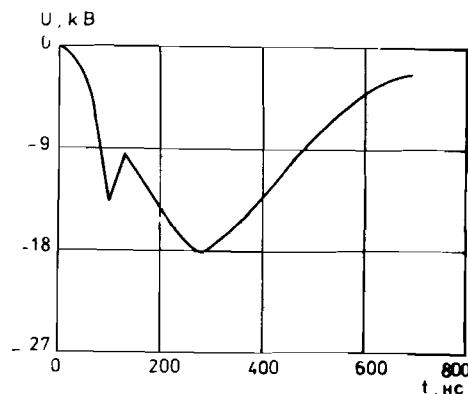


Рис.5. Кривая падения напряжения на тиратроне с разрядом через лазерную трубку /слева от минимума/. Напряжение питания 21 кВ, давление 60 Торр.

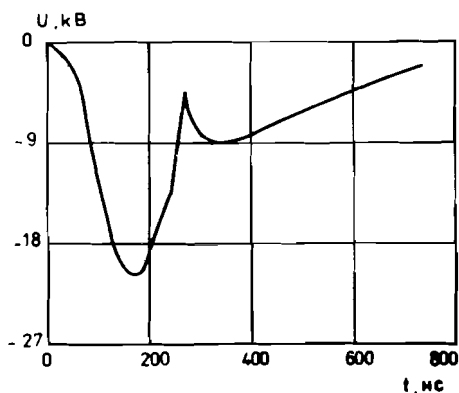


Рис.6. Кривая падения напряжения на тиратроне с разрядом через лазерную трубку /справа от минимума/. Напряжение питания 21 кВ, давление 60 Торр.

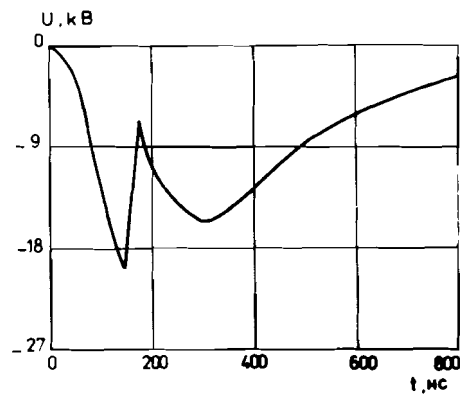


Рис.7. Кривая падения напряжения на тиратроне при стабильной работе лазера. Разряд через лазерную трубку появляется около минимума кривой.

и на заднем /рис.6/ фронте импульса пробоя тиратрона. Такая нестабильность в работе лазера без прокачки связана с тем, что изменяется напряжение пробоя газа внутри лазерной трубки. Из рис.5 и 6 видно, что время разряда через лазерную трубку около 30 нс.

Для обеспечения стабильной работы лазера нами была введена система прокачки газа в разрядной трубке. Стабильность выходной энергии лазера зависит от скорости прокачки газа. Мы получили стабильную работу лазера при скорости прокачки газа 120 мл/мин. /рис.7/. Напряжение питания здесь составляло 20 кВ, а полученная выходная энергия  $4,2 \pm 0,4$  мДж. Видно, что разряд через лазерную трубку появляется около минимума кривой падения напряжения на тиратроне. Уже при напряжении 25 кВ прокачка газа с этой скоростью недостаточна, и лазер работает нестабильно. Для стабилизации работы лазера при этом напряжении нужно увеличить скорость прокачки газа /больше чем 150 мл/мин/.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При частоте запуска импульсов в 1 Гц на лазере, управляемом тиратроном, получена импульсная мощность 1,4 МВт при напряжении питания 25 кВ и максимальный к.п.д. 0,031% при напряжении 22 кВ. Длительность импульса на полувысоте составляла 5 нс.

Показано, что при напряжении 20 кВ лазер работает стабильно, если скорость прокачки газа в разрядной трубке составляет 120 мл/мин.

Авторы благодарны В.В.Попову, В.Ф.Поенко, И.Я.Седову за помощь в изготовлении деталей лазера.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Lademann J. et al. - Experimentelle Technik der Physik, 1984, v.43, No.3, p.235.
2. Мухибов Н. и др. - Квантовая электроника, 1987, т.14, № 6, с.1215.
3. Бычков Ю.Н. и др. - Квантовая электроника, 1975, т.2, № 9, с.2047.
4. Бан Хе Сок и др. - ПТЭ, 1988, № 5, с.155.

Рукопись поступила в издательский отдел  
2 ноября 1989 года.