

О ДЛИТЕЛЬНОСТИ ИМПУЛЬСА ГЕНЕРАЦИИ
ЛАЗЕРА НА ПАРАХ МЕДИ

В. Р. АСАТРЯН, Г. А. ГАЛЕЧЯН

Приведены результаты исследований зависимости длительности импульса генерации от частоты следования импульсов и величин обостряющей и рабочей емкостей. Рассмотрена зависимость длительности импульса генерации от КПД лазера. При возбуждении паров меди в импульсном продольном разряде получены импульсы генерации длительностью от 7 до 30 нс.

Лазер на парах меди (ЛПМ) вызывает значительный интерес в связи с возможностью его использования при решении различных прикладных и методических задач. Следует отметить, что ЛПМ приобретает широкое применение для целей голографии, записи информации, накачки перестраиваемых жидкостных лазеров и др. В качестве конкретного примера методического использования ЛПМ следует упомянуть работу [1], в которой ЛПМ применялся для исследования особенностей люминесценции в кристалле $GaS_{0,1}Se_{0,9}$ при температуре ниже $18^\circ K$. В этой задаче весьма эффективно использовалось излучение на обоих длинах волн ЛПМ (510,6 и 578,2 нм).

По этой причине представляется важным полное выяснение механизма генерации ЛПМ, установление оптимальных условий индуцированного излучения, определение зависимости параметров генерации от частоты следования импульсов, электрического напряжения и т. д.

В работах [2—4] рассматривались зависимости средней мощности излучения и КПД ЛПМ от частоты следования импульсов, давления и природы буферного газа, значения прикладываемого к трубке напряжения и др. В работе [5] исследовался спектральный состав излучения. Вопросы зависимости длительности и формы импульсов генерации от различных параметров ЛПМ изучены мало. Однако потребность в этом имеется, так как для решения разных прикладных задач требуются лазеры с разными длительностями импульсов излучения.

В работе [6] был описан лазер с длительностью импульса генерации на полувывоте $\tau = 7$ нс, в работе [7] — $\tau \approx 40$ нс. В работе [8] были получены импульсы генерации с длительностью на полувывоте $\tau = 15$ нс, которые с помощью импульсного кабельного трансформатора были уменьшены до 5 нс.

В настоящей работе исследуется связь длительности и формы импульса излучения лазера с его КПД и зависимость длительности импульса излучения от величины рабочей и обостряющей емкостей и частоты следования импульсов при различных электрических схемах работы лазера.

Эксперимент выполнялся на продольном саморазогревном лазере на

парах меди при изменении частоты следования импульсов от 4 до 10 кГц. Накачка лазера производилась посредством разряда рабочей емкости через трубку длиной 30 см и диаметром 14 мм, на которой было получено излучение со средней мощностью 4 Вт при частоте следования импульсов 10 кГц. В качестве буферного газа использовался неон при давлении от 10 до 15 Торр. Исследуемый импульс света попадал на фотокатод ФК-20, с которого сигнал поступал на скоростной осциллограф.

Было установлено, что при увеличении длительности импульса генерации на полувысоте от 7 до 30 нс КПД лазера уменьшается от 2,2 до 0,6%. Такое изменение длительности импульса было достигнуто за счет

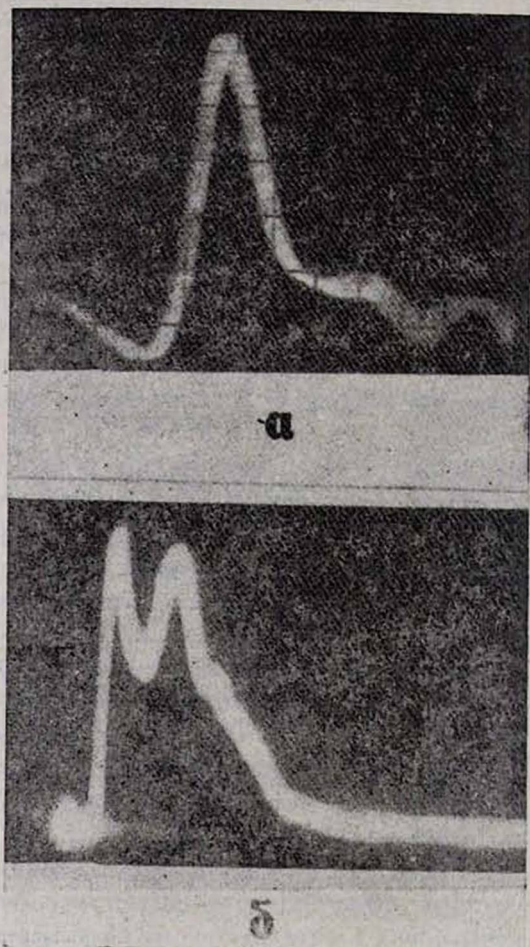


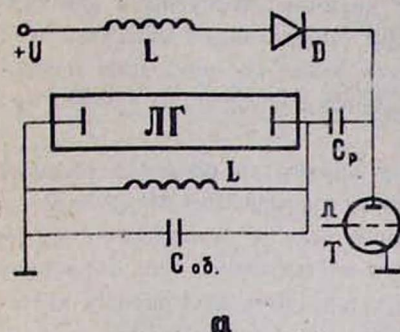
Рис. 1. Осциллограммы импульса генерации: а) $C_p = 730$ пФ, развертка 5 нс/дел.; б) $C_p = 2200$ пФ, развертка 20 нс/дел.

увеличения рабочей емкости от 730 до 2200 пФ. На фотографиях изображены импульсы излучения при $C_p = 730$ пФ (рис. 1а) и $C_p = 2200$ пФ (рис. 1б). Видно, что при небольших длительностях импульс имеет форму, близкую к гауссовой кривой, а при больших длительностях импульс

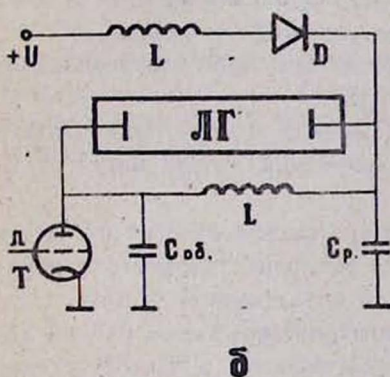
имеет форму двугорбой кривой. Наличие второго максимума у импульсов с большой длительностью обусловлено лавинными процессами при заселении и расселении уровней атомов меди, которые не успевают вносить вклад при небольших длительностях импульсов.

Однако менять длительность импульса генерации изменением величины рабочей емкости нецелесообразно, так как вместе с ней меняется и мощность, вкладываемая в трубку, что может привести к сильным изменениям температуры внутри трубки. По этой причине определялась зависимость длительности импульса генерации от других параметров работы лазера.

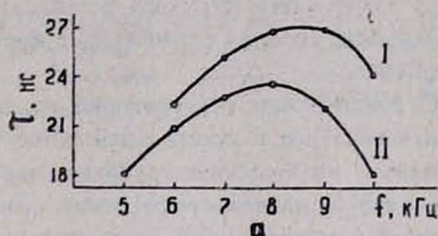
Измерения длительности импульса генерации производились при работе лазера по двум разным электрическим схемам, которые приведены на рис. 2. На рис. 3а приведены зависимости длительности импульса генерации от частоты следования импульсов при работе лазера по этим схемам.



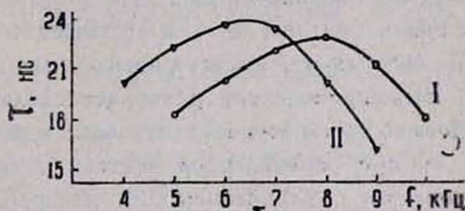
а



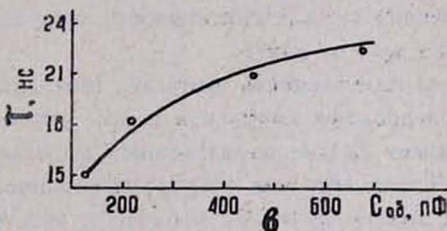
б



а



б



в

Рис. 2.

Рис. 3.

Рис. 2. Две электрические схемы возбуждения лазера на парах меди: ЛГ — лазерная головка, C_p и $C_{об}$ — рабочая и обостряющая емкости, L — индуктивность, D — диод, T — тиратрон ТГИИ-1000/25.

Рис. 3. Зависимость длительности импульса генерации от частоты следования импульсов: а) при $C_p = 2200$ пФ и $C_{об} = 220$ пФ, I) для схемы, приведенной на рис. 2а, II) для схемы, приведенной на рис. 2б; б) при $C_p = 2200$ пФ, I) $C_{об} = 220$ пФ, II) $C_{об} = 680$ пФ; в) зависимость длительности импульса генерации от величины обостряющей емкости при $C_p = 2200$ пФ и $f = 5$ кГц.

Видно, что длительность импульса генерации при работе лазера по первой схеме несколько больше длительности импульса генерации при работе по второй схеме, хотя вид зависимости одинаков в обоих случаях, а изменение длительности связано с изменением временных характеристик разрядного контура.

На рис. 3б приведены графики зависимости длительности импульса излучения от частоты следования импульсов для двух величин обостряющей емкости. На рис. 3в приведен график зависимости длительности импульса излучения от величины обостряющей емкости. Наличие максимума в приведенных зависимостях объясняется следующим образом. При изменении частоты следования импульсов меняется их скважность, и разные компоненты плазмы, распадаясь между импульсами с разными скоростями, имеют разные концентрации к началу следующего импульса. На скорость распада компонент плазмы влияет и наличие затухающих электрических колебаний в разрядном контуре. При определенной скважности к началу следующего импульса устанавливается такая концентрация компонент плазмы, которая способствует максимальному удлинению фронта импульса тока.

С увеличением обостряющей емкости уменьшается скорость разряда ее через тиратрон и вместе с ней скорость роста напряжения на трубке, что приводит к уменьшению крутизны нарастания тока в разрядном контуре и увеличению длительностей импульсов тока и генерации. Это объясняет поведение графика на рис. 3в и достижение максимумов при разных частотах кривых на рис. 3б: для достижения необходимой скважности при большей обостряющей емкости необходимы меньшие частоты.

Вышеприведенное позволяет сделать следующие заключения и указать методы изменения длительности импульса генерации:

а) при определенной частоте длительность импульса излучения увеличивается с увеличением обостряющей емкости;

б) при одних и тех же частотах и напряжениях, но при разных электрических схемах длительности импульсов излучения лазера, могут отличаться друг от друга;

в) длительность импульса генерации лазера сильно зависит от частоты следования импульсов и при неизменных остальных параметрах работы имеет вполне определенный максимум при определенной частоте.

Таким образом, используя различные электрические схемы работы лазера, меняя величины рабочей и обостряющей емкостей и частоту следования импульсов и учитывая при этом изменение вводимой в трубку мощности с изменением величины рабочей емкости и частоты следования импульсов, длительность импульса генерации можно изменять в довольно широких пределах.

НИИ физики конденсированных
сред ЕГУ

Поступила 19. II. 1981

ЛИТЕРАТУРА

1. В. С. Базаев и др. Письма ЖЭТФ, 29, 50 (1979).
2. А. А. Исаев и др. Квантовая электроника, 3, 1800 (1976).
3. П. А. Бохан, В. И. Соломонов, В. Б. Щеглов. Квантовая электроника, 4, 1812 (1977).
4. П. А. Бохан и др. Квантовая электроника, 5, 2162 (1978).
5. В. М. Батенин и др. Теплофизика высоких температур, 17, 483 (1979).
6. Г. Кнайпп, М. Ренч. Квантовая электроника, 4, 2544 (1977).
7. Theodore S. Fahlen. IEEE J. Quant. Elect., QE 7, 546 (1977).
8. А. А. Исаев, М. А. Казарян, Г. Г. Петраш. Оптика и спектроскопия, 35, 528 (1973).

ՊՂՆՁԻ ԴՈՒՐՇԻՆԵՐՈՎ ԱՇԽԱՏՈՂ ԼԱԶԵՐԻ ԳՆՆԵՐԱՑԻԱՅԻ ԻՄՊՈՒԼՍԻ ՏԵՎՈՂՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Վ. Ռ. ԱՍԱՏՐՅԱՆ, Գ. Ա. ԳԱԼԵՉՅԱՆ

Քննված է իմպուլսների հաջորդման հաճախությունից և աշխատանքային ու սրացնող ունակությունների մեծություններից կախված զննարացիայի իմպուլսի տևողության հետազոտությունը: Դիտարկված է զննարացիայի իմպուլսի տևողության կախումը լազերի 0.9-ից, Իմպուլսային երկայնական պարպումով պղնձի գոլորշիները զրգռելով, ստացված են զննարացիայի իմպուլսներ 7-ից մինչև 30 նվ տևողությամբ:

ON THE DURATION OF COPPER VAPOUR LASER PULSE

V. R. ASATRYAN, G. A. GALECHYAN

The results on the dependence of laser pulse duration on the pulse repetition rate as well as on the values of working and sharpening capacitances are given. The dependence of the pulse duration on the laser efficiency is discussed. Pulses of 7—30 nsec duration were observed at the excitation of copper vapour with pulsed longitudinal discharge.