

ЛАЗЕР ВИДИМОГО ДИАПАЗОНА НА КРАСИТЕЛЯХ С ВЫСОКИМ КПД

М. И. Дзюбенко, И. Г. Науменко, В. П. Пелипенко,
С. Е. Солдатенко

Исследованы выходные характеристики лазера на органических красителях с накачкой излучением коаксиальной лампы. Показана возможность получения КПД свыше 1% при входной энергии свыше 10 дж в видимом диапазоне оптимизацией параметров контура питания лампы.

КПД лазеров на органических соединениях определяется эффективностью системы накачки и спектроскопическими и фотохимическими свойствами активных молекул. Получение существенных энергий и КПД для большинства красителей из-за наличия $T-T$ -поглощения возможно лишь при коротких импульсах накачки. С другой стороны сокращение импульсов приводит к снижению эффективности накачки вследствие ухудшения согласования сопротивлений разрядного контура, обусловленного уменьшением накопительной емкости, и смещением спектра излучения лампы в УФ область, так как температура разряда при этом возрастает.

Наибольшие КПД 0,75% ($E_{\text{вых}} = 1,5 \text{ дж}$) [1] и энергия генерации $E_{\text{вых}} = 110 \text{ дж}$ (КПД $\sim 0,3\%$) [2] до сих пор получены на растворах родамина-6G, накачка которого возможна импульсами большой длительности. Системы накачки короткими импульсами [3-5] позволяют получать генерацию на других соединениях, однако достижимые КПД и энергии излучения сравнительно невелики.

В данной работе описывается лазер на растворах красителей, излучающих в диапазоне 435 - 650 нм с выходной энергией и КПД намного превышающими опубликованные ранее для всех красителей, кроме родамина-6G.

Возбуждение генерации осуществлялось коаксиальной импульсной лампой. Разряд происходил в кольцевом промежутке толщиной $2 + 2,5 \text{ мм}$ и 260 мм длиной между двумя кварцевыми трубками. Через внутреннюю полость лампы диаметром 10 мм прокачивался активный раствор. Наружная трубка опрессовывалась порошком окиси магния с целью улучшения использования световой энергии разряда.

Лампа питалась от конденсатора 18 мкф. Величина емкости выбиралась из соображений увеличения волнового сопротивления разрядного контура. С той же целью, а также для повышения скорости нарастания интенсивности накачки, были предприняты меры по снижению индуктивности разрядной цепи.

Мощность излучения лампы в полосе поглощения красителя, сравниваемая по энергии генерации 4-метилумбеллиферона (4МУ), нарастает с увеличением давления ксенона в лампе. При давлениях свыше 15 тор это нарастание, однако, малосущественно, поэтому, с целью увеличения срока лампы, эксперименты проводились при давлениях

17 ÷ 20 тор, с энергией разряда обычно не выше 1,5 кдж. В этих условиях длительность импульса накачки по половине интенсивности составляет $\tau_{и} = 3 + 4$ мксек с фронтом $\tau_{ф} = 1,5 \div 0,8$ мксек. Осциллограммы светового импульса и разрядного тока показаны на рис. 1. Большая величина постоянной затухания тока указывает на удовлетворительное электрическое согласование. В зависимости от напряжения и давления Хе на первый полупериод разрядного тока приходится от 60 до 80% энергии, излученной лампой.

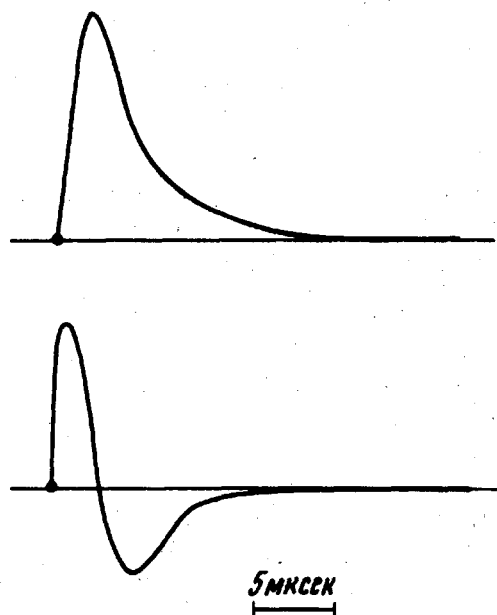


Рис. 1. Осциллограммы светового импульса накачки (верхний) и разрядного тока (нижний)

Краситель	$\lambda_{ген}$, нм	Концентрация, моль/л	КПД% (max)	$E_{вых}$, дж при max КПД	$E_{вых}$, дж при $E_{нак} = 1,5$ кдж	$P_{вых}$, Мвт
Крезильовый фиолетовый	650	10^{-4}	0,11	1,4	1,6	2
Родамин-6G	590	10^{-4}	1,1	12	15	7,5
Родамин незамещенный	560	10^{-4}	0,03	0,3	0,4	0,6
7-окси-4-метил-3-этилкумарин	460	$5 \cdot 10^{-4}$	0,55	6	7,6	4
4-метилумбеллиферон (4МУ)	455	$5 \cdot 10^{-4}$	1,25	12,5	14,5	7,25
7-амино-4-метилкумарин	435	$5 \cdot 10^{-4}$	0,13	2	2	2,5

Резонатор был образован плоскопараллельной стеклянной пластиной без покрытий и плоскими диэлектрическими зеркалами для каждого из красителей с отражением около 98%. Энергия излучения измерялась стандартным калориметром ИКТ-1М.

Перечень и характеристики генерации испытывавшихся веществ приведены в таблице. Растворителем во всех случаях служил метиловый спирт. Следует отметить, что концентрация и отражение зеркал близки к оптимальному значению только для 4МУ при накачках до 1 кдж.

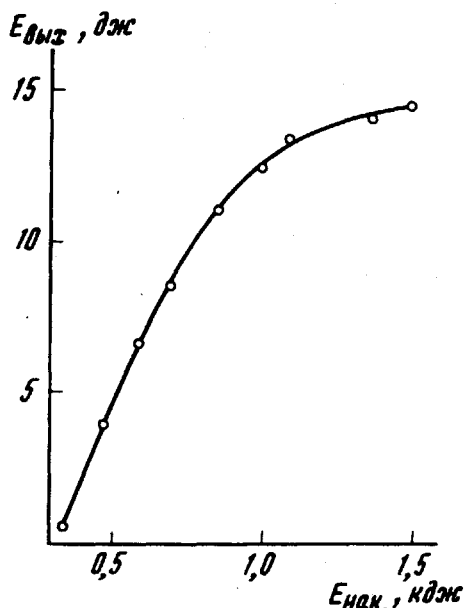


Рис. 2. Зависимость энергии генерации 4МУ от энергии накачки

Зависимость энергии генерации ($E_{вых}$) от энергии накачки ($E_{нак}$) показана на рис. 2. Видно, что $E_{вых}$ может быть увеличена при увеличении $E_{нак}$, однако КПД лазера при этом снижается. Наблюдаемое на графике насыщение в значительной мере обусловлено фотораспадом молекул 4МУ, который является одним из наиболее фотостойчивых генерирующих соединений. Если свежеприготовленный раствор не прокачивать через кювету, то возбуждение его двумя последовательными импульсами с $E_{нак} = 900 дж$ приводит к уменьшению $E_{вых}$ во втором импульсе в 5 раз. Устранение фотораспада активных молекул несомненно приведет к существенному улучшению характеристик генерации.

Институт радиофизики
и электроники
Академии наук Украинской ССР

Поступила в редакцию
28 мая 1973 г.

Литература

- [1] С.А.Михнов, М.И.Зыбин, В.С.Стрижнев, ЖПС, 15, вып 5, 947, 1971.
[2] Ф.Н.Балтаков, В.А.Барихин, В.Г.Корнилов, С.А.Михнов, А.Н.Рубинов, Л.В.Суханов, ЖТФ, 42, 1459, 1972.

- [3] М.Басс, Т.Дейч, М.Вебер. УФН, 105, 521, 1971.
- [4] Ю.Н.Янайт, Г.А.Абакумов, Г.И.Кромский, А.П.Симонов, В.В.Фадеев, Р.В.Хохлов, Письма в ЖЭТФ, 13, 616, 1971.
- [5] М.И.Дзюбенко, А.Я.Матвеев, И.Г.Науменко. ИТЭ, №1, 171, 1972.
-