

модуль упругости уменьшается и соответственно уменьшается резонансная частота колебаний консоли. При  $H > H_A$  частота увеличивается, так как модуль упругости увеличивается до своего максимального значения  $E_M$ .

Максимальная величина коэффициента преобразования  $S_3 = df/dH = 65$  Гц/Э достигается в поле смещения  $H_0 = 0.6$  Э, создаваемого  $Sm-Co$  магнитом (8, рис. 1) с размерами  $5 \times 5 \times 12$  мм. При этом пороговая чувствительность датчика к магнитному полю в полосе частот  $0.01-10$  Гц составила  $H_{мин} = 60$  нТл. Как показывают оценки, согласно [2], возможно увеличение коэффициента преобразования вплоть до  $S_T = 1500$  Гц/Э, что соответствует при  $\Delta f/f = 10^{-5}$  предельной чувствительности  $H_{мин} \sim 1$  нТл.

В заключение отметим, что предлагаемый пассивный ВОД магнитного поля с частотной формой представления выходного сигнала может быть использован для высокоточных измерений малых перемещений ( $< 0.1$  мкм) и тока.

### С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] V e n k a t e s h S. // J. IERE. 1988. V. 58. P. S79-S84.
- [2] L i v i n g s t o n T.D. // Prys. Stat. Sol. (a). 1982. V. 70. P. 591-596.
- [3] L i v i n g s t o n T.D., M o r r i s W.G. // IEEE Transactions on magnetics. 1981. V. 17. P. 2624-2626.

Московский  
физико-технический институт

Поступило в Редакцию  
25 ноября 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 17, вып. 4

26 февраля 1991 г.

07; 12

© 1991

*HeCd* ЛАЗЕР С ДЛИНОЙ ВОЛНЫ 441.6 нм,  
ВОЗБУЖДАЕМЫЙ МИКРОСЕКУНДНЫМ ПУЧКОМ ЭЛЕКТРОНОВ

Д.Л. К у з н е ц о в, Г.А. М е с я ц,  
Ю.Н. Н о в о с е л о в, В.В. О с и п о в,  
В.В. У в а р и н

Генерация на ионах кадмия в *HeCd* смеси высокого давления реализована как при возбуждении продуктами ядерной реакции [1, 2], так и при накачке мощным наносекундным пучком электронов [3-5]. В последнем случае генерация зафиксирована только в пос-

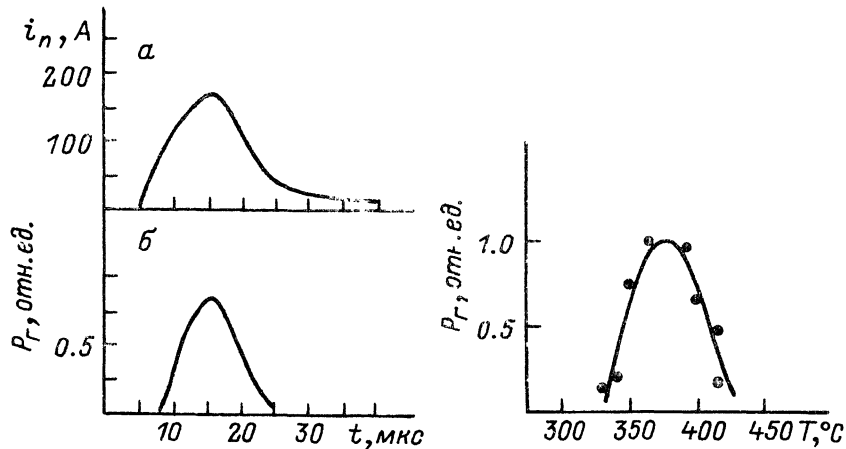
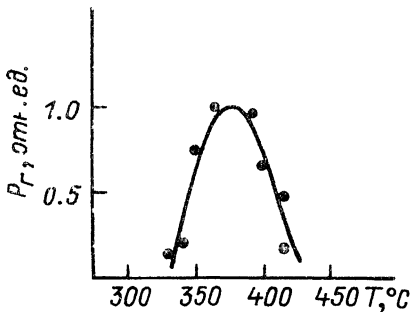


Рис. 1. Осциллограммы тока пучка электронов (а) и мощности генерации (б).

Рис. 2. Зависимость мощности генерации от температуры среды.



лесвечении, что свидетельствует о релаксационном характере создания инверсии на лазерных переходах. В настоящей работе получена генерация во время действия электронного пучка, который имел микросекундную длительность. В [3-5] применялась продольная накачка, тогда как более перспективным с точки зрения создания широкоапертурных лазеров является использование поперечной накачки. Возможность ее реализации в лазерах на парах металлов продемонстрирована в данном сообщении.

Для возбуждения гелий-кадмиевой смеси высокого давления использовался ускоритель электронов с плазменным катодом, генерирующий пучок сечения  $3 \cdot 70 \text{ см}^2$  с энергией электронов  $\sim 180 \text{ кэВ}$  и длительностью импульса на полувысоте  $\sim 12 \text{ мкс}$ . Осциллограмма тока пучка приведена на рис. 1, а. Вывод пучка осуществляется через охлаждаемое окно, герметизированное титановой фольгой  $18 \text{ мкм}$ . Цилиндрическая лазерная кювета отделена от выводного окна буферным объемом толщиной  $4 \text{ см}$  и дополнительной фольгой  $5 \text{ мкм}$ , которые предотвращают попадание паров металла на выводное окно ускорителя. Лазерная кювета с размещенными на ее стенке кусочками кадмия заполнялась гелием в холодном состоянии до давления  $1 \text{ атм}$  и нагревалась до температуры  $320\text{--}450 \text{ }^\circ\text{C}$ , которая регистрировалась платино-родиевой термопарой. Длина нагреваемой зоны составляла  $80 \text{ см}$ . Специальные меры по очистке газа от неконтролируемых газовых примесей не применялись.

Использовался внутренний резонатор, образованный сферическим зеркалом радиусом  $5 \text{ м}$ , коэффициентом отражения  $99 \%$  и плоскопараллельным зеркалом с диэлектрическим покрытием и коэффициентом отражения  $98 \%$ . Генерируемое излучение снималось с объе-

ма  $\phi$   $1 \times 70$  см. Временные характеристики генерации и ее мощность определялись с помощью калиброванного фотодиода ФЭК-22, сигнал с которого одновременно с импульсом тока пучка регистрировался двухлучевым осциллографом С8-14.

Лазерная генерация на ионе кадмия с длиной волны 441.6 осуществляется на переходе  $4d^{9}5s^{2}2D_{5/2} - 4d^{10}5p^{2}P_{3/2}$ . Характерный импульс генерации приведен на рис. 1, б. Видно, что существует значительная задержка между началом импульса накачки и началом генерации. В соответствии с представлениями о механизме накачки, развитыми в [5, 6], она обусловлена временем накопления населенности на верхнем лазерном уровне, который заселяется в реакции Пеннинга  $Cd + He^{*} \rightarrow Cd^{**} + He + e$ , а также в реакции перезарядки ионов  $He_2^{+}$  и  $He^{+}$  на атомах кадмия. Максимум импульса генерации совпадает с максимумом тока пучка и при спаде последнего интенсивность генерации уменьшается. Срыв генерации происходит до окончания импульса возбуждения. Оценки показывают, что мощность накачки в этот момент времени составляет  $\sim 80$  Вт/см<sup>3</sup>, что существенно выше порога генерации  $\sim 15$  Вт/см<sup>3</sup>, зафиксированного в [2]. Основываясь на результатах [5], этот факт можно объяснить наличием в условиях наших экспериментов значительной доли примеси, снижающей поток накачки на верхний лазерный уровень. Характерно, что возбуждение и срыв генерации наблюдается при примерно равном значении тока электронного пучка. Мощность генерации составила  $\sim 20$  Вт и при специальной очистке напускаемого в кювету гелия может возрасти.

Генерация на длине волны 441.6 нм начиналась при температуре смеси  $T \sim 330$  °С и достигала максимальной мощности при  $T = 360-380$  °С (рис. 2). Наличие оптимума по температуре связано с конкуренцией двух процессов: увеличение концентрации паров кадмия с одной стороны приводит к росту населенности верхнего лазерного уровня, с другой – повышению скорости конверсии атомарных ионов  $Cd^{+}$  в молекулярный  $Cd_2^{+}$  [5, 6]. При  $T$  360–380 °С между этими процессами наблюдается динамическое равновесие. В этих же температурных пределах максимальная мощность генерации зафиксирована и в послесвечении [3, 5] при возбуждении среды наносекундным пучком. Совпадение этих пределов свидетельствует о независимости мощности генерации на длине волны 441.6 нм от длительности накачки, что соответствует расчетам [7].

#### С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] М и с ь к е в и ч А.И., Д м и т р и е в А.Б., И л ь я ш е н к о В.С. и др. // Письма в ЖТФ. 1980. Т. 6. В. 13. С. 818–821.
- [2] М и с ь к е в и ч А.И., И л ь я ш е н к о В.С., С а л а м а х а Б.С. и др. // ЖТФ. 1982. Т. 52. № 2. С. 402–404.
- [3] Д е р ж и е в В.И., Ж и д к о в А.Г., К а р е л и н А.В. и др. // Письма в ЖТФ. 1988. Т. 14. В. 1. С. 18–21.

- [4] Б у г а е в С.П., Г о р ю н о в Ф.Г., Н а г о р н ы й Б.Ю  
и др. // Оптика и спектроскопия. 1988. Т. 65. В. 3. С.744-  
747.
- [5] Г о р ю н о в Ф.Г., Д е р ж и е в В.И., Ж и д к о в А.Г.  
и др. // Квантовая электроника. 1989. Т. 16. № 10.  
С. 2039-2046.
- [6] М а к а р о в С.В., Н о в о с е л о в Ю.Н., О с и -  
п о в В.В. // Квантовая электроника. 1990. Т. 17. № 8.  
С. 974-979.
- [7] М а к а р о в С.В., Н о в о с е л о в Ю.Н. // Квантовая  
электроника. 1990. Т. 17. № 11.

Институт электрофизики  
АН СССР  
Уральское отделение,  
Свердловск

Поступило в Редакцию  
26 ноября 1990 г.