

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

07;12

Журнал технической физики, т. 65, в. 4, 1995

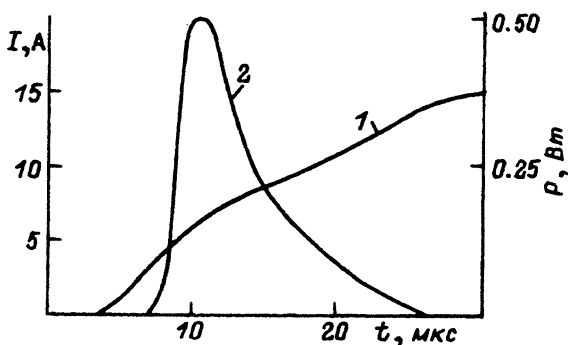
© 1995 г.

**ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ НАКАЧКИ
НА УЛЬТРАФИОЛЕТОВУЮ ГЕНЕРАЦИЮ HeCd
ЛАЗЕРА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ***Ю.Н.Новоселов, В.В.Уварин*

Институт электрофизики, Уральское отделение РАН,
620219, Екатеринбург, Россия
(Поступило в Редакцию 14 марта 1994 г.)

Интерес к гелий-кадмиевому лазеру высокого давления обусловлен возможностью создания низкопорогового ультрафиолетового лазера с квазистационарной ядерной накачкой. Генерация УФ излучения в этом лазере осуществляется на переходе $4d^9 5s^{22} D_{3/2} - 4d^{10} 5p^2 P_{1/2}$ иона кадмия с длиной волны 325.0 нм. В настоящее время можно считать установленными механизмы заселения верхнего лазерного уровня [1]. Вне зависимости от природы ионизирующего излучения (электронный пучок или продукты ядерной реакции) [2] накачка этого уровня, а также уровня $4d^9 5s^{22} D_{5/2}$, являющегося верхним для линии 441.6 нм, осуществляется в реакциях перезарядки ионов He_2^+ на Cd и Пеннинга $He_2^+ + Cd$ [1-5]. Лазерная генерация на 441.6 нм получена при различных условиях накачки электронным пучком наносекундной [4] и микросекундной [6] длительности, а также продуктами ядерной реакции [7]. Однако генерация на 325.0 нм зафиксирована только при возбуждении наносекундным пучком электронов [4,8] и пучком, длительность которого составляла несколько микросекунд [9]. Попытки получения УФ генерации при более длительной ядерной накачке не дали положительных результатов [10,11]. В настоящей работе представлены результаты экспериментов по генерации линии 325.0 нм при моделировании ядерной накачки слаботочным электронным пучком длительностью десятки микросекунд.

Эксперименты выполнялись на установке, аналогичной [6,9]. Для накачки лазера использовался электронный пучок сечением 4×70 см и энергией электронов 200-180 кэВ. Лазерная кювета с размещенными на ее стенке кусочками кадмия заполнялась гелием в холодном состоянии до давления 1-2 атм и могла нагреваться до 450 °С. При проведении опытов использовалась непрерывная очистка гелия при прокачке



Фронт импульса тока электронного пучка, выведенного в атмосферу (1) и импульс генерации на длине волны 325.0 нм (2) (давление He 1.5 атм, температура среды 360 °C).

газа со скоростью 1–3 см/с через лазерную кювету и охлаждаемый жидким азотом цеолитовый фильтр.

Использовался внутренний резонатор, образованный сферическим зеркалом с радиусом сферы 5 м и коэффициентом отражения 99.9% и выходным плоскопараллельным зеркалом с коэффициентом отражения 99.0%. Генерируемое излучение, длина волны которого измерялась с помощью спектрографа ДФС-452, снималось с объема 0 1.5×70 см. Временные характеристики излучения и его мощность определялись с помощью калиброванного фотодиода ФЭК-22, сигнал с которого одновременно с импульсом тока пучка регистрировался осциллографом С9-27.

Лазерная генерация на длине волны 325.0 нм наблюдалась в температурном диапазоне 330–450 °C при давлении напускаемого гелия 1–2 атм, что противоречит данным [8,9]. При небольшой разъюстировке резонатора импульс, регистрируемый фотодиодом в режиме генерации, исчезал. В этом режиме наблюдался слабый сигнал, составляющий величину менее 1% от мощности импульса генерации, который идентифицировался нами как спонтанное излучение лазерного перехода.

Применяемый в экспериментах ускоритель электронов с плазменным катодом позволял генерировать плавно нарастающий импульс электронного пучка, моделирующий фронт импульса ядерной накачки. На рисунке приведен участок осциллограммы тока пучка (кривая 1). Лазерная генерация возникала при достижении порога и за время ~ 2.5 мкс достигала максимального значения (кривая 2). Затем в импульсе генерации наблюдается пологий спад мощности, хотя ток пучка, а следовательно, и мощность накачки продолжают увеличиваться. Подобный характер зависимости мощности генерации от времени при нарастающем токе электронного пучка зафиксирован нами во всем исследуемом диапазоне температур смеси и давлений гелия. Явной причиной такого поведения импульса генерации является увеличение коэффициента поглощения на длине волны 325.0 нм в рабочей среде. Тот факт, что генерация возникает, а затем уменьшается до полного исчезновения, свидетельствует о том, что поглощающие излучение частицы нарабатываются в HeCd среде под действием импульса

накачки. При временах накачки, меньших десятка микросекунд, этот эффект не наблюдается [4,8,9].

Ранее в работах [3,4], а затем в [1] высказывалось предположение о наличии в HeCd активной среде высокого давления значительно по величине коэффициента поглощения на длине волны генерации 325.0 нм. Это поглощение идентифицировалось как поглощение лазерного излучения молекулами Cd_2^* и Cd_3^* . Отмечался тот факт, что с увеличением мощности накачки поглощение может увеличиваться. В наших экспериментах наблюдалось небольшое укорочение импульса генерации с ростом тока электронного пучка.

В [11] высказывается предположение о другой природе механизма поглощения. Его причиной может быть поглощение на переходе $7^3S_1 - 5^3P_2^0$ атома кадмия, длина волны которого 325.25 нм близка к длине волны лазерного излучения. Оценки [1,11] концентрации метастабильных атомов $Cd(5s5p^3P)$ и сечения поглощения на этом переходе свидетельствуют, что такой механизм может приводить к отсутствию генерации в условиях экспериментов [7,11]. Полученные в наших экспериментах результаты могут быть объяснены как той, так и другой причиной возникновения сильного поглощения лазерного УФ излучения.

Таким образом, в работе впервые экспериментально показано, что УФ генерация в HeCd лазере существенно зависит от длительности импульса накачки и может быть наверняка получена в диапазоне длительностей до 10–15 мкс. Этот факт значительно уменьшает возможность создания эффективного УФ лазера на ионе кадмия с квазистационарной, в том числе и ядерной, накачкой.

Список литературы

- [1] Карелин А.В., Яковленко С.И. // Квантовая электрон. 1993. Т. 20. № 7. С. 631–651.
- [2] Андреев А.В., Макаров С.В., Новоселов Ю.Н. и др. // ЖТФ. 1992. Т. 62. Вып. 3. С. 18–23.
- [3] Миськевич А.И. // ЖТФ. 1987. Т. 57. Вып. 9. С. 1767–1775.
- [4] Горюнов Ф.Г., Держилов В.И., Жидков А.Г. и др. // Квантовая электрон. 1989. Т. 16. Вып. 10. С. 2039–2046.
- [5] Макаров С.В., Новоселов Ю.Н., Осипов В.В. // Квантовая электрон. 1990. Т. 17. № 8. С. 974–978.
- [6] Кузнецов Д.Л., Месяц Г.А., Новоселов Ю.Н. и др. // Письма в ЖТФ. 1991. Т. 17. Вып. 4. С. 35–38.
- [7] Миськевич А.И., Ильяшенко В.С., Саламата Б.С. и др. // ЖТФ. 1982. Т. 52. Вып. 2. С. 402–404.
- [8] Бугаев С.П., Горюнов Ф.Г., Нагорный Д.И. и др. // Опт. и спектр. 1988. Т. 65. Вып. 3. С. 744–747.
- [9] Макеев В.А., Новоселов Ю.Н., Старовойтов М.Ю., Уварин В.В. // Письма в ЖТФ. 1993. Т. 19. Вып. 9. С. 10–13.
- [10] Магда Э.П. // Тр. конф. "Физика ядерно-возбуждаемой плазмы и проблемы лазеров с ядерной накачкой". Обнинск, 1992. Т. 1. С. 65–74.
- [11] Барышева Н.М., Бочков А.В., Бочкова Н.В. и др. // Опт. и спектр. 1992. Т. 73. Вып. 1. С. 87–89.