

04; 07

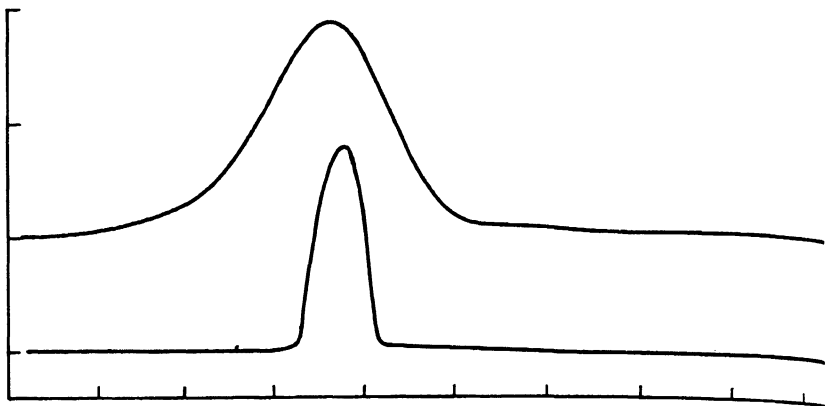
© 1990

ГЕНЕРАЦИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ДЛИНОЙ ВОЛНЫ 585.2 НМ В ПЛОТНОЙ ${}^3\text{He}-\text{Ne}-\text{Ar}$ ПЛАЗМЕА.П. К о п а й - Г о р а, А.И. М и с ь к е в и ч,
Б.С. С а л а м а х а

Плотные газовые среды на основе смесей инертных газов $\text{Ne}-\text{Xe}$, $\text{Ar}-\text{Xe}$, $\text{Ne}-\text{Kr}$, $\text{Ne}-\text{Ar}$ позволяют получать при возбуждении тяжелыми заряженными частицами высокой энергии лазерное излучение в ИК-диапазоне длин волн (1.7-3.5 мкм) на многих переходах атомов Ar I , Kr I , Xe I [1, 2]. Инверсия населенности в этих смесях создается за счет рекомбинационного потока, заселяющего преимущественно верхний лазерный уровень, и радиационной очистки нижнего уровня. Лазерное излучение в видимом диапазоне длин волн ранее было получено только в парометаллических газовых средах ${}^3\text{He}-\text{Cd}$ и ${}^3\text{He}-\text{Zn}$ на переходах иона Cd II ($\lambda = 441.6, 533.7, 537.8$ нм) и Zn II ($\lambda = 747.9$ нм) [3, 4]. В лазерах этого типа верхний рабочий уровень селективно заселяется за счет реакции перезарядки или ионизации Пеннинга, а нижний уровень очищается радиационным распадом.

В настоящей работе рассматривается третий, столкновительный тип лазера, в котором инверсная заселенность достигается за счет сильной столкновительной очистки нижнего рабочего уровня. Столкновительная схема очистки допускает использование в качестве нижнего уровня долгоживущие или метастабильные состояния, вследствие чего величина квантового КПД потенциальных лазерных сред может достигать 20-50 %, а длины волн генерации при использовании инертных газов будут лежать в видимом и УФ-диапазонах.

Нами сообщается о получении генерации лазерного излучения с длиной волны 585.2 нм (переход $3p' [1/2]_0 - 3s' [1/2]_1, \text{Ne I}$) в плотной (~ 1 атм) газовой смеси ${}^3\text{He}-\text{Ne}-\text{Ar}$, возбуждаемой продуктами нейтронной ${}^3\text{He}$ (п, р) ${}^3\text{T}$ реакции. Суммарное давление газовой смеси - 782.5 Тор, парциальные давления Ne и Ar соответственно равны 15 и 7.5 Тор. В экспериментах использовалась кювета, позволяющая устанавливать в активном объеме три пары зеркал одновременно [5]. Световой диаметр зеркал - 30 мм, расстояние между зеркалами - 192 см. Кювета была выполнена в виде прямоугольной трубы размером 3x18 см и длиной 120 см и изготовлена из нержавеющей стали X18H9T толщиной 1.5 мм. Окна Брюстера на торцах кюветы отсутствовали, герметизация активного объема осуществлялась самими зеркалами. Зеркала юстировались таким образом, чтобы активный объем лазера по сечению кюветы распадался на 3 независимые зоны, каждая из которых могла просматриваться только одной парой зеркал, и вся конструкция



Осциллограмма импульса нейтронов источника (верхний луч) и лазерной генерации на длине волны 585.2 нм (сигнал от фотоэлемента Ф-22, нижний луч). Запись произведена с помощью запоминающего осциллографа С8-17. Длительность развертки — 2 мс/дел. Состав смеси: ^3He — 760 Тор, Ne — 15 Тор, Ar — 7.5 Тор.

представляла три независимых лазера, имеющих общее газовое наполнение.

Кювета размещалась внутри водяного замедлителя и облучалась потоком нейтронов импульсного источника. Толщина слоя воды, проходимая нейтронами в замедлителе, — 4 см. Величина средней по длине кюветы плотности потока тепловых нейтронов, измеренная на оси кюветы в максимуме нейтронного импульса накачки, была равна $2.2 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$, длительность нейтронного импульса на полувысоте составляла 4 мс.

Из 6 зеркал, установленных в кювете, две пары предназначались для работы на длине волны 585.2 нм и имели суммарное пропускание 1.25 % (1 канал) и 4.6 % (2 канал). Третий канал предназначался для работы на длинах волн 640.2, 703.2 и 724.5 нм, причем оба зеркала были глухими и имели суммарное пропускание ~ 0.4 %.

Световое излучение регистрировалось фотоэлементами Ф-22 и ФЭК-14, размещенными на расстоянии около 3 м от кюветы. Часть лазерного пучка выводилась через биологическую защиту наружу, где регистрировалась спектрографом ДФС-452 на фотопленку и наблюдалась визуально в виде яркого оранжевого пятна на расстоянии около 20 м от выходного зеркала.

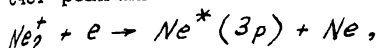
Запись электрических сигналов каждого фотоэлемента осуществлялась запоминающими осциллографами С8-17 и двухлучевыми осциллографами С1-92.

В данном эксперименте была получена генерация только на длине волны 585.2 нм и только по первому каналу, где стояли

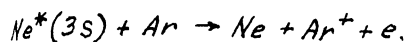
зеркала с пропусканием 1.25%. Во втором канале, где пропускание было 4.6%, генерация на этой длине волны отсутствовала. В третьем канале с красными зеркалами также не было зарегистрировано никакого сигнала. На рисунке показаны осциллограммы импульса нейтронов накачки и импульса генерации на длине волны 585.2 нм, зарегистрированной фотоэлементом Ф-22. Мощность генерации в максимуме составила 0.35 Вт, длительность генерации по основанию - 1.7 мс, что свидетельствует о достижении квазинепрерывного режима генерации.

Для возникновения генерации требовалось выдерживать определенные соотношения между всеми тремя компонентами смеси, причем допустимый интервал изменения концентраций был достаточно узким. Приведенный выше состав смеси близок к оптимальному для гелиевосодержащих смесей.

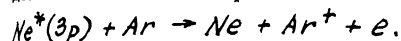
Механизм образования инверсии на переходе $3p'[1/2]_0 - 3s'[1/2]_1, Ne I$ связан с заселением верхнего $3p$ уровня как за счет реакции



так и за счет прямого возбуждения этого уровня высокоэнергетичными продуктами нейтронной ${}^3He(n, p){}^3T$ реакции. Очистка нижнего долгоживущего уровня происходит за счет реакции Пеннинга:



В этой реакции участвуют также атомы неона в верхнем возбужденном состоянии $3p$:



Этот процесс приводит к снижению эффективности работы лазера.

Мы провели измерения спектров люминесценции $Ne-Ne-Ar$ смеси (состав: $Ne - 760 \text{ Тор}$, $Ar - 15 \text{ Тор}$, $Ar - 7.5 \text{ Тор}$) при возбуждении альфа-частицами и сравнили ее с люминесценцией $Ne-Ne$ смеси с тем же соотношением компонент. Оказалось, что добавки аргона уменьшают населенность верхнего $3p'[1/2]_0$ уровня $Ne I$ почти в 10 раз. Таким образом, КПД лазера на переходе $3p'[1/2]_0 - 3s'[1/2]_1, Ne I$ в основном определяется тушащими свойствами пеннингующей примеси. Правильный выбор этой компоненты смеси позволит в дальнейшем значительно увеличить КПД лазера с длиной волны 585.2 нм.

В заключение авторы выражают благодарность А.М. Воинову, С.П. Мельникову, С.Ф. Мельникову, Л.М. Павловской и А.А. Синянскому за помощь в работе.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Воинов А.М., Довбыш Л.Е., Кривоносов В.Н. и др. // Письма в ЖТФ. 1979. Т. 5. В. 7. С. 422-424.
- [2] Воинов А.М., Довбыш Л.Е., Кривоносов В.Н. и др. // Письма в ЖТФ. 1981. Т. 7. В. 16. С. 1016-1020.

- [3] Миськевич А.И., Дмитриев А.Б., Ильяшенко В.С. и др. // ЖТФ. 1982. Т. 52. № 2. С. 402-404.
- [4] Миськевич А.И. // ЖТФ. 1987. Т. 57. № 9. С. 1767-1775.
- [5] Копай-Гора А.П., Миськевич А.И., Саламаха Б.С. // ПТЭ. 1986. № 5. С. 171-174.

Московский
инженерно-физический
институт

Поступило в Редакцию
25 января 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 11

12 июня 1990 г.

10; 11

© 1990

ВЛИЯНИЕ МАТЕРИАЛА И ГЕОМЕТРИИ
ВЗРЫВОЭМИССИОННЫХ КАТОДОВ
НА ПАРАМЕТРЫ МОЩНОГО РЭП

Ю.Е. Коляда, С.Б. Фиолетов,
Б.Ф. Ермоленко, Г.А. Сендерович,
В.И. Тучин, В.А. Скубко,
В.Ю. Грибанов

Одним из путей повышения энергии, переносимой мощными релятивистскими электронными пучками (РЭП), является увеличение их длительности. В настоящее время формирование наиболее мощных РЭП возможно в диодах с применением взрывоэмиссионных катодов. В таких диодах получены микросекундные пучки с длительностью импульса 10^{-5} с и выше [1]. Это стало возможным при использовании графитовых катодов. Однако с увеличением тока пучка, как правило, наблюдается уменьшение его длительности.

Если при токах в сотни ампер возможно формирование пучков с длительностью до сотен микросекунд, то при повышении тока до десятка килоампер и при переходе к пучкам с энергией в десятки кДж длительность импульса не превышает нескольких микросекунд.

Существенными факторами, влияющими на энергию РЭП являются материалы взрывоэмиссионных катодов, их форма и геометрия. В данной работе описаны результаты экспериментов по получению мощного электронного пучка с энергией 10-30 кДж и приведены результаты исследования влияния материала взрывоэмиссионного катода и его геометрии на величину длительности тока пучка, формируемого в сильноточном диоде. Известно, что применение магнитной изоляции улучшает режим работы диода - повышаются