

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Маршалл Т. Лазеры на свободных электронах. М., 1987. [2] Бессонов Е. Г., Виноградов А. В. // УФН. 1989. 153, № 1. С. 143. [3] Spřangl P., Ting A., Tang C. M. // Phys. Rev. 1987. A36, N 6. P. 2773. [4] Богданов Ю. И. Дифракционные и нелинейные явления в лазере на свободных электронах высокого усиления: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. М. (МГУ), 1987. [5] Гришин В. К. Равновесные волны в электродинамических структурах с интенсивными пучками заряженных частиц: Автореф. дис. ... д-ра физ.-мат. наук. М. (МГУ), 1987. [6] Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теория поля. М., 1988. [7] Карбышев Н. И., Шлапаковский А. С. // ЖТФ. 1989. 59, № 3. С. 161.

Поступила в редакцию
16.05.94

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3, ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ. 1994. Т. 35, № 5

ОПТИКА И СПЕКТРОСКОПИЯ

УДК 621.373.826.038.823

ЭЛЕКТРОИОНИЗАЦИОННЫЙ РАЗРЯД В СМЕСИ $\text{NH}_3:\text{N}_2$

Б. И. Васильев, К. Э. Лапшин, А. Ф. Сучков, И. Д. Тасмагулов

(кафедра физики колебаний)

Исследован электроионизационный разряд в смеси $\text{NH}_3:\text{N}_2$ (1:20, 1:60) в диапазоне давлений 0,1-0,3 атм при различных значениях E/p . Обнаружены и описаны две различные области значений E/p , в которых наблюдается однородный разряд. Сделано предположение об отличии механизмов возбуждения молекул смеси $\text{NH}_3:\text{N}_2$ в этих областях.

В последнее время значительный ряд задач спектроскопии, лазерного разделения изотопов, дистанционного зондирования среды сталкивается с необходимостью применения источников когерентного излучения в диапазоне 11—20 мкм (см., напр., [1]). Обычно используемый в этом диапазоне аммиачный лазер с оптической накачкой имеет множество линий в интервале 11—14 мкм, однако необходимость использования CO_2 -лазера накачки существенно снижает общую эффективность NH_3 -лазера (КПД (CO_2)·КПД (NH_3) ~ 2%) и сильно усложняет конструкцию [2]. Поэтому большой интерес вызывает разработка эффективного электроразрядного лазера на аммиаке. Проблема создания эффективных электроразрядных лазеров на водородсодержащих молекулах, имеющих большую вращательную постоянную, теоретически рассмотрена в [3]. В рамках решения указанных задач нами исследовался электроионизационный (ЭИ) разряд как способ накачки аммиакосодержащей смеси.

Установка, подробно описанная в [4], представляет собой электроионизационную систему накачки газовых лазеров, позволяющую охлаждать рабочую смесь путем адиабатического расширения ее в вакуум. Она состоит (рис. 1) из газоразрядной камеры, оптического резонатора, электронной пушки, управляемого клапана (УК) и устройства синхронизации (УС).

Внутри газоразрядной камеры, изготовленной из нержавеющей стали и оргстекла, расположен диюралюминиевый анод 1. В качестве катода используется антистримерная решетка 2, предназначенная для предохранения разделительной полиамидной пленки 3 от повреждения электрическим разрядом. Для фиксации пленки используется опорная решетка 4. Емкость С1 (6-0,01 мкФ) служит для накопления энергии, вкладываемой в несамостоятельный разряд, инициируемый электронным пучком. Оптический резонатор длиной 900 мм образован глухим 5 и выходным 6 зеркалами.

Электронная пушка предназначена для формирования пучка электронов с энергиями до 180 кэВ. Высоковольтный импульс, подаваемый на острый катод 7, образуется во вторичной обмотке импульсного трансформатора ИТ при разряде конденсатора С2 (0,01 мкФ) через первичную обмотку ИТ и управляемый разрядник Р1. Для формирования на катоде пушки импульсов высокого напряжения длительностью ~30—50 нс используется обостряющий регулируемый разрядник Р2. Емкость С3 (40 пФ), коаксиальная с цилиндрическим корпусом, служит для накопления энергии

в цепи вторичной обмотки трансформатора ИТ. Электронный пучок выводится в газоразрядную камеру через окно прозрачностью 60%, образованное пленкой и опорной решеткой.

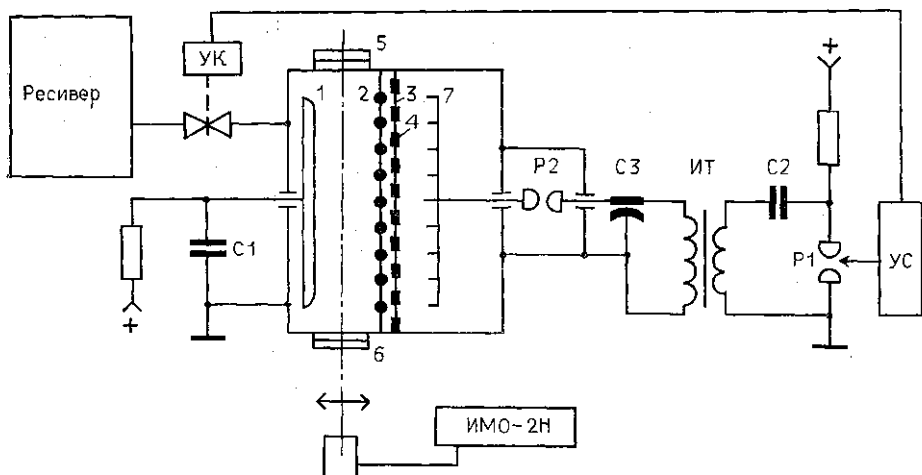


Рис. 1. Схема установки

Исследования импульсного ЭИ-разряда в смеси $\text{NH}_3:\text{N}_2$ проводились при заданном давлении p (в диапазоне 0,1—0,3 атм) и меняющемся отношении E/p (E — напряженность поля в разряде) для двух различных смесей (1:20 и 1:60). Однородность ЭИ-разряда в смесях наблюдалась визуально, а также по характеру разряда конденсатора $C1$. При однородном ЭИ-разряде в газоразрядной камере возникало равномерное сине-фиолетовое свечение и конденсатор $C1$ разряжался частично. Передаваемая в смесь энергия в этом случае определялась по степени разряда конденсатора. В случае же неоднородного разряда (стримерный пробой) область пробоя высвечивалась ярко-белой вспышкой и конденсатор разряжался полностью, при этом энергия в смесь не передавалась. Напряженность поля в разряде определялась по начальному напряжению на конденсаторе $C1$. В указанном диапазоне давлений наблюдался устойчивый однородный ЭИ-разряд в двух характерных областях значений E/p (рис. 2, 3).

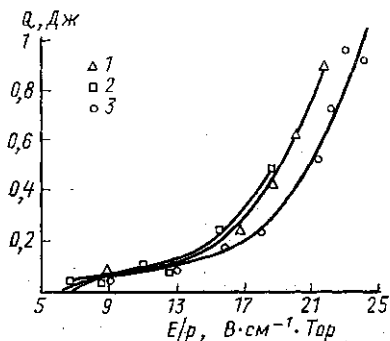


Рис. 2. Зависимость энерговклада Q от величины E/p в области I: 1 — для смеси $\text{NH}_3:\text{N}_2$ (1:60), 2 — для смеси $\text{NH}_3:\text{N}_2$ (1:20) и 3 — для чистого азота

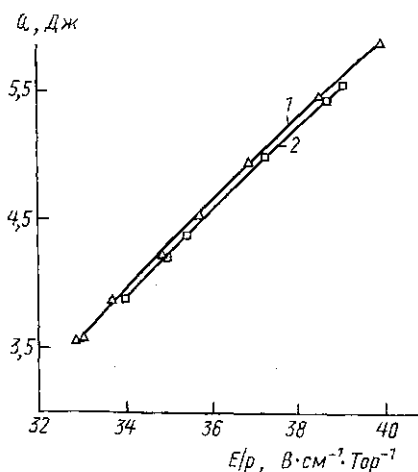


Рис. 3. Энерговклад в смеси $\text{NH}_3:\text{N}_2$ в области II: 1 — для смеси $\text{NH}_3:\text{N}_2$ (1:60) и 2 — для смеси $\text{NH}_3:\text{N}_2$ (1:20)

При малых значениях E/p (область I, рис. 2) однородный разряд в аммиачной смеси отличался от разряда в чистом азоте по величине энерговклада Q . На рис. 2 показаны полученные зависимости Q от значения E/p для двух различных смесей $\text{NH}_3 : \text{N}_2$ и для чистого азота. При увеличении E/p начиная с некоторого значения (E/p)₁ однородный разряд переходил в стримерный пробой, и энергия в разряд не вкладывалась. Причем если для чистого азота значение (E/p)₁ составляло ~ 25 В/(см·Тор), то в аммиачной смеси оно снижалось до ~ 22 В/(см·Тор) для смеси 1:60 и ~ 18 В/(см·Тор) для смеси 1:20.

При дальнейшем увеличении E/p картина разряда в смеси и в чистом азоте отличалась качественно. В азоте однородный разряд больше не наблюдался, а в смеси $\text{NH}_3 : \text{N}_2$ при значениях $E/p > (E/p)$ ₂ вновь возникал устойчивый однородный разряд вплоть до максимальных значений E/p , связанных с самопробоем смеси. Для этой области (область II, рис. 3), лежащей в диапазоне значений $E/p \sim 33-40$ В/(см·Тор) и не имеющей аналога при ЭИ-разряде в чистом азоте, характерны значительные энерговклады в смесь $\text{NH}_3 : \text{N}_2$ (~ 125 Дж/(л·атм)). При увеличении содержания NH_3 в смеси наблюдалось сужение области до значений $\sim 34-39$ В/(см·Тор).

Наблюдаемая картина однородного ЭИ-разряда в смеси $\text{NH}_3 : \text{N}_2$ позволяет предположить, что в двух описанных областях значений E/p энергия, вкладываемая в разряд, по-разному возбуждает смесь. В области I она, по-видимому, накачивает колебательно-вращательные уровни молекулы аммиака. Это в определенной степени подтверждается увеличением энерговклада в смесь $\text{NH}_3 : \text{N}_2$ по сравнению с энерговкладом в чистый азот. Значительное отличие основных параметров (E/p , Q) в области II однородного разряда позволяет говорить об ином механизме передачи энергии в смесь. Вопрос о том, какие именно энергетические уровни молекул возбуждаются при поглощении энергии аммиаком и азотом, является существенным при использовании однородного ЭИ-разряда для создания инверсной населенности в аммиаксодержащей среде. С этой точки зрения большой интерес представляют исследования спектров люминесценции и поглощения в обеих областях ЭИ-разряда, которые позволят оценить возможность получения лазерной генерации в аммиаксодержащей среде при ЭИ-разряде.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Васильев Б. И., Ястребков А. Б. // Изв. РАН, сер. физ. 1994. № 2. С. 202. [2] Васильев Б. И. и др. Препринт ФИАН № 115. М., 1979. [3] Науменко Н. А., Сучков А. Ф. Препринт ФИАН № 279. М., 1985. [4] Васильев Б. И. и др. // Приб. и техн. эксперимента. 1994. № 2. С. 122.

Поступила в редакцию
28.01.94

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3, ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ. 1994. Т. 35, № 5

ГЕОФИЗИКА

УДК 551.466.31

К ВОПРОСУ О СПЕКТРЕ ВЕТРОВОГО ВОЛНЕНИЯ

В. А. Козлов, В. С. Лаворко, М. А. Носов, Н. К. Шелковников

(кафедра физики моря и вод суши)

Излагаются результаты исследования спектра ветрового волнения на основе данных, полученных во время рейса НИС «Московский университет» в Черном и Эгейском морях.

Измерения спектра ветрового волнения в диапазоне частот от 1,6 до 20 Гц [1] были проведены в Черном и Эгейском морях с борта НИС «Московский университет» в августе 1991 г.

В качестве датчика волн использовался однострунный волнограф, выполненный из нихромовой проволоки диаметром 0,4 мм. Датчик устанавливался на буйковой станции типа вехи Фруда общей длиной 6 м. Буйковая станция соединялась с бортом НИС кабельной линией длиной 100 м. Датчик включался в мостовую схему переменного тока (частота питания моста 10 кГц) на основе тензометрического усилителя, выходное напряжение которого было пропорционально длине части струны волнографа, нахо-