

тельной газовой среде. Основная из них заключается в том, что материал в зоне лазерного воздействия разрушается путем хрупкого растрескивания и в значительной степени выносится в окружающий газ в виде твердых частиц малых размеров, которые сгорают в процессе разлета с большим экзотермическим эффектом.

Приведенные экспериментальные данные получены без оптимизации камеры сгорания, окислительной газовой среды, а также длительности, формы и частоты следования лазерных импульсов. Это дает возможности повышения эффективности лазерного сжигания твердых топлив как по степени сгорания эрозивной массы, так и по отношению выделенной химической энергии к вложенной энергии лазерного импульса.

#### С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Б о н ч - Б р у е в и ч А.М., Л и б е н с о н М.Н. // Изв. АН СССР. Сер. физ. 1982. Т. 46. № 6. С. 1104-1118.
- [2] Б у н к и н Ф.В., К и р и ч е н к о Н.А., Л у к ь я н ч у к Б.С. // УФН. 1982. Т. 138. В. 1. С. 45-94.
- [3] В о р о б ь е в А.Я. // Письма в ЖТФ. 1989. Т. 15. В. 18. С. 28-30.
- [4] M a r c u s S., L o w d e r J.E., M o o n e y D.L. // J. Appl. Phys. 1976. V. 47. N 7. P. 2966-2969.
- [5] В о р о б ь е в А.Я. // Квантовая электроника. 1985. Т. 12. № 4. С. 794-754.
- [6] Политехнический словарь. М.: СЭ, 1977. 608 с.
- [7] Химическая энциклопедия. М.: СЭ, 1988. Т. 1. 623 с.

Харьковский государственный университет

Поступило в Редакцию  
25 августа 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 19

12 октября 1990 г.

10; 11

© 1990

#### ЭЛЕКТРОГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ ЭМИССИЯ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ИОНОВ ИЗ РАСПЛАВОВ ГАЛОГЕНИДОВ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ

Н.В. А л ь к р и н с к а я, В.В. К а в и ц к и й,  
В.Б. К а з н а ч е е в, А.Б. М о к р о в

За последние годы достигнуты значительные успехи в области исследования, разработки и применения жидкометаллических источников ионов, обладающих уникально высокой яркостью и малыми размерами эмиссионной области. Необходимость расширения спектра получаемых ионов привела ряд исследователей к попытке получения положительных ионов с помощью ЭГД-эмиссии из расплавов

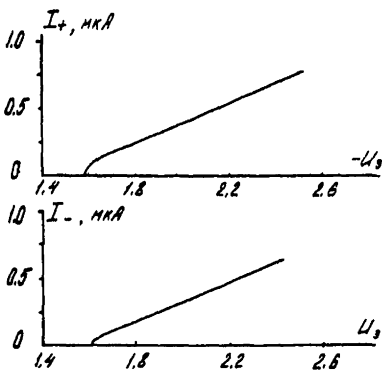


Рис. 1. Зависимость тока эмиссии от величины экстрагирующего напряжения ( $I_+$  - для положительных ионов,  $I_-$  - для отрицательных ионов),  $U_3$  - напряжение на экстракторе.

солей [1, 2]. В настоящей работе сообщается об ЭГД-эмиссии как положительных, так и отрицательных ионов из расплавов галогенидов щелочных металлов.

Были исследованы хлориды, йодиды и фториды цезия, лития и калия. Высокое давление паров этих веществ при температуре плавления требует снижения температуры расплава, что может быть достигнуто применением эвтектических смесей. Среди исследованных расплавов солей наибольший интерес представляют системы  $(LiCl)_{58}(CsCl)_{42}$ ,  $(LiCl)_{59}(KCl)_{41}$  и  $(CsF)_{32}(CsCl)_{34}(CsI)_{34}$ , имеющие температуры плавления в диапазоне 330–365 °С и давление паров при этих температурах не более  $10^{-3}$ – $10^{-4}$  Па.

Экспериментальная установка включала в себя источник ионов, ионно-оптическую систему и масс-спектрометр. Использовался ионный источник острейного типа, конструкция которого исключала эффекты, связанные с ионизацией паров на поверхности перегретого подогревателя. Для уменьшения обратной бомбардировки эмитирующего острей вторичными частицами входная апертурная диафрагма ионно-оптической системы помещалась в бесполовое пространство.

На рис. 1 представлены начальные участки типичных вольт-амперных характеристик полного тока источника ионов для смеси солей  $(LiCl)_{58}(CsCl)_{42}$  в режиме эмиссии положительных ( $I_+$ ) и отрицательных ( $I_-$ ) ионов. Аналогичные результаты получены и для других исследованных смесей солей. Приведенные ВАХ имеют вид, характерный для ЭГД-режима. Ток эмиссии возникает скачком величиной около 0,1 мкА при достижении порогового напряжения на экстракторе примерно в 3 раза меньшей величины, чем при эмиссии из расплавленного металла с того же острей [3]. В случае эмиссии отрицательных ионов пороговое напряжение незначительно больше, а крутизна ВАХ несколько меньше, чем для положительных ионов. При повышении температуры расплава обе ВАХ ведут себя индетично: пороговые напряжения уменьшаются, а крутизна увеличивается. Таким образом, можно предположить, что в случае эмиссии как положительных, так и отрицательных ионов мы имеем дело с одним и тем же механизмом.

В процессе эксперимента можно было также исследовать угловое распределение эмиссионного тока, наблюдая светящееся красное пятно, соответствующее спектральной линии атомов  $Li$  вблизи острей и на поверхности апертурной диафрагмы. При увеличении вытягивающего напряжения происходит увеличение диаметра пятна и

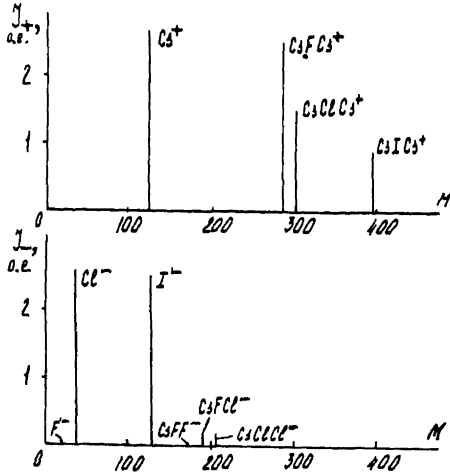


Рис. 2. Масс-спектры положительных и отрицательных ионов.

тока эмитированных ионов, затем светящееся пятно начинает хаотически перемещаться по поверхности диафрагмы, а на ВАХ возникает область неустойчивости. При дальнейшем увеличении напряжения экстракции рост тока обусловлен увеличением числа эмитирующих центров на поверхности острия, расположенных симметрично относительно оси источника. При этом крутизна ВАХ соответственно возрастает.

На рис. 2 приведены типичные масс-спектры для эмиссии положительных ( $J_+$ ) и отрицательных ( $J_-$ ) ионов из смеси  $(CsF)_{32}(CsCl)_{34}(CsI)_{34}$ . Оба спектра изображены в одном масштабе и получены при одинаковых значениях полных токов эмиссии источника. Просуммировав токи, образованные компонентами с разными массами, можно прийти к выводу, что эмиссия отрицательных ионов практически не сопровождается эмиссией электронов. Вид вольт-амперных характеристик для отдельных составляющих масс-спектра оказывается значительно различным.

На основе полученных результатов была разработана и опробована практическая конструкция жидкофазного источника ионов  $Cl^-$ ,  $I^-$  и  $F^-$ . Разработанные источники позволяли получать стабильные пучки ионов в течении 10–20 часов до последующей заправки.

Применение источников ионов галогенов в установках ионно-лучевой обработки позволит существенно расширить круг решаемых с их помощью задач за счет химических реактивных процессов.

#### С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Дудников В.Г., Шабалин А.Л. // Письма в ЖТФ. 1985. Т. 11. В. 13. С. 808.

- [2] P a h i t z J.A., P r e g e n z è z A.L., G e r b e r R.A. // J. Voc. Sci. Technol. 1989. V. 17. N 1. P. 64.
- [3] К л и в и ц к и й В.В., К а з н а ч е е в В.Б., М о к - р о в А.Б. // Письма в ЖТФ. 1989. Т. 15. В. 20. С. 92.

Поступило в Редакцию  
11 июня 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 19 12 октября 1990 г.

02

© 1990

### ДИССОЦИАТИВНАЯ ИОНИЗАЦИЯ МОЛЕКУЛ $CdJ_2$ ЭЛЕКТРОННЫМ УДАРОМ

А.Н. К о н о п л е в, В.Н. С л а в и к,  
В.С. Ш е в е р а

Исследование процессов диссоциативного возбуждения и ионизации молекул дигалогенидов металлов второй группы представляют как фундаментальный, так и практический интерес для физики и техники лазеров, особенно оптимизации их выходных энергетических параметров. В работе [1] создана полная кинетическая модель процессов для  $HgBr^*$ -лазера и показана высокая эффективность его работы. Кинетика процессов в активных средах лазеров на дигалогенидах цинка и кадмия до настоящего времени не описана, что было связано с отсутствием атомных констант по возбуждению и ионизации лазерно-активных веществ. Из дигалогенидов кадмия наибольший интерес представляет молекула  $CdJ_2$ , генерирующая излучение в красной области спектра. В [2] нами измерено эффективное сечение диссоциативного возбуждения молекул  $CdJ_2$  электронным ударом. Для создания кинетической модели  $CdJ^*$ -лазера и определения удельных потерь по каналам ионизации необходимы данные по эффективным сечениям диссоциативной ионизации  $CdJ_2$ .

В данной работе впервые проведены измерения эффективных сечений диссоциативной ионизации молекул  $CdJ_2$  электронным ударом, порогов ионизации компонент и изотопного состава в энергетическом интервале от порога ионизации до 160 эВ. Абсолютные величины сечений получены методом сравнения с аргонном на основании выражения

$$Q_n(E) = \frac{N_{Ar}(P = 3.2 \cdot 10^{-4} \text{Па}) \cdot i_n^+}{N_{CdJ_2}(T = 448 \text{К}) \cdot i_{Ar}^+} \cdot Q_{Ar}(E),$$