

УДК 621.373.826.038.823

А.О. Малініна

Ужгородський національний університет, вул. Волошина, 54, Ужгород, 88000

e-mail: ant.malinina@yandex.ua

ПАРАМЕТРИ ГАЗОРОЗРЯДНОЇ ПЛАЗМИ БАР'ЄРНОГО РОЗРЯДУ НА СУМІШІ ПАРІВ ДИБРОМІДУ РТУТІ ТА АРГОНУ

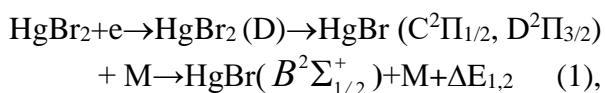
Чисельним моделюванням визначено функції розподілу електронів за енергіями, транспортні характеристики, питомі втрати потужності розряду на електронні процеси, концентрація і температура електронів, а також константи швидкостей процесів пружного і непружного розсіяння електронів на компонентах робочої суміші і їх залежності від величини приведеної напруженості електричного поля в газорозрядній плазмі на суміші парів диброміду ртуті та аргону.

Ключові слова: газорозрядна плазма, випромінювання ексиплексних молекул, видимий спектральний діапазон.

Вступ

Газорозрядна плазма на суміші парів диброміду ртуті з газами є робочим середовищем джерел когерентного і спонтанного випромінювання в синьо-зеленій спектральній області з довжиною хвилі в максимумі інтенсивності $\lambda=502$ нм [1-15].

У наших дослідженнях було встановлено, що в плазмі бар'єрного розряду на суміші парів диброміду ртуті з аргонном відбувається утворення ексиплексних молекул моноброміду ртуті [16]. Емісія цих молекул відбувається в синьо-зеленому спектральному діапазоні ($\lambda=502$ нм). Потужність випромінювання при цьому була в 1.3 рази більшою порівняно з потужністю при застосуванні в якості буферного газу гелію. Було зроблено припущення, що підвищення потужності випромінювання в розряді на суміші парів диброміду ртуті з аргонном порівняно із сумішшю парів диброміду ртуті та гелію викликано процесом гасіння розміщених вище за енергією $S^2P_{1/2}$, $D^2P_{3/2}$ – станів молекул моноброміду ртуті із передачею збудження на $V^2\Sigma^+_{1/2}$ – стан:



де E_1 , E_2 – різниця енергій збудження

$S^2P_{1/2}$, $D^2P_{3/2}$ і $V^2\Sigma^+_{1/2}$ – станів молекули моноброміду ртуті. Необхідною умовою у цьому випадку має бути в першу чергу більше значення константи швидкості гасіння аргонном порівняно з гелієм станів $S^2P_{1/2}$, $D^2P_{3/2}$ моноброміду ртуті при умові однакових параметрів плазми і в першу чергу середніх енергій електронів і констант швидкостей збудження відповідних енергетичних станів. Ця обставина була мотивацією для визначення параметрів плазми на суміші парів диброміду ртуті та аргону в умовах експерименту статті [16]. А саме функцію розподілу електронів за енергіями, транспортні та енергетичні характеристики, частки потужності розряду на електронні процеси, концентрацію і температуру електронів, а також константи швидкостей процесів пружного і непружного розсіяння електронів на компонентах робочої суміші залежно від величини приведеного електричного поля (E/N – відношення напруженості електричного поля до загальної концентрації компонент робочої суміші), виявити закономірності в параметрах плазми, а також встановити їх величину для E/N , при якому спостерігалася максимальна потужність випромінювання в експерименті.

Методика визначення параметрів плазми

Через те, що експериментальна фізика не має задовільних методів діагностики щільної газорозрядної плазми, параметри плазми бар'єрного розряду визначалися чисельно на основі функції розподілу електронів за енергіями (ФРЕЕ) в розряді [17]. ФРЕЕ визначалася шляхом розв'язку кінетичного рівняння Больцмана в двочленному наближенні з використанням відомої програми "Bolsig+" [17,18]. На основі ФРЕЕ були визначені: рухливості електронів, коефіцієнти іонізації і прилипання електронів до атомів аргону і молекул диброміду ртуті, середня енергія електронів, питомі втрати потужності електричного розряду на процеси пружного та непружного зіткнення електронів з молекулами диброміду ртуті і атомами аргону, а також константи швидкостей пружного і непружного розсіяння електронів на молекулах диброміду ртуті і атомів аргону в залежності від величини відношення напруженості електричного поля (E) до загальної концентрації молекул диброміду ртуті і атомів аргону (N). Діапазон змін параметра $E/N=1-100$ Тд ($1 \cdot 10^{-17}$ - $1 \cdot 10^{15}$ В·см²).

Всі розрахунки проводилися для парціального тиску диброміду ртуті 0.6 кПа і аргону 114.4 кПа, при яких досягалася максимальна величина яскравості випромінювання в експерименті [16].

В інтегралі зіткнень електронів з атомами аргону в кінетичному рівнянні Больцмана були враховані такі процеси: пружне розсіяння, збудження енергетичних рівнів атома Ar з пороговою енергією рівною 11.623 еВ, 12.906 еВ 11.273 еВ й іонізація атома аргону з пороговою енергією, рівною 15.700 еВ [26]. Із процесів взаємодії електронів і молекул диброміду ртуті враховані: коливальне збудження молекули HgBr₂, збудження електронних станів молекули диброміду ртуті (HgBr₂ (D)) з енергією порога електронів 7.9 еВ, дисоціативне збудження електронних станів молекули моно броміду ртуті (X²Σ⁺_{1/2}, В²Σ⁺_{1/2}), прилипання, а також іонізація. Дані за абсолютними величинами

ефективних перерізів цих процесів, а також їх залежностей від енергій електронів взяті з робіт [19-22].

Концентрація електронів (N_e) розраховувалася за відомою формулою [23]:

$$N_e = j / e \cdot V_{др.},$$

де j - щільність струму в розряді, e - заряд електрона, V_{др.} - дрейфова швидкість електронів.

Швидкість дрейфу електронів визначалася із виразу [23]:

$$V_{др.} = \mu_e \cdot E,$$

де μ_e - рухливість електронів, E - напруженість електричного поля на плазмі.

Напруженість електричного поля на плазмі E розраховувалася за формулою:

$$E = U_{пл.} / d,$$

U_{пл.} - напруга на плазмі, d - розрядний проміжок.

Напруга на плазмі визначалося по другому правилу Кірхгофа з використанням експериментально вимірюваних величин тимчасового ходу напруги, яка прикладена до електродів газорозрядної кювети U, а також падіння напруги на ємності діелектрика U_{дл.} [24]:

$$U_{пл.} = U - U_{дл.},$$

Напруга U_{дл.} обчислювалася за переміщенням заряду Q і ємності діелектричного бар'єра C_д:

$$U_{дл.} = Q / C_{д.}$$

Переміщений у колі заряд визначався інтегруванням струму з урахуванням початкових умов:

$$Q(t) = \int_0^t I(t) dt + Q_0,$$

де Q₀ = Q (t=0)

У підсумку напруженість електричного поля на плазмовому проміжку становила 376900 В/м, а приведене електричне поле (E/N)=20 Тд - для значення загальної концентрації компонент суміші (N)=1.85·10²⁵ м⁻³, при якій спостерігалася максимальна яскравість

випромінювання ексиплексної молекули HgBr*.

Результати моделювання та їх обговорення

На рис.1 приведено характерний вигляд ФРЕЕ при зміні параметра E/N в діапазоні 1-100 Тд. Збільшення параметра E/N призводить до зростання кількості «швидких» електронів в розряді. Середня енергія електронів розряду різко збільшується від 2.2 до 4.6 еВ при підвищенні параметра E/N від 1 до 18 Тд. При подальшому зростанні приведенного електричного поля швидкість збільшення середньої енергії електронів сповільнюється і досягає значення 6.6 еВ для E/N=100 Тд.

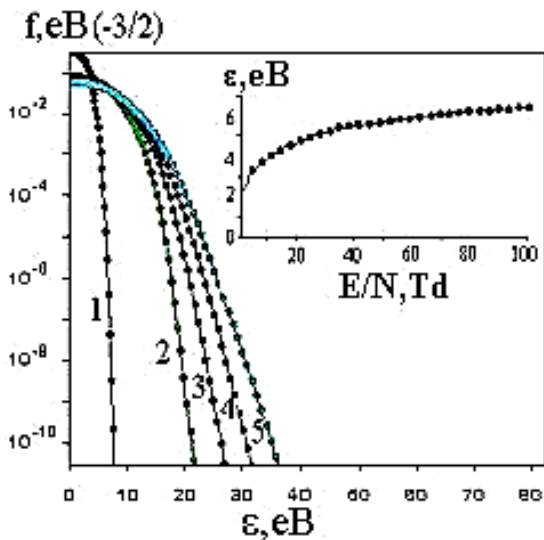


Рис. 1. Функції розподілу електронів за енергіями для суміші HgBr₂:Ar=0.005:0.995 при загальному тиску суміші P=115 кПа для значень параметру E/N: 1 (1), 25.8 (2), 50.5 (3), 75.3 (4), 100 (5) Тд; на вставці - залежність середньої енергії електронів від параметру E/N.

Температура електронів в газорозрядній плазмі випромінювача визначалася за відомою формулою [23]:

$$\epsilon = 3/2 \cdot kT,$$

де ϵ - середня енергія електронів, k - стала Больцмана, T - температура в градусах Кельвіна. Вона збільшується від 25520 до 76560 К.

Добуток рухливості електронів на щільність, як впливає з даних чисельного

розрахунку, змінюється в межах $22.8 \cdot 10^{24} \cdot N - 6.8 \cdot 10^{23} \cdot N$ (1/м/В/с)-- при зміні параметра E/N в діапазоні 1-100 Тд, що дає значення швидкості дрейфу електронів $5.7 \cdot 10^4$ м/с та $1.4 \cdot 10^4$ м/с відповідно, при напруженості поля на плазмі 376900 В/м і значення концентрації електронів $8.6 \cdot 10^{18} \text{ м}^{-3} - 3.5 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$ при щільності струму $7.85 \cdot 10^4$ А/м² на поверхні внутрішнього електрода.

Залежності коефіцієнтів іонізації молекул бромиду ртуті і атомів аргону від величини параметра E/N є зростаючими при збільшенні E/N (рис.2).

$\alpha, \text{см}^{-1} \cdot \text{Torr}^{-1}$

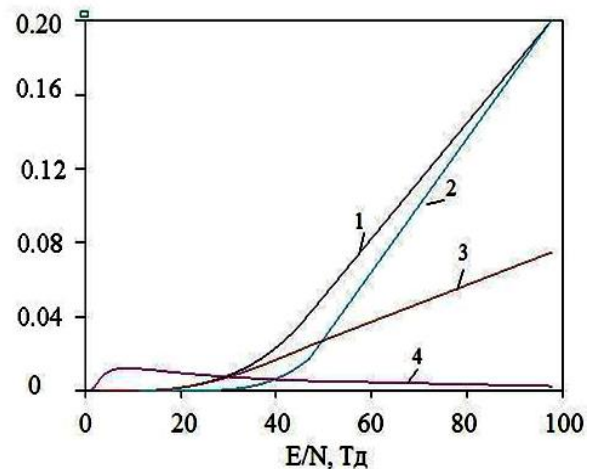


Рис. 2. Залежність коефіцієнтів іонізації та прилипання електронів для молекул дибромиду ртуті й атомів аргону від параметру E/N для суміші: HgBr₂: Ar=0.005:0.995 при загальному тиску суміші P=115 кПа: 1 – сумарна іонізація, 2 - іонізація атомів аргону, 3 - іонізація молекул дибромиду ртуті, 4 - прилипання.

Коефіцієнт прилипання електронів до молекул дибромиду ртуті також зростає, досягає максимуму в області E/N=9 Тд (що перевищує коефіцієнт іонізації), і досягає таких же значень, як і коефіцієнт сумарної іонізації для параметра E/N=30 Тд, а саме, $\alpha = 0,775 \cdot 10^{-2} \text{ см}^{-1} \cdot \text{Torr}^{-1}$. Така закономірність цієї залежності свідчить, що для значень параметра E/N=30 Тд іонізація компенсує прилипання, загибель електронів контролюється прилипанням. При збільшенні значень параметра E/N понад 30 Тд коефіцієнт прилипання електронів до молекул дибромиду ртуті різко зменшується за законом, близьким до гіперболічного, і загибель електронів,

відповідно, контролюється іншими процесами (дифузією і рекомбінацією), що впливають на баланс числа електронів.

Розподіл питомих втрат потужності розряду на основні процеси представлено на рис. 3. Частка потужності розряду, що йде на процеси дисоціативного збудження молекул монобромиду ртуті, збільшується із зростанням параметра E/N . Вона досягає максимуму 15 %, 51 % і 40 % при значеннях параметра E/N , рівних 30 Тд, 13 Тд і 46 Тд для електронних станів монобромиду ртуті $B^2\Sigma^{+}_{1/2}$, $X^2\Sigma^{+}_{1/2}$ дибромиду ртуті ($HgBr_2$ (D))), відповідно, і при подальшому підвищенні параметра E/N вона зменшується.

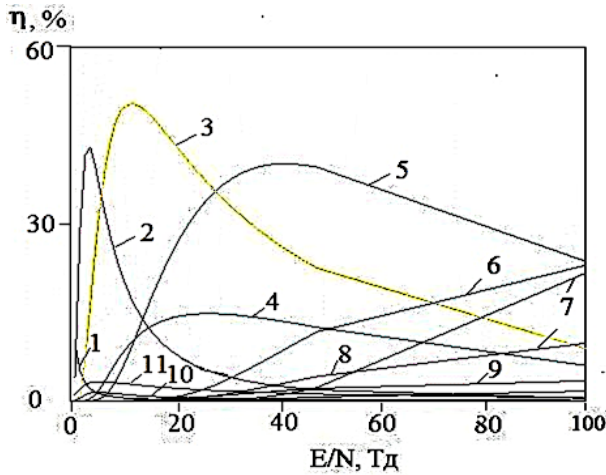


Рис. 3. Залежність питомих втрат потужності розряду на процеси зіткнень електронів з молекулами дибромиду ртуті й атомів аргону від параметру E/N в плазмі для суміші $HgBr_2:Ar = 0.005:0.995$ при загальному тиску $P=115$ кПа: коливальне збудження молекул дибромиду ртуті (1), коливальне резонансне збудження молекул дибромиду ртуті (2), дисоціативне збудження електронних станів $X^2\Sigma^{+}_{1/2}$ (3) і $B^2\Sigma^{+}_{1/2}$ (4) молекул монобромиду ртуті, збудження електронного стану ($HgBr_2$ (D))) молекули дибромиду ртуті (5), збудження рівнів енергії атому аргону з енергією порогу 11.273 eV (6), іонізація атомів аргону (7), збудження рівнів енергії атому аргону з енергією порогу 11.623 eV (8), іонізація молекул дибромиду ртуті (9), прилипання електронів до молекул дибромиду ртуті (10), пружне розсіяння електронів на атомах Ar (11). Швидкості зростання і падіння частки потужності розряду йдуть на ці процеси та їх величини залежать від характеру залежності ефективних перерізів збудження конкретних станів, від енергій

електронів, їх абсолютних величин, функцій розподілу електронів для різних значень параметра E/N від величини порогової енергії дисоціативного збудження електронних станів молекули монобромиду ртуті. Частка потужності розряду, що йде на коливальне резонансне збудження молекул дибромиду ртуті, досягає максимуму 43 % при $E/N=4$ Тд, при підвищенні значень параметра вона різко зменшується. Частки потужності розряду, що йдуть на коливальне збудження молекул дибромиду ртуті, дисоціативне прилипання електронів до молекул дибромиду ртуті і пружне розсіяння електронів на атомах аргону значні лише при параметрах $E/N < 7$ Тд, а при збільшенні параметра $E/N > 7$ Тд вони різко зменшуються. Частка потужності розряду, що йде на процеси іонізації, найбільш істотна для іонізації атомів аргону (залежність (7)). Це обумовлено великим значенням ефективного перерізу іонізації в порівнянні з молекулами дибромиду ртуті. Частка потужності розряду, що йде на іонізацію атомів аргону, починає різко збільшуватися при значеннях параметра $E/N > 40$ Тд і для $E/N = 100$ Тд стає рівною 22 %. Частка потужності розряду, що йде на не пружні процеси для аргону, стає помітною для значень параметра $E/N > 20$ Тд та її значення для збудження електронних станів з енергією порога електронів 11.273 eV (залежність 6, рис. 6) і 11.623 eV (залежність 8, рис. 6) складає 23 % і 9.8 % при величині параметра $E/N = 100$ Тд. Низькі частки потужності розряду, які йдуть на процеси непружного зіткнення електронів з атомами аргону, в порівнянні з частками на процеси непружного зіткнення електронів з молекулами дибромиду ртуті пов'язані з більш низькими абсолютними значеннями ефективних перерізів цих процесів і високими величинами енергій і їх порогів.

На рис. 4 представлені результати чисельного розрахунку констант швидкостей для процесів зіткнень електронів з молекулами дибромиду ртуті, які є кількісною мірою ефективності цих процесів [24]. Ефективність цих процесів для молекул дибромиду ртуті вища.

Значення констант швидкостей (k) для них перебувають у діапазоні $1.8 \cdot 10^{-16}$ - $6.1 \cdot 10^{-14} \text{ м}^3/\text{с}$ при зміні параметра E/N від 11 до 100 Тд, що викликано більш високими значеннями абсолютних ефективних перерізів відповідних процесів у порівнянні з даними для атомів аргону [26-30].

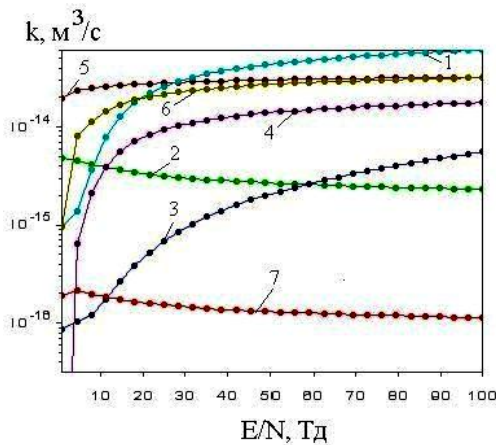


Рис. 4. Залежності констант швидкостей зіткнень електронів з молекулами диброміду ртуті від параметру E/N в плазмі на суміші: $\text{HgBr}_2:\text{Ar}=0.005:0.995$ при загальному тиску суміші $P=100$ кПа: 1 – збудження електронного стану ($\text{HgBr}_2(\text{D})$) молекул диброміду ртуті, 2 - резонансне коливальне збудження молекул HgBr_2 , 3 - іонізація молекул HgBr_2 електронами, 4 - дисоціативне збудження $\text{V}^2\Sigma^+_{1/2}$ -стану молекул HgBr^* , 5 – коливальне збудження молекул HgBr_2 , 6 - дисоціативне збудження $\text{X}^2\Sigma^+_{1/2}$ -стану молекул HgBr^* , 7 – прилипання електронів до молекул HgBr_2 .

Константи швидкості збудження диброміду ртуті ($\text{HgBr}_2(\text{D})$)-стану та іонізації диброміду ртуті електронами (залежності 1 і 3, рис.4) різко зростають від значень $9.7 \cdot 10^{-16}$ до $3.9 \cdot 10^{-14} \text{ м}^3/\text{с}$ та від $8.6 \cdot 10^{-17}$ до $1.6 \cdot 10^{-15} \text{ м}^3/\text{с}$ при зміні параметра E/N від 1 до 42 Тд, відповідно. У діапазоні $E/N=(42-100)$ Тд швидкість зростання їх сповільнюється. Максимальні значення констант швидкості збудження диброміду ртуті ($\text{HgBr}_2(\text{D})$)-стану та іонізації диброміду ртуті електронами $6.1 \cdot 10^{-14}$ та $5.6 \cdot 10^{-15} \text{ м}^3/\text{с}$ досягаються для $E/N=100$ Тд. Константа швидкості процесу коливального збудження молекул диброміду ртуті зростає від значень $2.0 \cdot 10^{-14}$ до $3.2 \cdot 10^{-14} \text{ м}^3/\text{с}$. Константи швидкостей дисоціативного збудження $\text{X}^2\Sigma^+_{1/2}$ - та $\text{V}^2\Sigma^+_{1/2}$ - станів молекул моноброміду ртуті

зростають до значень $3.2 \cdot 10^{-14} \text{ м}^3/\text{с}$ та $1.8 \cdot 10^{-14} \text{ м}^3/\text{с}$, відповідно, а для процесів резонансного коливального збудження молекул HgBr_2 і дисоціативного прилипання електронів до молекул диброміду ртуті (криві 2 і 7, рис.4) вони не перевищують значень $2.3 \cdot 10^{-15}$ та $1.1 \cdot 10^{-16} \text{ м}^3/\text{с}$, відповідно.

Процеси збудження атомів аргону електронами мають менші величини констант швидкостей у порівнянні з даними для молекул диброміду ртуті. Вони зростають від значення $1.2 \cdot 10^{-26} \text{ м}^3/\text{с}$ до $2.5 \cdot 10^{-16} \text{ м}^3/\text{с}$. Константа швидкості процесу іонізації атомів аргону електронами збільшується в межах значень від $5.1 \cdot 10^{-33}$ до $1.3 \cdot 10^{-16} \text{ м}^3/\text{с}$. Для процесу пружного розсіювання електронів на атомах аргону значення константи швидкості знаходиться в межах $3.4 \cdot 10^{-14}$ - $1.9 \cdot 10^{-13} \text{ м}^3/\text{с}$.

Висновок

Встановлені: функції розподілу електронів за енергіями, транспортні характеристики, питомі втрати потужності розряду на електронні процеси, а також константи швидкостей процесів: пружного і непружного розсіювання електронів на компонентах робочої суміші в залежності від величини приведенного електричного поля; максимальні значення концентрації електронів змінюються в межах $8.6 \cdot 10^{18} \text{ м}^{-3}$ - $3.5 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$ при зміні величини параметра E/N від 1 до 100 Тд. Температура електронів збільшувалася від 25520 до 76560 К. Частка потужності розряду, що йде на процес збудження електронами молекул моноброміду і диброміду ртуті, досягала максимуму 15 %, 51 % і 40 % при значеннях параметра E/N , рівних 30 Тд, 13 Тд і 46 Тд для електронних станів $\text{V}^2\Sigma^+_{1/2}$, $\text{X}^2\Sigma^+_{1/2}$ и ($\text{HgBr}_2(\text{D})$), відповідно. $8.5 \cdot 10^{-15} \text{ м}^3/\text{с}$ для приведенного електричного поля (E/N)=20 Тд, при якому в умовах експерименту спостерігалася максимальна потужність випромінювання в синьо-зеленій спектральній області ($\lambda_{\text{макс.}}=502 \text{ нм}$).

Для суміші парів диброміду ртуті і гелію середні енергії електронів, частки потужності розряду на процеси збудження електронами молекул моноброміду і

диброміду ртуті, константа швидкості процесу, що призводить до утворення молекул моноброміду ртуті є вищими [13]. Ця закономірність підтверджує механізм підвищення потужності випромінювання, згідно процесу 1.

Газорозрядне джерело випромінювання синьо-зеленого спектрального

діапазону, робочим середовищем якого була плазма бар'єрного розряду на суміші парів диброміду ртуті та аргону, може бути застосовано в наукових дослідженнях в галузі біотехнології, фотоніки, медицини, а також для створення індикаторних газорозрядних панелей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Burnham R., Schimitschek E.J. High-power blue-green lasers // *Laser Focus*. - 1981. - No.6. - P.54-61.
2. Петрухин А.Е., Подсосонный А.С. Электроразрядный HgBr-лазер с УФ предионизацией, объемом активной среды 1 л, энергией импульса генерации 1,4 Дж и КПД 0,7% // *Квантовая электроника*. - 1990. - Т.17. - С. 535 - 536.
3. Бажулин С.П., Басов Н.Г., Бугримов С.Н. и др. Сине-фиолетовый HgI/HgI₂-лазер с широкополосной оптической накачкой линейно-стабилизированным поверхностным разрядом // *Квантовая электроника*. - 1986. - Т.13. - С.1017-1019.
4. Berry A.J., Whitehurst C., King T. A. Multihalide operation of mercury halide lasers // *J. Phys. D. Appl. Phys.* - 1988. - V. 21. - P. 39-44.
5. Малинин А.Н. Оптические характеристики газоразрядной плазмы на рабочих смесях эксимерного HgBr/HgI-излучателя // *Квантовая электроника*. - 2005. - Т.35. - С. 243-251.
6. Малинин А.Н., Шуайбов А.К., Шевера В.С. Исследование излучения HgBr в импульсном разряде через стекло // *Журн. прикл. спектр.* - 1980. - Т.32. - С. 735-737.
7. Furusawa H., Okada S., Obara M. High-efficiency continuous operation HgBr excimer lamp excited by microwave discharge / H. Furusawa, S.Okada, M. Obara// *Appl. Phys.*- 1995. -V. 66. - P.1877-1879.
8. Малинин А.Н., Шимон Л.Л., Гуйван Н.Н., Поляк А.В. Оптимизация энергетических характеристик в газоразрядной плазме на рабочих смесях HgBr-лазера // *Оптика атм. и океана*. - 1999. - Т.12. - №11. - С.1024-1026.
9. Гуйван М.М., Малінін О.М., Шимон Л.Л. Оптимізація компонентного складу газорозрядної HgBr-ексимерної лампи // *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Фізика*. - 1999. - В. 4. - С. 12-17.
10. Guivan M.M., Malinin A.N., Shimon L.L. Population Density $B^2\Sigma_{1/2}^+$ -State of Mercury Monobromide and Monochloride in Excimer Radiation Sources // *Uzhhorod University Scientific Herald. Series Physics*. - 2000. - No. 8. - P.187-190.
11. Гуйван М.М., Малінін О.М., Шимон, Л.Л. Оптимізація оптичних характеристик робочих сумішей HgBr та HgCl ексиламп // *Журнал фізичних досліджень*. - 2002. - Т. 6. - №1. - С. 74-77.
12. Гуйван М.М., Малінін О.М. Дослідження процесу збудження эксимерних молекул моноброміду та монохлориду ртуті в щільній газорозрядній плазмі // *УФЖ*. - 2002. - Т. 47, № 1. - С. 24-27.
13. Малинина А. А., Гуйван Н. Н., Шуайбов А. К. Оптические характеристики и параметры газоразрядной плазмы на смеси паров дибромиды ртути с гелем // *Журнал прикладной спектроскопии*. - 2009. - Т. 76, №5. - С.752-759.
14. Малинина А. А., Гуйван Н. Н., Шимон Л. Л., Шуайбов А. К. Оптические характеристики и параметры газоразрядной плазмы на смеси паров дибромиды ртути, азота и гелия // *Физика плазмы*. - 2010. - Т.36, №9. - С. 858-866.

15. Малинина А. А., Шуайбов А. К. Эмиссия эксиплекса монобромид ртуті в газоразрядной плазме на смеси паров дибромид ртуті, гексафторидасеры и гелия // Оптика и спектроскопия. - 2011. - Т. 110, № 2.- С. 218-227.
16. Малініна А.О., Малінін О.М. Емісія эксиплексної молекули моноброміду ртуті в газорозрядній плазмі на суміші парів диброміду ртуті та аргону // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Фізика. - 2014. – В. 36. - С. 144-149.
17. Hagelaar G.6 J.M. and Pitchford L.C. Solving the Boltzmann equation to obtain electron transport coefficients and rate coefficients for fluid models // Plasma Sources Sci. Technol. - 2005. -V. 14. - P.722-733.
18. <http://www.siglo-kinema.com/>
19. Nighan W.L., Brown R.T. Kinetic processes in the HgBr ($B \rightarrow X$) HgBr dissociation laser // Appl.Phys.- 1982. - V. 53. - №11.- P.7201-7210.
20. Kushner M.J., Pindrof A.L., Fisher C.H., Znotins T.A. Multidimensional modelling of transverseavalanche laser discharges: application to the HgBr laser // J. Appl.Phys. - 1985. -V.75. -1985. - P. 2406-2422.
21. Kushawaha V., Mahmood M. Electron impact dissociation of HgX_2 ($X=Cl, Br, I$) // J. Appl. Phys.-1987.- V.62. - №6.- P.2173-2177.
22. Malinin A.N. Excitation of the $B^2 \Sigma_{1/2}^+$ -state of mercury monohalides by electron impact // Laser Physics. -1997. - V.7. - №6. - P.1168-1176.
23. Райзер Ю.П. Физика газового разряда. - М.: Наука, 1987. - 592 с.
24. Газовые лазеры / Под редакцией И. Мак-Даниеля и У. Нигэна. - М.: Мир, 1986. - 550 с.

Стаття надійшла до редакції 10.03.2015.

А. А. Малинина

Ужгородский национальный университет, ул. Волошина, 54, Ужгород, 88000

ПАРАМЕТРЫ ГАЗОРАЗРЯДНОЙ ПЛАЗМЫ БАРЬЕРНОГО РАЗРЯДА НА СМЕСИ ПАРОВ ДИБРОМИДА РТУТИ И АРГОНА

Численным моделированием определены: функции распределения электронов по энергиям, транспортные характеристики, удельные потери мощности разряда на электронные процессы, концентрация и температура электронов, а также константы скоростей процессов упругого и неупругого рассеяния электронов на компонентах рабочей смеси и их зависимости от величины приведенной напряженности электрического поля в газоразрядной плазме на смеси паров дибромидартуті и аргона.
Ключевые слова: газоразрядная плазма, излучение эксиплексных молекул, видимый спектральный диапазон.

A. A. Malinina

Uzhhorod National University, Voloshin Str, 54, Uzhhorod, 88000

PARAMETERS OF BARRIER DISCHARGE PLASMA BASED ON MERCURY DIBROMIDE VAPOR AND ARGON MIXTURE

It have been identified by numerical simulation: electron energy distribution function, transport characteristics, specific losses of discharge power on electronic processes, concentration and electron temperature, as well as rate constants of elastic and inelastic scattering of electrons on the components of the working mixture and its dependencies on the value of the reduced electric field in gas-discharge plasma in mixture of mercury dibromide vapor and argon.

Keywords: gas-discharge plasma, radiation exciplex visible spectral range.