

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК БАГАТОХВИЛЬОВОЇ ЕКСИМЕРНОЇ ЛАМПИ

О. К. Шуаїбов, Л. Л. Шимон, І. В. Шевера, О. Й. Миня

Ужгородський державний університет

вул. Підгірна, 46, Ужгород, 294000, Україна

(Отримано 15 січня 1998 р.; в остаточному вигляді — 25 травня 1998 р.)

Подано результати розробки та систематичних досліджень спектральних, часових і ресурсних характеристик електророзрядної ексімерної лампи, яка випромінює на $\lambda\lambda$ 353 нм ХеF/308 нм ХеCl, 258 нм Cl₂^{*}/249 нм КгF/222 нм КгCl або на всіх молекулах одночасно. Активне середовище лампи створювали за допомогою потужного поперечного розряду з іскровою передіонізацією. Багатохвильового режиму роботи ексімерного випромінювача на галогенідах криптону й ксенону досягали шляхом застосування складних робочих середовищ: He/Kr/Xe/SF₆/HCl і He(Ar)/Xe/Kr/CF₂Cl₂ при загальному тискові в межах 10–100 кПа. Такі лампи можна використовувати в імпульсній фотометрії, хемії високих енергій, біології та медицині.

Установлено, що багатохвильовий режим випромінювання ексімерної лампи на сумішах He/Kr/Xe/SF₆/HCl, при якому яскравості випромінювання всіх смуг близькі за величиною, досягається при вмісті молекул [SF₆] = (0.04–0.12) кПа, [HCl] = (0.1–0.2) кПа і відношенні концентрацій [Kr]/[Xe] = 10. Зміною тиску суміші газів та вмісту молекул SF₆, HCl можна регулювати тривалість випромінювання ексімерних молекул у межах 100–400 нс. При застосуванні молекул CF₂Cl₂ як єдиного носія атомів Cl і F також реалізовано багатохвильовий режим роботи ексімерної лампи із співвідношенням яскравостей випромінювання хлоридів Kr і Xe до відповідних фторидів, як 9/1. Ресурс роботи ексімерної лампи переважав (2–3)·10⁴ імпульсів.

Ключові слова: ексімерна лампа, поперечний розряд, галогеніди інертних газів, спектри та ресурс випромінювання.

PACS number(s): 52.80.Jm; 52.20.Jm

I. ВСТУП

Потужні джерела спонтанного УФ випромінювання короткої тривалості ($\leq 10^{-6}$ с) на $B-X$ переходах галогенідів інертних газів (RX) (де: R — Ar, Kr, Xe; X — F, Cl) знаходять широке застосування в мікроелектроніці, квантовій електроніці [1], біології та медицині. Конструкція та умови використання електророзрядних ексімерних ламп (ЕЛ) значно простіші, ніж для відповідних лазерних випромінювачів. Тому в застосуваннях, де не використовуються високі просторові або спектральні характеристики RX -лазерів, ексімерні лампи можуть успішно конкурувати з ними. Найпотужніші й відносно прості ЕЛ розроблені на основі поперечного об'ємного розряду (ПОР) [2–4]. Вони випромінюють, як правило, на одній з електронноколивних смуг, а зміни довжини хвилі випромінювання досягають заміною робочого середовища й відповідно переходом до іншої смуги $RX(B-X)$. Багатохвильового режиму роботи ЕЛ, коли одночасно випромінюють декілька різних ексімерних молекул у плазмі ПОР, не досліджували. Досягнення такого режиму можливе при введенні в робоче середовище ЕЛ різних атомів R або різних молекул-галогеноносіїв. Унаслідок швидких реакцій заміщення атомів Kr і Xe [5], реалізація дво- або чотирьоххвильового режиму роботи ЕЛ на KrX і XeX можлива лише при певному співвідношенні концентрацій Kr і Xe. Такий

режим докладно вивчали в двоххвильовому 222 нм KrCl/308 нм ХеCl лазері [6, 7]. Одночасне використання найефективнішого фторносія [F₂] і хлорносія [HCl] небажане внаслідок швидкої конверсії молекул фтору в HF, що призводить до низького ресурсу роботи ЕЛ [8]. Застосування молекул SF₆ замість F₂ в ПОР викликало значне збільшення ресурсу роботи лазерних RF($B-X$) випромінювачів [9]. Тому для реалізації багатохвильового режиму роботи ЕЛ на молекулах RF і RCl були вибрані галогеноносії SF₆ і HCl. Другий підхід пов'язаний з використанням у робочих середовищах ЕЛ молекул CF₂Cl₂, які виступають у ролі єдиного носія як фтору, так і хлору.

У нашій статті подано результати розробки та оптимізації вихідних характеристик багатохвильового електророзрядного випромінювача на 353 нм ХеF, 308 нм ХеCl, 258 нм Cl₂^{*}, 249 нм КгF і 222 нм КгCl.

II. КОНСТРУКЦІЯ ЕКСИМЕРНОЇ ЛАМПИ ТА УМОВИ ЕКСПЕРИМЕНТУ

ЕЛ складається з випромінювача та імпульсного джерела живлення. Випромінювач лампи включає розрядну камеру, систему електродів і генератор імпульсної напруги (ГІН). Блок-схема випромінювача ЕЛ подана на рис. 1. До конструкції випромінювача

було поставлено ряд вимог, пов'язаних з одержанням просторовооднорідного поперечного розряду атмосферного тиску при струмах в імпульсі 5–30 кА, напрузі 10–20 кВ та мінімальній паразитній індуктивності розрядного кола лампи. За основу конструкції ЕЛ було взято малогабаритні ексимерні лазери, розроблені в нашій лабораторії [10–14]. Для одержання ПОР застосовували іскрову передйонізацію, яка забезпечувала величину концентрації фотоелектронів у міжелектродному просторі $n_{eo} \geq 10^7 - 10^8 \text{ см}^{-3}$.

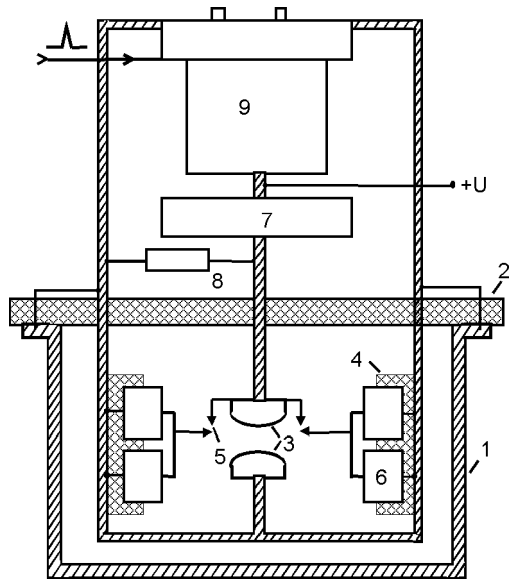


Рис. 1. Блок-схема ексімерного випромінювача: 1 — розрядна камера, 2 — діелектричний фланець, 3 — електроди поперечного розряду, 4 — ізолюючий компаунд, 5 — електроди іскрової передйонізації, 6 — «загострювальні» конденсатори (КВИ-3, 470 пФ, 20 кВ), 7 — накопичувальна ємність (три конденсатори К15-10, 10 нФ, 40 кВ), 8 — R зарядний опір, 9 — водневий тиратрон ТГІ1 1000/25.

Основними геометричними факторами, що визначали конструкцію системи УФ-передйонізації, були: віддаль від іскрових лінійок передйонізації до центра системи електродів (l), взаємне розташування іскрових лінійок, віддаль між голками в лінійці (d), величина іскрового проміжку (r) та віддаль, на яку виступає голка іскрового проміжку над робочою поверхнею електрода ПОР (h). Використовуючи результати оптимізації іскрової УФ-передйонізації ПОР [15] і результати вимірювання просторових розподілів n_{eo} в [9], для експериментальної ЕЛ одержали такі значення геометричних величин системи УФ-передйонізації: $l \leq 2.0$ см; дві паралельні іскрові лінійки з густиною 1 розрядник на 1.8 см довжини активного середовища; $r=0.2$ см; $h=0.2$ см. Повна кількість іскрових розрядників нараховувала 20 шт. Електроди поперечного розряду виготовлено з нержавіючої сталі. Довжина електродів — 18 см, радіус

кривини робочої поверхні — 1.7 см. Міжелектродну віддаль можна регулювати у межах 1–2.5 см. ГІН виготовлено за LC-схемою з перезарядом ємностей [10]. Основна накопичувальна ємність складалася з трьох конденсаторів К15-10 (0.01 мкФ, 40 кВ), з'єднаних паралельно. Загострююча ємність виготовлена у формі двох блоків, які складались з конденсаторів КВИ-3 (470 пФ, 20 кВ). Сумарна величина загострювальної ємності — 9.4 нФ. Комутатором ГІНа є тиратрон ТГІ1 1000/25. Зарядження накопичувальної ємності проводили від високовольтного джерела постійної напруги ($U=1-30$ кВ, $I_{cp} \leq 50$ мА). Вивід УФ випромінювання можливий через два віконця із CaF_2 (діаметр — 50 мм, товщина — 7 мм) у повздовжньому напрямку і через бокове вікно з кварцу типу КУ апертурою $20 \times 3 \text{ см}^2$ в перпендикулярному напрямку. Кріплення вікон та герметизацію проводили з використанням механічних затискачів типу грибоків та вакуумної гуми. Вивід випромінювання через апертуру $20 \times 3 \text{ см}^2$ дозволяє опромінювати досить значні площі, але потужність УФ випромінювання в цьому випадку не перевищує 0.05 кВт/см^2 .

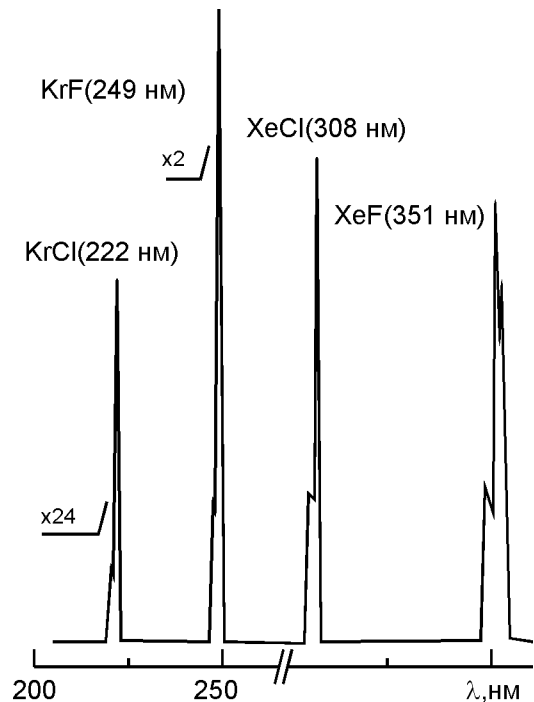


Рис. 2. Спектр випромінювання ЕЛ на суміші: $\text{Ne/Kr/Xe/SF}_6/\text{HCl}=92/8/0.8/0.12/0.08 \text{ кПа}$.

Імпульси струму та напруги на електродах ЕЛ вимірювали з допомогою пояса Роговського і ємнісного дільника напруги. Спектри випромінювання вивчали з використанням монохроматора МДР-2, ФЭУ «Фотон», електричної системи реєстрації рідкоповторюваних імпульсів випромінювання та самописця КСП-4. Часові характеристики випромінювання плазми досліджували електронним лінійним

помножувачем ЭЛУ 14-ФС. Усі імпульсні виміри проводили одночасно на різних каналах осцилографа 6ЛОР-04. Оцінки потужності сумарного УФ-випромінювання ЕЛ робили приладом “Кварц-01”. При $U_{зар} \geq 15$ кВ загальна потужність УФ-випромінювання ЕЛ для оптимізованих газових сумішей була в межах 1–10 кВт (у куті 4π стерерадіан).

В експериментах використовували газ: Не — “високої чистоти”, Кг, Хе — “спектральної чистоти” та галогеноносії (SF_6 , CF_2Cl_2) — “технічної чистоти”.

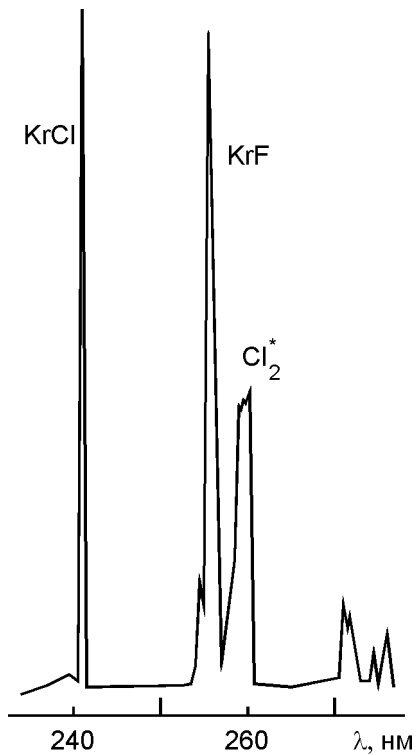


Рис. 3. Спектр випромінювання ЕЛ на суміші: $He/Kr/CF_2Cl_2 = 30/4/0.12/$ кПа.

III. СПЕКТРАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

На рис. 2–4 подано типові спектри випромінювання плазми ЕЛ на сумішах інертних газів з молекулами SF_6 , HCl і CF_2Cl_2 . Яскравість випромінювання на $B-X$ переходах RX була на 1–2 порядки вищою за яскравість випромінювання у видимій області. Для діапазону $\lambda\lambda$ 400–500 нм у робочих середовищах ПОР на основі системи молекул SF_6/HCl лінійчатий спектр випромінювання став помітний на фоні широкої смуги HeF ($C-A$). У ПОР на суміші $Ar/Xe/CF_2Cl_2$ лінійчаті випромінювання плазми простежували без широкосмугового континууму при $\lambda > 400-410$ нм, а при менших λ воно повністю перекривалось $C-A$ смугою $XeCl$ (рис. 4). В УФ ділянках оглядового спектра (для середовищ на основі CF_2Cl_2) виявили смуги 388.3 нм $CN(B-X)$ та інтенсивну лінію

247.9 нм $Cl(2p-3s)$, що вказувало на розпад молекул фреону в ПОР і утворення збуджених атомів вуглецю. Найінтенсивніші лінії випромінювання Kr^* , Kr^{+*} , He^+ , He^{+*} були аналогічні лініям, які спостерігали в плазмі ПОР на суміші $He/Kr/Xe/HCl$ [14]. Яскравості смуг випромінювання 353 нм HeF , 308 нм $XeCl$, 249 нм KrF і 222 нм $KrCl$, які наведені на рис. 2, з урахуванням спектральної чутливості системи реєстрації складала: 3.8/2.1/6.1/4.1 відн. од. Збільшення вмісту молекул SF_6 вище за 0.12–0.15 кПа приводило до появи неоднорідностей у ПОР, а зростання вмісту молекул $HCl \geq (0.1-0.2)$ кПа викликало значне переважання яскравості смуг $RCl(B-X)$ над $RF(B-X)$. У потрібних середовищах приблизно однакові (в межах $\pm 25\%$) яскравості випромінювання HeF і $XeCl$ простежували в робочих сумішах $He/Xe/SF_6/HCl = (100-10)/(4-1)/0.12/(0.08-0.16)$ кПа, а смуг KrF і $KrCl$ в $He/Kr/SF_6/HCl = (100-10)/(8-3)/0.12/(0.08-0.16)$ кПа. Для одержання близьких за величиною яскравостей випромінювання $HeX(B-X)$ і $KrX(B-X)$ співвідношення концентрацій атомів криптону та ксенону складало 8/0.8 кПа.

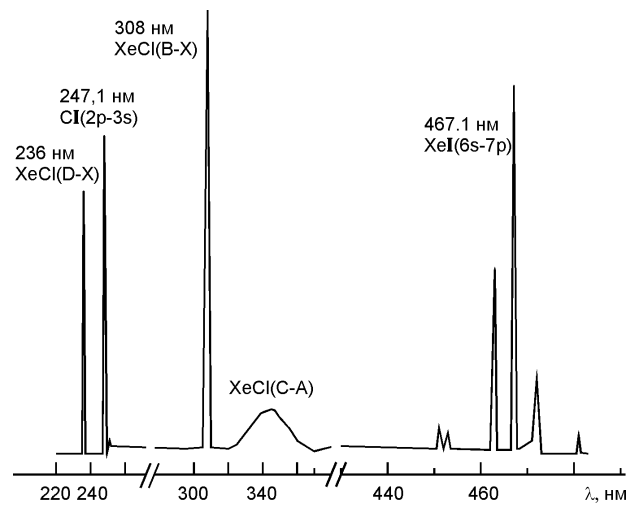
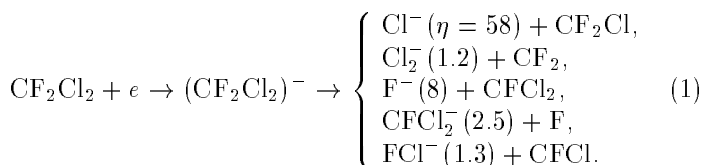


Рис. 4. Спектр випромінювання ЕЛ на суміші: $Ar/Xe/CF_2Cl_2 = 20/0.27/0.04/$ кПа.

При застосуванні молекул CF_2Cl_2 як галогеноносія для утворення молекул RCl і RF теж було реалізовано багатохвильовий режим роботи ЕЛ. Для суміші $He/Kr/CF_2Cl_2$ було характерним одночасне випромінювання смуг Cl_2^* , $KrCl$, KrF , а в суміші $He/Xe/CF_2Cl_2$ — смуг HeF , $XeCl$. Оптимальний уміст молекул CF_2Cl_2 знаходився в діапазоні (0.05–0.15) кПа, атомів Хе (1–3) кПа і Кг (3–8) кПа. У ПОР на суміші $He/Kr/Xe/CF_2Cl_2$ були помітними всі чотири смуги $RX(B-X)$ при оптимальному співвідношенні $[Kr]/[Xe] \approx 10$. Застосування важкого буферного газу — Ar давало змогу одержувати однорідний ПОР лише при загальних тисках ≤ 20 кПа,

але ефективність утворення молекул RCl була при цьому досить високою. В усіх середовищах на основі молекул CF_2Cl_2 яскравішим було випромінювання хлоридів Kr і Xe , ніж відповідних фторидів. Це, в основному, пов'язано з різною ефективністю утворення від'ємних йонів при дисоціативному прилипанні електронів до молекул CF_2Cl_2 . За даними [17, 18], відносний вихід від'ємних йонів (η) для реакції дисоціативного прилипання електронів до молекул CF_2Cl_2 такий:



З (1) випливає, що співвідношення виходів йонів Cl^- і F^- складає $\approx 14\%$. Це корелює з відношенням яскравостей RCl і RF , що вказує на значний вклад при утворенні ексимерних молекул у ПОР на основі CF_2Cl_2 прямого процесу йон-йонної рекомбінації [19]:



Менший розрив в ефективності утворення йонів Cl^- і F^- характерний для дисоціативного прилипання електронів до молекул CF_3Cl [17], але загальний їх вихід у порівнянні з CF_2Cl_2 низький: $[Cl^-] \eta = 2.5$, $[F^-] \eta = 0.5$, тому цей фреон в ЕЛ застосовувати не доцільно.

IV. ЧАСОВІ ТА РЕСУРСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Осцилограми напруги, струму та випромінювання ЕЛ подані на рис. 5 і 6. У діапазоні зарядних напруг ГІНа 10–20 кВ величина імпульсів струму була в межах 5–15 кА. Імпульс струму складався з двох максимумів тривалістю по 50 нс, що зумовлено неповним узгодженням опору плазми ЕЛ з вихідним опором ГІНа. Найменшу тривалість струму ПОР спостерігали в Ar -містких середовищах. Випромінювання ексимерних молекул досягало максимуму в близькому післясвіченні ПОР, що вказує на переважання рекомбінаційних механізмів утворення $RX(B, C, D)$ в умовах нашого експерименту. Найменшу тривалість випромінювання $RX(B-X)$ простежували в ЕЛ атмосферного тиску: 100–200 нс. Випромінювання на $D-X$ переході XeF було затриманим у часі на 15–20 нс у порівнянні з випромінюванням $XeF(B-X)$, і його тривалість була меншою. При зменшенні тиску суміші $He/Kr/Xe/SF_6/HCl$ і вмісту в ній галогеноносіїв виявлено зростання тривалості випромінювання $RX(B-X)$ в 2–3 рази. Така поведінка випромінювання в часі пов'язана зі зменшенням ефективності гасіння $RX(B, D)$ молекулами

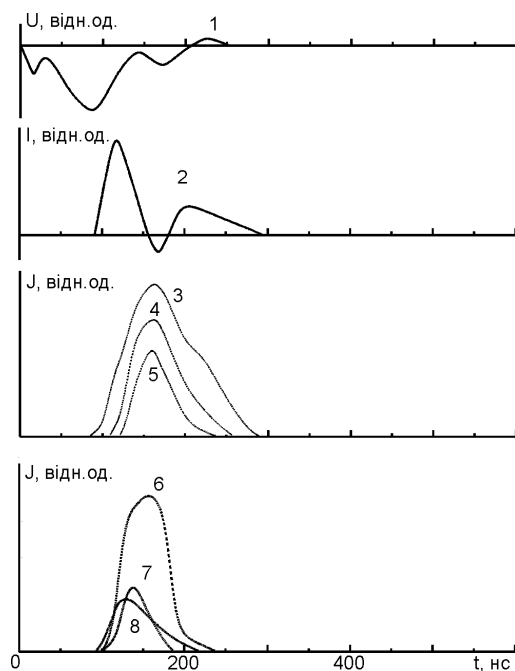


Рис. 5. Осцилограми напруги (1), струму (2) та випромінювання плазми (3–8) ЕЛ на суміші $He/Kr/Xe/SF_6/HCl = 92/8/0.8/0.12/0.14$ кПа: 3 — 353 нм $XeF(B-X)$, 4 — 308 нм $XeCl(B-X)$, 5 — 264 нм $XeF(D-X)$, 6 — 249 нм $KrF(B-X)$, 7 — 222 нм $KrCl(B-X)$, 8 — 587.6 нм HeI .

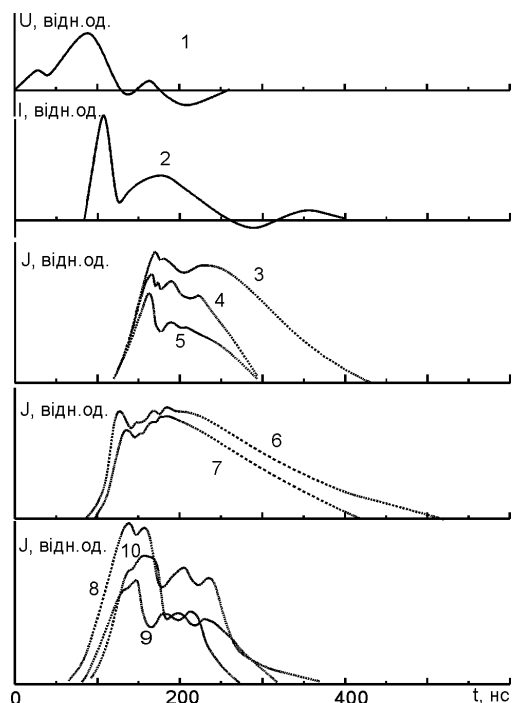


Рис. 6. Осцилограми напруги (1), струму (2) та випромінювання плазми (3–10) ЕЛ на сумішах $Ar/Xe/CF_2Cl_2 = 20/0.8/0.04$ кПа (1–8) та $He/Kr/CF_2Cl_2 = 30/4/0.12/$ кПа. 3 — 308 нм $XeCl(B-X)$, 4 — 236 нм $XeCl(D-X)$, 5 — 247.9 нм $Cl(2p-3s)$, 6 — 467.1 нм $Xe(6s-7p)$, 7 — ($n=540$) 4731 XeI , 8 — 222 нм $KrCl(B-X)$, 9 — 249 нм $KrF(B-X)$, 10 — 258 нм Cl_2^* .

SF_6 , HCl (та продуктами їх розпаду) і збільшенням тривалості існування однорідної стадії поперечного розряду [20, 21]. Для суміші $He/Kr/Xe/CF_2Cl_2$ поведінка випромінювання $RX(B-X)$ у часі була подібною. В ЕЛ на потрібних сумішах $He/Xe(Kr)/CF_2Cl_2$ помічено одночасне випромінювання (у межах ± 10 нс) молекул KrX або XeX . Це також указує на єдиний механізм їх утворення в реакціях рекомбінації (2). В Ar -містких середовищах випромінювання ліній $Xe(6s-7p)$ було затриманим у часі (порівняно з ПОР на сумішах $He/R/CF_2Cl_2$), що вказує на вияв передачі енергії від метастабільних атомів Ar атомам Xe , а не на електронне збудження Xe . Найкоротшим у часі було випромінювання атома Cl , що пов'язано із самообмеженим характером для $2p-3s$ переходу.

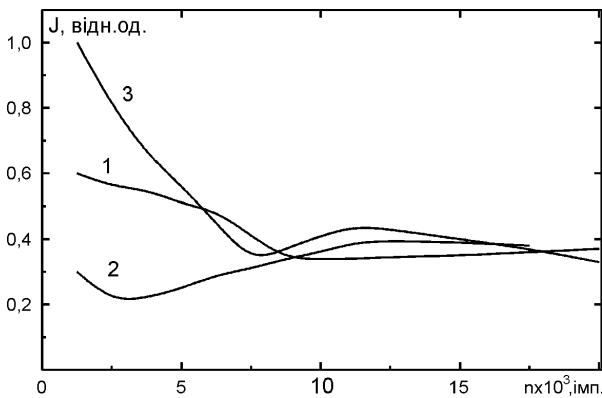


Рис. 7. Залежності яскравості випромінювання смуг 353 нм $XeF(1, 3)$ і 308 нм $XeCl(2)$ від кількості розрядних імпульсів у сумішах $He/Xe/SF_6/HCl = 98/2.8/0.16/0.08$ кПа (1, 2) і $He/Xe/SF_6/HCl = 33/2.8/0.12/0.16$ кПа (3) при $U_{зар} = 15$ кВ, $f = 3$ Гц.

На рис. 7 наведені ресурсні характеристики випромінювання $RX(B-X)$ в ЕЛ на сумішах $He/Xe/SF_6/HCl$, $He(Ar)/R/CF_2Cl_2$. Експерименти із сумішами $He/Kr(Xe)/SF_6/HCl$ показали, що найбільших яскравостей випромінювання $RX(B-X)$ (для помірних зарядних напруг) досягають при тисках 20–40 кПа. При цьому помічено різкий спад яскравості випромінювання $RF(B-X)$ у діапазоні $n = (1-7) \cdot 10^3$ імп., а для смуг $RCl(B-X)$ характерним був швидкий вихід яскравості на стаціонарний рівень при $n \geq 2 \cdot 10^3$ імп. або невеликий ріст при дальшому збільшенні n (рис. 7). Швидкий спад яскравості випромінювання $XeCl(B-X)$ та подальше її зростання пов'язується з утворенням у плазмі на основі HCl молекул Cl_2 , які інтенсивно поглинають випромінювання з $\lambda = 308$ нм [22]. Ресурс випромінювання $RX(B-X)$ в ЕЛ на сумішах $He/R/SF_6/HCl$ для смуг RF складав $(2-3) \cdot 10^4$ імп., а для $RCl(B-X)$ досягав $(5-7) \cdot 10^4$ імп. На рис. 8 наведені ресурсні характеристики випромінювання на 308 нм $XeCl$ і 222 нм

$KrCl$ у сумішах з різними молекулами-хлоросіями. У середовищах з HCl яскравість одразу досягає максимального значення, а в середовищах на основі молекул CCl_4 збільшується до максимального значення практично з нульового рівня. У сумішах з молекулами CF_2Cl_2 простежуємо проміжний характер залежності $I = f(n)$. У робочих середовищах електророзрядних $XeCl$ -лазерів на основі CCl_4 бачимо аналогічну залежність потужності генерації від n [23]. Такий вид ресурсної характеристики генерації $XeCl$ пояснюємо збільшенням концентрації молекул HCl у цих середовищах. Інфрачервона діагностика газової суміші $XeCl$ -лазера методом поглинання показала, що молекули CCl_4 безпосередньо не беруть участі в утворенні $XeCl$, а напрацювання HCl відбувається в реакції:



Імовірно, що подібні процеси відбуваються і в плазмі ЕЛ на сумішах з CCl_4 . У фреонмістких середовищах поряд із цим відбуваються і прямі реакції утворення RX з участю молекул CF_2Cl_2 , аналогічно до процесів у середовищах на основі HCl . Залежність яскравості випромінювання $KrCl$ від n теж характеризувалась прямими процесами утворення ексимерної молекули в початковий момент часу. У початковий період роботи ЕЛ на сумішах CF_2Cl_2 (HCl) відбувається утворення йонів Cl^- і їх рекомбінація з додатними йонами R^+ , R_2^+ , у результаті чого утворюються молекули $RX(B, C, D)$.

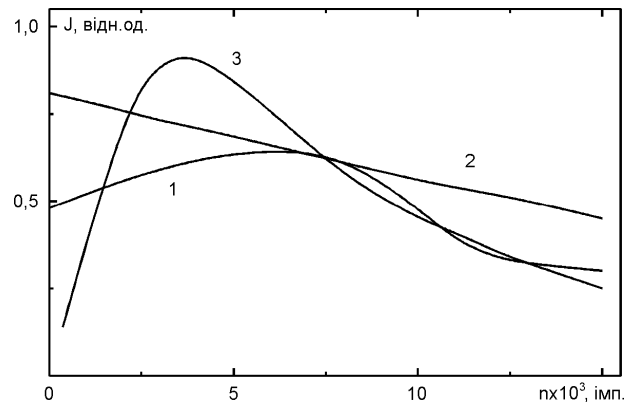


Рис. 8. Залежності яскравості випромінювання на переході з 308 нм $XeCl(B-X)$ від кількості розрядних імпульсів у сумішах: 1 — $Ar/Xe/HCl = 16/4/0.27$ кПа; 2 — $Ar/Xe/CF_2Cl_2 = 20/0.27/0.04$ кПа; 3 — $Ar/Xe/CCl_4 = 20/2/0.12$ кПа.

Коротко розглянемо перспективні області застосування імпульсних ЕЛ, у тому числі й багатохвильових. Багатохвильові лампи, які випромінюють у да-

V. ВИСНОВКИ

лекій УФ та ВУФ областях спектра: 250–175 нм, можуть бути застосовані в імпульсній фотометрії наносекундного діапазону для калібрування швидкісних фотоприймачів. У біохімічних та біофізичних застосуваннях подібні джерела необхідні для одночасної селективної дії на фіксовані молекулярні зв'язки біологічно або хімічно активних сполук (не зачепляючи при цьому інших зв'язків). Конкретні застосування інтенсивного УФ випромінювання у фотохімії докладно розглянуто в роботах [24, 25]. У квантовій електроніці ЕЛ можуть бути використані для ініціювання ланцюгових хімічних реакцій у лазері на коливних переходах молекули HF [26], а також для накачування лазерів на барвниках [1]. Перспективним може бути також застосування стрічкової ексимерної лампи з вихідною апертурою $n \times m$ (де: $m = 10\text{--}100\ n$) для одержання надсвічення на електронно-коливних переходах молекул сірки в області 300–600 нм, оскільки використання ексимерного лазера дозволяє збуджувати лише невеликі об'єми активного середовища [27] і є технологічно складнішим та значно витратнішим.

Дослідження характеристик багатохвильових ексимерних ламп на галогенідах Kr і Xe при збудженні багатокомпонентного робочого середовища в поперечному імпульсному розряді показали, що він досягається в сумішах He/Kr(Xe)/SF₆/HCl при вмісті молекул [SF₆] (0.04–0.12) кПа, [HCl] (0.1–0.2) кПа та відношенні концентрацій [Kr]/[Xe]=10; зміною тиску сумішей та вмісту в них галогенмістких молекул можна регулювати тривалість випромінювання ексимерних молекул у межах 100–400 нс; ресурс випромінювання $RX(B-X)$ у середовищах на основі молекул SF₆/HCl досягав $(2\text{--}7) \cdot 10^4$ імпульсів; при застосуванні в ЕЛ молекул CF₂Cl₂, реалізовано багатохвильовий режим роботи із співвідношенням яскравостей випромінювання $RCl/RF=9/1$; утворення ексимерних молекул у фреонмістких середовищах відбувається частково в прямих реакціях з участю молекули CF₂Cl₂, а частково з продуктами її розпаду в потужному поперечному розряді.

[1] Ю. Г. Басов, *Источники накачки микросекундных лазеров* (Энергоатомиздат, Москва, 1980).
 [2] Б. А. Коваль, В. С. Скакун, В. Ф. Тарасенко, Е. А. Фомин, *Приборы техн. эксп.* №4, 244 (1992).
 [3] А. М. Бойченко, В. С. Скакун, В. Ф. Тарасенко, Е. А. Фомин, *Квант. электрон.* **20**, 613 (1993).
 [4] А. М. Бойченко, В. С. Скакун, Э. А. Соснин, В. Ф. Тарасенко, *Квант. электрон.* **23**, 344 (1996).
 [5] А. К. Шуайбов, В. С. Шевера, *Опт. спектроскоп.* **47**, 401 (1979).
 [6] Ma Shusen, Yao Yongbang, Shan Xinin, *Rev. Roum. Phys.* **31**, 881 (1986).
 [7] I. V. Chaltakov, N. I. Minkovski, T. P. Mirtshev, I. V. Tomov, *Opt. Quant. Electron. Lett.* **20**, 215 (1988).
 [8] В. В. Атежев, В. С. Букреев, С. К. Вартапетов, А. Н. Жуков, *Краткие сообщения по физике* №9, 19 (1987).
 [9] В. Н. Ищенко, В. Н. Лисицин, А. М. Ражев, *Письма журн. тех. физ.* **2**, 839 (1976).
 [10] Ю. Ю. Неймет, А. К. Шуайбов, В. С. Шевера, В. Н. Кузьма, *Журн. прикладной спектроскоп.* **53**, 337 (1990).
 [11] Ю. Ю. Неймет, А. К. Шуайбов, В. С. Шевера, *Приборы техн. эксп.* №6, 203 (1990).
 [12] А. К. Шуайбов, Ю. Ю. Неймет, А. И. Ходанич, В. С. Шевера, *Опт. спектроскоп.* **75**, 713 (1993).
 [13] Ю. Ю. Неймет, А. К. Шуайбов, А. И. Ходанич, В. С. Шевера, *Приборы техн. эксп.* №5, 131 (1994).
 [14] А. К. Шуайбов, А. И. Миня, *Журн. прикладной спектроскоп.* **64**, 523 (1997).
 [15] R. S. Taylor, *Appl. Phys. B* **41**, 1 (1986).
 [16] S. Takagi, S. Sato, T. Cato, *Jpn. J. Appl. Phys.* **28**, 2219 (1989).
 [17] E. Pleenberger, H. U. Scheunemann, H. Baumgartel, *Chem. Phys.* **37**, 21 (1979).
 [18] V. M. Pejcev, M. V. Kurepa, I. M. Cadez, *Chem. Phys. Lett.* **63**, 301 (1979).
 [19] *Газовые лазеры*, под. ред. И. Мак-Даниеля и У. Нигэна (Мир, Москва, 1986).
 [20] С. В. Мельниченко, А. Н. Панченко, В. Ф. Тарасенко, *Квант. электрон.* **11**, 1490 (1984).
 [21] Г. А. Месяц, В. В. Осипов, В. Ф. Тарасенко, *Импульсные газовые лазеры* (Наука, Москва, 1991).
 [22] H. J. Weigmann, *Appl. Phys. B* **52**, 262 (1991).
 [23] R. Salimbeni, M. Matera, M. Vannini, P. Burlamacchi, *Opt. Commun.* **39**, 75 (1981).

INGENEERING AND INVESTIGATION OF CHARACTERISTICS OF A MULTIWAVE EXCIMER LAMP

О. К. Shuaibov, L. L. Shimon, I. V. Shevera, A. J. Minja
 Uzhhorod State University
 46, Pidhirna Str., Uzhhorod, UA-294000, Ukraine

In this paper we present the results of a design and systematic investigations of spectral, temporary and resource characteristics of an electrodischarge excimer lamp, which radiates on $\lambda\lambda$ 353 nm XeF/308 nm XeCl, 258 nm Cl₂/249 nm KrF/222 nm KrCl or on all the molecules simultaneously. An active media of a lamp was

formed with the help of a powerful transverse discharge with a spark preionisation. A multiwave operation mode of an excimer radiator on the krypton, xenon halogens was achieved by means of application of a complex working media: He/Kr/Xe/SF₆/HCl and He(Ar)/Xe/Kr/CF₂Cl₂ under the pressure of 10–100 kPa. Such lamps can be used in a pulse photometry, high energy chemistry, biology and medicine.

It is established, that a multiwave mode of radiation of excimer lamp on He/Kr/Xe/SF₆/HCl mixtures, the brightness of radiations bands, is in close proximity in size and is achieved by means of the molecules contents [SF₆]=(0.04–0.12) кПа, [HCl]=(0.1–0.2) кПа and in concentration ratio of Kr/Xe ≤ 10. By changing the pressure of gas mixtures and contents SF₆ and HCl molecules, it is possible to regulate the duration of radiation of the excimer molecules within the limits of 100–400 ns. Using the CF₂Cl₂ molecules as unique carriers of Cl and F atoms, the multiwave operation mode of an excimer lamp with the brightness ratio radiation Kr and Xe chlorides to fluorides as 9/1 is also realized. The working resource of an excimer lamp exceeded (2-3)·10⁴ impulses.