

ВІДГУК
офіційного опонента доктора фізико-математичних наук, професора
Опачко Івана Івановича
на дисертаційну роботу **Світличного Євгена Анатолійовича**
«ЛАЗЕРИ НА САМООБМЕЖЕНИХ ПЕРЕХОДАХ АТОМІВ МІДІ ТА
КАЛЬЦІЮ З МОДИФІКОВАНОЮ КІНЕТИКОЮ»,
представлену на здобуття науковою ступеня
кандидата фізико-математичних наук
за спеціальністю 01.04.04 - фізична електроніка

В роботі показана актуальність досліджень впливу домішок металів для збільшення ефективності лазерів на самообмежених переходах і розширенню їх функціональних можливостей. Дисертаційна робота Світличного Є.А., виконана у відділі квантової та плазмової електроніки Інституту електронної фізики НАН України під науковим керівництвом доктора фізико-математичних наук, професора Кельмана Володимира Андрійовича. Робота присвячена експериментальному дослідженню впливу домішок металів на вихідні характеристики лазера на парі міді (ЛПМ), а також моделюванню одночасної генерації в лазері на атомарному та іонному самообмежених переходах (СОП) з метою покращення їх вихідних характеристик.

У **вступі** роботи обгрунтовано актуальність теми дисертації, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, зазначено мету і завдання роботи, викладено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, а також особистий внесок здобувача. Також представлено структуру і обсяг дисертації.

В **першому розділі** дисертації приводиться перелік відомих автору типів домішок та механізмів їх впливу на кінетику процесів в лазері на парі міді. Ретельно описано покращення генераційних характеристик ЛПМ за рахунок використання в його активному середовищі домішок парів металів або спеціальними конструкційними змінами активного елемента лазера. Проведено пошук літературних джерел, в яких описано вплив різних металевих домішок на вихідні характеристики ЛПМ та їх імовірні механізми впливу. Наявність значної кількості наукових праць, в яких щороку повідомляється про нові можливості і сфери застосувань, підтверджує високий науково-технічний інтерес до цього типу лазерів.

В **другому розділі** дисертаційної роботи описано апаратуру і методику експериментальних досліджень впливу домішки цинку на вихідні характеристики лазера на парі міді. Приведено будову експериментальної установки, схеми контролю часових та спектральних параметрів, схему збудження розряду, а також схему системи вакуумної відкачки та газонапуску.

В лабораторних умовах апробовано роботоздатність зібраного експериментального макета та отримано одночасну лазерну генерацію на двох довжинах хвиль у поздовжньому імпульсно-періодичному розряді в лазері на парі міді.

Відпрацьовано техніку і методику контролю концентрації атомів робочої суміші лазера на парі міді з домішкою цинку, проведення експериментальних досліджень із вивчення емісійних характеристик розряду лазера на парі міді з домішкою цинку та проаналізовано фактори, що впливають на достовірність результатів.

Приведено оцінки похибок вимірювань енергетичних і часових характеристик випромінювання плазми.

В **третьому розділі** досліджується перший напрямок покращення характеристик лазерів на СОП за рахунок введення домішкових атомів металів, зокрема цинку (домішки оптично-резонансного впливу).

В роботі резонансний механізм впливу був апробований для ЛПМ на чистій парі міді. Тут було використано Cu–Zn–Ne суміш на противагу CuBr–Zn–Ne суміші, що досліджувалася японськими дослідниками. Дослідження включало як експериментальне вивчення впливу домішки, так і пряме вимірювання поглинання резонансного випромінювання атома цинку метастабільними станами атома міді. На основі проведеного ретельного аналізу і узагальнення результатів експериментального дослідження різних механізмів дії домішок атомів металів на основні параметри лазера на парах міді, запропоновано й обґрунтовано єдиний механізм їх впливу. Його сутність полягає в корекції теплофізичних параметрів у пружних зіткненнях електронів із атомами кожної з компонент робочої суміші.

В **четвертому розділі** досліджується другий напрямок покращення характеристик лазерів на СОП за рахунок реалізації одночасної генерації на атомарних та іонних переходах. Створено теоретичну модель дослідження одночасної генерації на атомарному та іонному самообмежених переходах. У наближенні насиченої потужності отримані вирази в квадратурах для населеностей верхніх робочих рівнів атома та іона з використанням спільного рівняння для концентрації електронів. Конкретне застосування розв'язків продемонстроване на прикладі лазера на СОП атома та іона кальцію.

У **Висновках** дисертації автор стисло підсумовує основні наукові результати роботи.

Серед найвагоміших результатів відзначу наступні:

1. Вперше експериментально досліджено вплив домішки цинку на вихідні параметри лазера на парі міді. Проведено детальні дослідження позитивного впливу домішки на емісійні, спектральні, часові та енергетичні характеристики.

2. Визначено оптимальний інтервал температур нагріву контейнера з цинком, що призводить до зменшення енерговкладу у розряд на 21,5% та до збільшення енергії імпульсу генерації і коефіцієнта корисної дії.

3. Експериментально та теоретично доведено відсутність резонансно-оптичного механізму впливу домішки цинку на вихідні параметри лазера на парі міді.

4. Запропоновано й обґрунтовано єдиний механізм впливу домішок на теплофізичні параметри лазера на парі міді внаслідок пружних зіткнень електронів із атомами. Це призводить до підвищення температури розрядної трубки, а отже й концентрації атомів міді.

5. Виконано чисельне моделювання одночасної генерації з атомарних й іонних рівнів лазерних самообмежених переходів. Отримані чисельні та аналітичні розв'язки кінетики такої генерації.

6. Отримані розв'язки кінетики одночасної генерації апробовано на лазерних переходах атома та іона кальцію. Розв'язки відображають загальні особливості поведінки населеностей резонансних рівнів та потужності генерації в атомі та іоні в залежності від концентрації збуджуючих електронів.

Достовірність отриманих результатів і обґрунтованість висновків, сформульованих дисертантом, підтверджується застосуванням сучасних експериментальних методів діагностики активних середовищ ЛПМ та використанням каліброваної апаратури для визначення спектральних, часових і енергетичних характеристик спонтанного випромінювання і генерації. Матеріал дисертації апробовано в публікаціях у фахових виданнях і доповідях на міжнародних конференціях. Особистий внесок дисертанта не викликає сумнівів.

Позитивно оцінюючи дисертаційну роботу Є.А. Світличного, вважаю за необхідне висловити такі **зауваження** щодо оформлення та змісту дисертаційної роботи:

1. Можна було би конкретизувати значення елементів зарядного контура (індуктивність, ємність, активний опір дроселя), які в цілому впливають на коефіцієнт корисної дії лазера.

2. Доцільно було би вказати як співвідноситься частота слідування імпульсів з резонансною частотою зарядного контура.

3. На ст. 94 дисертаційної роботи таблиця передує опису таблиці на ст. 95.

Висловлені зауваження не знижують наукової цінності дисертації, яка є завершеною науково-дослідною роботою і заслуговує високої оцінки.

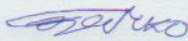
Загальна оцінка дисертаційної роботи

Узагальнюючи вищевикладене, вважаю, що дисертаційна робота Світличного Євгена Анатолійовича на тему «Лазери на самообмежених

переходах атомів міді та кальцію з модифікованою кінетикою» є актуальним, оригінальним, завершеним науковим дослідженням, яке виконане на високому науковому рівні, містить нові результати, які мають практичну цінність, і тому повністю відповідає кваліфікаційним вимогам ВАК України до кандидатських дисертацій, а її автор Світличний Євген Анатолійович безумовно, заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.04 - фізична електроніка.

Офіційний опонент:

доктор фізико-математичних наук, професор,
завідувач кафедри електронних систем інженерно-технічного факультету
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
Заслужений діяч науки і техніки України

 Опачко І.І.

Підпис Опачко І.І. засвідчую:

Вчений секретар ДВНЗ «Ужгородський
національний університет»,
кандидат технічних наук





Мельник О.О.