

**Голові разової спеціалізованої вченої ради
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка
доктору фізико-математичних наук, професору,
Анісімову Ігорю Олексійовичу**

РЕЦЕНЗІЯ

**кандидата фізико-математичних наук, доцента кафедри фізичної
електроніки факультету радіофізики, електроніки та
комп'ютерних систем Київського національного університету
імені Тараса Шевченка**

Кравченко Олександра Юрійовича

**на дисертацію Зінченка Антона Євгеновича на тему: «Кінетика
утворення та загартування NO_x у високочастотній індукційній плазмі»,
подану до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії за
спеціальністю 105 «Прикладна фізика та наноматеріали»**

Актуальність теми дисертації

Важливою задачею сучасної фізики плазми є створення ефективної технології виробництва оксидів азоту, які широко використовуються при виробництві сірчаної та азотної кислот, для очищення порошків, знаходять застосування у медицині, оскільки мають антимікробну дію, приводять до ефективної стерилізації ран та до регенерації пошкоджених тканин.

В представленій дисертації досліджується утворення оксидів азоту за допомогою високочастотного плазмотрону. Особлива увага приділялась вивченню впливу швидкості охолодження плазми на процес загартування суміші газів та концентрації оксидів у вихідних газах. Таким чином, можна зробити висновок, що тема дисертаційної роботи є актуальною.

Оцінка змісту дисертації

Дисертація являє собою обґрунтоване, завершене наукове дослідження і складається із вступу, п'яти розділів, висновків та списку літератури.



У вступі обґрунтовано вибір теми дисертації, сформульована мета та перелічені завдання дослідження, визначені об'єкт та предмет дослідження, коротко описані методи дослідження, представлені його наукова новизна та практичне значення, особистий внесок здобувача, апробація результатів.

В першому розділі дисертації аналізується сучасний стан виробництва оксидів азоту для промислових потреб. Обговорюються їх властивості, механізми утворення, плазмові технології виробництва, зокрема плазмові системи нетермічної та термічної плазми.

В другому розділі проводиться обґрунтування технології виготовлення оксидів азоту за допомогою високочастотного індукційного плазмотрона як найбільш перспективної, що найкраще задовольняє ряду вимог для оптимального утворення молекул NO_x.

Третій розділ присвячений описанню розробки плазмової установки на основі високочастотного індукційного плазмотрона для відпрацювання технології виробництва оксидів азоту та дослідження впливу різних методів охолодження плазми на вихідні продукти.

В четвертому розділі приводиться описання моделі задачі та методики розрахунку кінетики формування оксидів азоту в високочастотному індуктивному плазмотроні. Також аналізуються результати моделювання, одержані в рамках двох моделей, які враховують чи ні реакції за участю коливально-збуджених молекул азоту та кисню. На основі результатів розрахунків встановлено оптимальні значення температури плазми для утворення оксидів азоту, а також області плазмотрона, де ці значення реалізуються. Показано, що врахування реакцій за участю коливально-збуджених молекул збільшує об'ємну частку молекул NO. В цьому випадку результати розрахунків більш точно корелюють з результатами експериментів.

В п'ятому розділі приведені результати вимірювань концентрації NO в плазмовому факелі за допомогою оптичної діагностики, які свідчать про високу ефективність утворення оксидів азоту в створеній установці. Також

приведені результати дослідження загартування газової суміші за рахунок водоохолоджуваних стінок секції загартування плазмового реактору. Показано, що середня швидкість загартування в цьому випадку значно нижча за оптимальне значення. Проводилось також дослідження охолодження газової суміші за рахунок змішування з холодним повітрям. Встановлено, що при збільшенні витрат охолоджуючого повітря покращується змішування факела повітряної плазми з холодним повітрям та значно знижується температура потоку. Приведені також результати тривимірного моделювання плазми в секції загартування за допомогою пакету Ansys Fluent та порівняння їх з експериментальними результатами. Показано, що при збільшенні витрат газу середня швидкість загартування зростає.

Висновки дисертаційної роботи відповідають її змісту та поставленій меті. Аналіз змісту анотації свідчить про його відповідність основним положенням дисертації. Анотація не містить інформації, яка була б відсутня у дисертації.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у тому, що вперше проведено комплекс досліджень з одержання оксидів азоту у високочастотній індукційній плазмовій системі високої потужності. Вперше експериментальним шляхом отримані концентрації оксидів азоту у високочастотному індукційному плазмотроні високого тиску, були отримані дані концентрацій молярних часток оксидів азоту повітряної високочастотної індукційно пов'язаної плазми шляхом оптичної спектрометрії. Було проведено експериментальне дослідження залежності значень концентрації NO_x повітряної ВЧІ плазми від середньої швидкості загартування при використанні різних методів загартування

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків дисертації визначається комплексом проведених досліджень, де кожен з використаних підходів взаємодоповнюється іншими та виключає ймовірність помилки в інтерпретації даних експериментальних досліджень, проведених з використанням наукового обладнання останнього покоління.

Відомості про **особистий внесок** дисертанта повною мірою наведені в дисертації.

Повнота викладення наукових результатів в опублікованих працях. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 4 наукові роботи, усі включені до міжнародної наукометричної бази Scopus. Три статті опубліковані в іноземному журналі «IEEE Transactions on Plasma Science», одна у вітчизняному журналі «Ukrainian Journal of Physics». За результатами змісту наукових праць можна зробити висновок щодо достатньої повноти викладення у них основних положень дисертації. Зміст анотації у повному обсязі відповідає основним положенням дисертації.

Зауваження до дисертаційної роботи

При ознайомленні з роботою виникли такі зауваження:

1. При визначенні температури плазми в плазмотроні не врахований вплив елементарних процесів, які мають місце при утворенні оксидів азоту, а відповідні оцінки в тексті дисертації відсутні.
2. В тексті роботи присутня незначна кількість описок та невдалих формулювань, наприклад “Необхідний закон зміни температури в плазмотроні від часу визначався як початкова швидкість потоку повітря...(стр. 65)”.

Однак, зазначенні зауваження жодним чином не впливають на загальне позитивне враження від даної роботи, яка однозначно варта високої оцінки наукової спільноти. Дисертаційна робота Зінченка А. Є. на тему: «Кінетика утворення та загартування NOX у високочастотній індукційній плазмі» є завершеною науковою працею. Тема роботи є актуальною, має широке теоретичне та прикладне значення, а наукові результати повноцінно відображені в наукових публікаціях. Робота відповідає вимогам, що ставляться до робіт такого роду, в тому числі вимогам, передбаченим наказом МОН України №40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» та КМ від 12.01.2022 р. №44 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої

вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження
доктора філософії» з останніми змінами внесеними КМ №341 від 21.03.2022.
Автор заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за
спеціальністю 105 «Прикладна фізика та наноматеріали»

Рецензент:

Доцент кафедри фізичної електроніки
факультету радіофізики, електроніки та
комп'ютерних систем

Київського національного університету
імені Тараса Шевченка, к.ф.-м.н., доц.

Кравченко Олександр Юрійович

Документ підписано у сервісі Вчасно (продовження)
Рецензія_Кравченгко.pdf

Документ відправлено: 14:57 14.12.2022

Власник документу

Електронний підпис

14:57 14.12.2022

Ідентифікаційний код: 2040805997

КРАВЧЕНКО ОЛЕКСАНДР ЮРІЙОВИЧ

Власник ключа: КРАВЧЕНКО ОЛЕКСАНДР ЮРІЙОВИЧ

Час перевірки КЕП/ЕЦП: 14:57 14.12.2022

Статус перевірки сертифікату: Сертифікат діє

Серійний номер: 248197DDFAB977E504000000A687E10067A1C403

Тип підпису: удосконалений