

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Кіркопуло Катерини Григорівни
«Автоматизація процесів керування установкою іонно-плазмового напилення»,
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 151 – автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Актуальність теми.

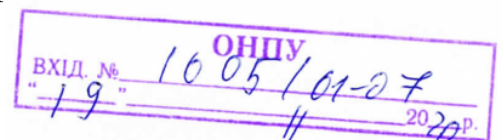
Все більшого поширення в сучасному машинобудуванні набуває нанесення плазмових покриттів на металорізальний інструмент. Нанесені плазмою покриття заданого хімічного складу змінюють антикорозійні, зносостійкі, триботехнічні, теплові та інші характеристики робочих поверхонь інструменту. Поверхневий шар визначає властивості інструменту під час його експлуатації. Нанесенням покриттів на робочу поверхню інструменту можна знизити не тільки вартість виробництва, але й покращити експлуатаційні характеристики. При нанесенні плазмових покриттів на металорізальний інструмент постає задача оптимізації технологічного процесу, який забезпечить досягнення заданих властивостей поверхні, відсутність браку та високу продуктивність процесу обробки. Досягнути оптимальних властивостей технологічного процесу можна лише запровадивши якісну комп'ютерно-інтегровану систему керування технологічною установкою, яка забезпечує процес нанесення іонно-плазмових покриттів.

Автоматизація процесів керування установкою іонно-плазмового напилення, заснована на розробці комплексу моделей динаміки установки іонно-плазмового напилення металорізального інструмента, яка спрямована на забезпечення якості та продуктивності обробки інструмента, і визначає актуальність цієї роботи.

Актуальність теми також підтверджується тісним зв'язком проведених автором досліджень із держбюджетними науково-дослідними роботами «Підвищення ефективності функціонування технічних систем» (№ ДР 0114U005502), «Розробка компонентів інтелектуальних інформаційних систем для моделювання та проектування складних об'єктів та систем» (№ ДР 0115U000835), виконаними в Одеського національного політехнічного університету.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі Кіркопуло Л. І. є достатньо високим й базується на аналізі літературних джерел за обраною темою, накопиченому практичному досвіді керування енергетичними об'єктами, статистичних даних в Україні та в світовій практиці, гармонійному поєднанні мети та задач дослідження, використанні сучасних методів дослідження, зіставленні та критичному аналізі отриманих результатів у порівнянні з результатами інших дослідників, якісному формулюванні отриманих висновків. Теоретичні дослідження виконано з використанням сучасного математичного апарату, класичних положень теорії автоматичного керування, теорії диференціальних рівнянь, іміта-



ційного моделювання фізичних явищ, які мають місце при керуванні установкою іонно-плазмового напилення.

Достовірність результатів досліджень.

Достовірність результатів дисертаційного дослідження забезпечується застосуванням обґрунтованих положень математичного аналізу, теорії диференціальних рівнянь, фундаментальних положень теплофізики та фізики твердого тіла, теорії автоматичного керування, теорії розподілених систем керування, перетворенні Лапласа, відповідністю змісту математичних моделей фізичній суті процесів керування установкою іонно-плазмового напилення, коректністю використання комп'ютерної математичної системи MATLAB. Наукові результати автора прийняті до використання та впровадження в холдинговій компанії «Мікрон».

До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:

- отримала подальший розвиток математична модель радіальної теплопровідності металорізального інструмента під дією плазмового струменя, яка відрізняється тим, що дія струменю замість крайової умови вводиться в праву частину диференціального рівняння в часткових похідних за методом А. Г. Бутковського;

- вперше розроблено комплекс нелінійних моделей динаміки основних технологічних процесів установки іонно-плазмового напилення на металорізальний інструмент;

- вперше розроблено комплекс нелінійних моделей систем керування основних технологічних процесів установки іонно-плазмового напилення на металорізальний інструмент;

- отримала подальший розвиток структурно-інформаційна модель комп'ютерно-інтегрованої системи автоматизації установки катодно-іонного бомбардування, яка функціонує в реальному часі та включає блок розроблених моделей динаміки установки.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.

Розроблене програмне забезпечення системи автоматизації установки іонно-плазмового напилення дозволило проводити синтез і налагодження систем автоматичного керування установки з заданими оператором параметрами технологічного процесу і вимогами до якісних показників інструменту.

Випробування різального інструменту з іонно-плазмовими зносостійкими покриттями проведено в холдинговій компанії «Мікрон». Запропоновані моделі та методи, а також алгоритми і програми, розроблені для реалізації алгоритмів, впроваджені в навчальний процес в Одеському національному політехнічному університеті і використовуються в дисциплінах, які вивчають системи автоматизації установок нанесення покриттів на металорізальний інструмент, самі автоматизовані установки, а також у курсовому та дипломному проектуванні.

Повнота викладення результатів досліджень в наукових публікаціях за темою дисертації, відсутність порушення академічної доброчесності

Основні положення та результати дисертаційної роботи достатньо повно

опубліковані в 6 наукових працях, з яких 4 праці написані одноосібно без спів-авторів, 4 публікації у наукових фахових виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз (1 – в SCOPUS), зроблено 2 доповіді на наукових конференціях. У цілому, рівень і кількість публікацій та апробації матеріалів дисертації на конференціях відповідають вимогам МОН України.

Наукові результати, викладені в дисертації, одержані автором самостійно. Одним з об'єктивних елементів доказу відсутності порушення академічної доброчесності автором є його публікації в рецензованих журналах, які перевіряють подані публікації на відсутність запозичень. В тексті дисертації не було знайдено порушення академічної доброчесності.

По дисертаційній роботі є наступні зауваження:

1. У розділі 2 нелінійні моделі динаміки установки катодно-іонного бомбардування для процесів іонно-плазмового очищення інструменту, нанесення покриття на інструмент і його охолодження бажано привести до Коші та визначити початкові умови відповідних диференціальних рівнянь їх для наступного машинного інтегрування.

2. У розділі 3 «Розробка комплексу систем керування технологічними процесами установки» доцільно було б навести моделі чотирьох розроблених систем керування у вигляді систем диференціальних рівнянь, що показало б зв'язок цих рівнянь як з рівняннями розділу 2, так і з моделями систем керування в пакеті Simulink розділу 3.

3. У підрозділі 3.1, де виконується розробка системи керування очищенням інструменту не приведені рівняння релейного керування.

4. Є неточності у підрозділі 3.1. Для імітаційного моделювання нагріву циліндричного інструменту «проведемо чисельне диференціювання рівняння за методом Рунге – Кутта 4 і 5 порядків». Метод Рунге – Кутта використовується для інтегрування.

5. У підрозділі 3.2 для системи стабілізації температури інструменту при нанесенні іонно-плазмового покриття на інструмент з використанням ПІ регулятора приведений графік перехідного процесу стабілізації на рис. 3.17, який показує, що за час нанесення покриття 1000 с температуру не вдалося стабілізувати, що можна виправити оптимізацією параметрів регулятора.

6. Стабілізація тиску азоту у вакуумній камері в процесі нанесення покриття при максимальному збуренні, розглянута у підрозділі 3.2, виконується з використанням ПІ регулятора за 2 с, але незрозуміло, як обчислювались значення параметрів регулятора.

7. У підрозділі 3.3 для системи керування установкою на етапі охолодження синтез параметрів ПІ регулятора проведено «за допомогою підсистеми автоналаштування Simulink при компромісі робастності і швидкодії», але немає обґрунтування доцільності такого синтезу.

8. У підрозділі 3.4 виконується оцінка прямих показників якості інструменту після роботи системи керування установкою і за формулою 3.4 обчислюється стійкість інструменту. Бажано навести коротке обґрунтування цієї формули тому що у наступних формулах є очевидні помилки.

9. Не зовсім ясно, чим відрізняється розроблена у розділі 4 комп'ютерно-

інтегрована система автоматизації установки катодно-іонного бомбардування від попередніх аналогів. Це краще чітко вказати для визначення новизни цієї системи.

Наведені зауваження не знижують високий науковий рівень роботи та її наукову і практичну цінність.

Висновок

Все перелічене дає підстави стверджувати, що дисертаційна робота Кіркопуло Катерини Григорівни «Автоматизація процесів керування установкою іонно-плазмового напilenня» є закінченим самостійним науковим дослідженням, у якому отримані нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують важливу науково-практичну задачу створення математичного забезпечення комп'ютерно-інтегрованої системи автоматизації установки, яка забезпечує високі якісні та кількісні показники процесів в установці іонно-плазмового напilenня на металорізальний інструмент.

За змістом, актуальністю, науковою новизною та практичною цінністю робота відповідає вимогам пунктів 10, 11, 12 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 167 від 06.03.2019 р. та положень Вимог до оформлення дисертацій, затверджених наказом Міністерством освіти України № 40 від 12.01.2017 р.

Вважаю, що автор дисертації «Автоматизація процесів керування установкою іонно-плазмового напilenня» Кіркопуло Катерина Григорівна заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 151 – автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології.

Офіційний опонент
професор кафедри системного аналізу та
інформаційно-аналітичних технологій
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»
доктор технічних наук, професор



Підпис  Валерій Северин
ЗАСВІДЧУЮ:
ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"
 Заковоротний О.Ю.
18.11.2020 р.