

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Маріяша Юрія Ігоровича

на тему **«Модельно-прогнозуюче автоматичне керування режимом дуття кисневого конвертера з енергоефективним засвоєнням тепла»**,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань Автоматизація та приладобудування
за спеціальністю 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
освітньо-наукова програма Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології

Актуальність теми дисертації.

Кисневий конвертер призначений для виробництва сталі з рідкого чавуну та сталевих брухту при продуванні киснем. Сьогодні отримання сталі за допомогою киснево-конвертерного процесу (ККП) є найпопулярнішим у світі та набуває все більшого розповсюдження. Згідно зі статистичними даними частка ККП у світі складає 71.6% станом на кінець 2019 р.

В останні роки актуальними методами зниження вартості киснево-конвертерної сталі є засвоєння проектної потужності агрегатів, підвищення стійкості футерівки конвертерів, оптимізація та автоматизація технологічного процесу. Основним недоліком ККП є обмежена можливість збільшення частки металевих брухту. Для виготовлення сталі, в агрегат завантажують металевий брухт з часткою до 30% від металеві частини, решта рідкий чавун, який є значно дорожчим. На сьогоднішній день відомо декілька способів підвищення частки брухту у шихті: попередній підігрів металевих брухту поза конвертером та допалювання монооксиду до діоксиду вуглецю у порожнині конвертера. Велика кількість публікацій про синтез систем керування кисневим конвертером свідчить про актуальність задачі автоматизації киснево-конвертерного процесу.

Складність технологічного процесу потребує застосування сучасних підходів до аналізу і синтезу систем керування, що базуються на математичних методах оптимізації, а саме теорія управління динамічними об'єктами з використанням прогнозуючих моделей. Основною перевагою модельно-прогнозуючого підходу, що визначає його успішне використання в практиці побудови та експлуатації систем управління, служить базові схеми формування зворотного зв'язку, що поєднується з високими адаптивними властивостями.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному: подальший розвиток отримала математична модель дуттьового режиму киснево-конвертерної плавки, за рахунок врахування впливу інтенсивності дуття на процес зневуглицювання ванни та використати модель під час синтезу модельно-прогнозуючого регулятора; розроблено модельно-прогнозуючий підхід до керування параметрами дуттьового режиму киснево-конвертерної плавки, що дозволила оптимально керувати інтенсивністю дуття та положенням фурми; розвиток отримало врахуванням технологічних обмежень швидкості переміщення регулюючих органів у модельно-прогнозуючому регуляторі, що дозволило підвищити якість керування.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі автоматизації енергетичних процесів КПІ ім. Ігоря Сікорського в рамках наукової тематики: «Розроблення техніко-технологічних схем та систем керування теплозабезпечення населених пунктів на основі термодинамічних підходів» – державний реєстраційний номер 0120U102168 та «Ексергетичне обґрунтування нестационарних режимів та характеристик комбінованого тепло- та холодозабезпечення енергоефективних будівель на основі теплонасосних систем» – державний реєстраційний номер 0120U001750 під керівництвом доцента кафедри автоматизації енергетичних процесів, к.т.н., доцента Степанця Олександра Васильовича.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання синтезу модельно-прогнозуючого контролера виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Маріяша Ю.І. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «Математичне моделювання та оптимальне керування технологічними процесами».

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадиння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Маріяша Юрія Ігоровича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату

та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою. Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та десяти додатків. Загальний обсяг дисертації складає 161 сторінку.

У вступі описана наукова новизна, актуальність, сформульована мета та завдання досліджень. Автор зазначає особистий внесок та практичне значення отриманих результатів. Перший розділ представляє аналітичний огляд робіт пов'язаний з автоматизацією режиму дуття конвертерної плавки. Автор сформулював мету та завдання дисертаційного дослідження.

У другому розділі автор описує технологічні особливості керування режимом дуття киснево-конвертерною плавкою, наводить модель режиму продувки киснево-конвертерного процесу представимо у вигляді керованої канонічної форми моделі в просторі станів.

Розробка і реалізація комбінованої системи автоматичного регулювання та системи керування з модельно-прогнозуючим підходом описується автором у третьому розділі. Дослідження отриманих систем керування розглянуте у четвертому розділі. Автор проводить імітаційне моделювання систем автоматичного регулювання параметрів дуття киснево-конвертерної плавки та досліджує чутливість системи керування з модельно-прогнозуючим підходом. Вкінці роботи наведено загальні висновки та список використаних джерел.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертації висвітлені у 17 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 4 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України (з них 3 відносяться до категорії Б, 1 до категорії А); 1 стаття у періодичному науковому виданні, проіндексованому у базі даних Scopus, з яких 1 стаття у виданні, віднесеному до третього квартилу (Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank.

Також результати дисертації були апробовані на 12 наукових фахових конференціях.

Статті, які висвітлюють наукові результати дисертаційної роботи, включають сучасні методи системного аналізу, автоматичного керування (методи параметричного синтезу та оптимального керування), математичного

моделювання, дослідження процесів функціонування систем автоматизації. Наукові положення, висновки та рекомендації достатньо обґрунтовані і достовірні, дотримано принципів академічної доброчесності. Автор самостійно сформував завдання і мету дослідження, наукові результати. В опублікованих наукових працях, що написані у співавторстві, особисто здобувачу належать такі внески: розробка системи керування на базі модельно-прогнозуючого підходу при використанні лінійно-квадратичного функціоналу; створення структури та моделей замкнутих систем керування ступенем допалювання CO до CO₂ і витрати кисню; проведення імітаційного моделювання роботи систем керування.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Зауваження до дисертаційної роботи.

1. Автор не повністю обґрунтував вибір критерія якості роботи системи керування, чому саме лінійно-квадратичний?
2. У першому розділі «Аналітичний огляд систем керування параметрами режиму продувки киснево конвертерного процесу» можна зустріти тавтологію понять «кисневий конвертер», «киснево-конвертерний процес».
3. У другому пункті другого розділу «Математичне моделювання режиму продувки киснево-конвертерного процесу» не описано фізичний сенс чи походження деяких числових констант.
4. Чому у пункті 3.2 «Розробка комбінованої САР параметрами дуття ККП» було обрано саме інтегральний квадратичний показник якості регулювання?
5. Не наведено методологію вибору горизонту керування С.
6. Перехідні процеси САР режиму дуття киснево-конвертерної плавки важко аналізувати через масштаб графіків, краще результати порівняння звести у таблицю.
7. Автор не повною мірою описав методологію впровадження розробленого рішення автоматичного керування на об'єктах керування подібного класу.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Маріяша Юрія Ігоровича на тему «Модельно-прогнозуюче автоматичне керування режимом дуття кисневого конвертера з енергоефективним засвоєнням тепла» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань «Автоматизація та приладобудування». Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Маріяш Юрій Ігорович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань «Автоматизація та приладобудування» за спеціальністю 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Офіційний опонент:

доцент кафедри автоматизації
та комп'ютерних технологій
систем управління, к.т.н., доц.,
Національний університет
харчових технологій



Віктор СІДЛЕЦЬКИЙ

М.П.

«08» лютого 2023 року

