

## ВИСНОВОК

рецензентів щодо попередньої експертизи дисертаційної роботи аспіранта Рижкова Олександра Михайловича «Динамічне керування приводами автоматизованого крана-маніпулятора», яка подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Дисертаційна робота Рижкова О.М. присвячена вирішенню важливого та актуального наукового завдання, що полягає у створенні автоматизованої системи позиційного керування приводами крана-маніпулятора при відпрацюванні технологічного процесу у складі установки дезактивації радіоактивних металів, яка забезпечить підвищення швидкодії та точності позиціонування вантажу крана в умовах динамічної зміни характеристик навантаження та збурень.

Робота виконувалась у Інституті електродинаміки НАН України в рамках державної науково-дослідної роботи «ІНТЕХЕН-2» (Електромеханічні системи з електричними машинами і напівпровідниковими перетворювачами підвищеної ефективності), державний номер 0120U002125 та НДР «База-П8» «Розробити засоби регулювання напруги, струму і частоти для електротехнологій та систем безредукторних електроприводів з застосуванням методів інтелектуального керування» (№ДР0119U001282), в яких автор був одним з виконавців. Здобувач також був виконавцем г/д №799-17 від 1.11.2017 р. «Моделювання електромеханічної системи крана-маніпулятора при динамічній зміні навантаження» та г/д №361-18 від 1.09.2018р. «Розробка алгоритмів автоматичного керування системами електроживлення установки УДМ шляхом моделювання прогнозних графіків зміни її навантаження» між Інститутом електродинаміки НАН України та науково-технічною фірмою «ТЕМС».

В роботі вперше розроблено віртуальну модель електромеханічної приводної системи крана-маніпулятора при переміщенні вантажу шляхом реалізації в моделі залежності моменту навантаження, величина якого змінюється в процесі переміщення, що дає змогу врахувати динамічну зміну навантаження.

Проведено порівняльний аналіз результатів розрахунків за імітаційною моделлю крана-маніпулятора та за лінеаризованим математичним описом, який дає змогу стверджувати про його адекватність та дає можливість в подальшому здійснювати моделювання приводних механізмів мостових кранів у складі систем керування положенням вантажу.

Автором вдосконалено метод керування краном-маніпулятором і представлено рішення проблеми оптимального за швидкодією гасіння коливальних вантажів при переміщенні крану, отримане шляхом синтезу системи зі зворотним зв'язком за вектором стану та спостерігачем стану Люенбергера третього порядку на підставі лінеаризованої моделі зі змінними параметрами. Адаптація середньгеометричного кореня характеристичного полінома і

коефіцієнтів регулятора стану до зміни довжини каната дозволяє зменшити амплітуду коливань вантажу при розгоні і гальмуванні візка, а також приглушити їх на ділянці руху з постійною швидкістю і в цільовій точці.

Автором розроблено нову математичну модель електромеханічної частини системи електроприводу вантажопідйомного пристрою крана-маніпулятора установки дезактивації радіоактивних металів, в якій враховано зміну моменту статичного навантаження, зумовлену дією виштовхувальної сили при зануренні вантажу у технологічну ванну обмеженого об'єму з рідиною, та зміну моменту інерції приводу після досягнення вантажем дна ванни.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечується використанням фундаментальних законів електротехніки, методів теорії електричних кіл і електромагнітних полів, методів класичної та сучасної теорії автоматичного керування, в тому числі методів поліноміального синтезу систем з регуляторами та спостерігачами стану повного порядку, підтверджена коректністю зроблених припущень, задовільною збіжністю розрахункових та експериментальних даних.

Експерти вважають, що основний зміст дисертації Рижкова О.М. досить повно представлено у 5 наукових роботах, з яких 2 статті опубліковано в періодичних фахових виданнях, що індексуються наукометричною базою SCOPUS. Основні положення та наукові результати дисертаційної роботи розглядалися на таких міжнародних науково-технічних конференціях: XXIV Міжнародна конференція з автоматичного керування «Автоматика 2017» (м. Київ, 2017), XV Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми сучасної електротехніки» (м. Київ, 2018), а також на наукових семінарах Інституту електродинаміки НАН України з проблеми «Наукові основи електроенергетики» (2015-2019), що цілком відповідає вимогам наказу МОН України №1220 від 23.09.2019 р.

Результати теоретичних і експериментальних досліджень, наведених в роботі, отримано особисто або за безпосередньою участю автора. Автором сформульовано мету, об'єкт і предмет досліджень, сформульовані основні одержані наукові результати. Виконано: теоретичні дослідження розробленої імітаційної моделі механічної системи крану-маніпулятора, статичних і динамічних режимів роботи приводних механізмів крану при переміщеннях вантажу у трьох координатах; теоретичні дослідження модального керування краном-маніпулятором із застосуванням спостерігача стану Люенбергера, який відновлює кут відхилення вантажу від вертикалі для оптимального за швидкодією гасіння коливань; теоретичні дослідження розробленої математичної моделі механічної частини системи електроприводу вантажопідйомного пристрою крана-маніпулятора, в якій враховано зміну моменту статичного навантаження при зануренні вантажу у технологічну ванну обмеженого об'єму з рідиною та зміну моменту інерції приводу після досягнення вантажем дна ванни; теоретичні дослідження розробленої Simulink-моделі системи керування електроприводом вантажопідйомного

Результати роботи Рижкова О.М. знайшли практичне використання: основні положення дисертаційної роботи (моделі механічної системи крана-маніпулятора, алгоритми автоматичного керування електроприводами крана) були використані протягом 2016-2019 років НТФ «ТЕМС» при створенні системи позиційного керування електроприводами мостового крана-маніпулятора у складі установки дезактивації радіоактивних металів на ДП «Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом» ВП «Рівненська атомна електростанція». Експериментальні дослідження за темою дисертації проводились на діючому крані.

Представлена дисертаційна робота є цілісною логічно побудованою науковою працею, викладеною лаконічно і коректно з використанням сучасної наукової та інженерно-технічної термінології. Викладені в дисертаційній роботі наукові положення та висновки переконливі та обгрунтовані як з наукової, так і з технічної точок зору. Назва дисертації відповідає її змісту.

Все це дає підставу вважати, що дисертація Рижкова О.М. відповідає науковій спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», вимогам п.10 та п.11 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету міністрів України №167 від 06 березня 2019 року.

Дисертаційна робота доповідалась 28 грудня 2020 року на розширеному науковому семінарі відділу перетворення та стабілізації електромагнітних процесів Інституту електродинаміки НАН України із залученням рецензентів, вчених з інших відділів ІЕД НАН України і вузів України, отримала одностайну підтримку і була рекомендована до разового захисту в утвореній спеціалізованій вченій раді при Інституті електродинаміки НАН України (м. Київ) згідно до Постанови Кабінету міністрів України №167 від 06 березня 2019 року.

Рецензент

зав. відділом електромеханічних систем  
ІЕД НАН України,  
д.т.н., професор

*Мазуренко*  
4.02.21

Мазуренко Л.І.

Рецензент

провідний науковий співробітник  
відділу електромеханічних систем  
ІЕД НАН України,  
д.т.н., с.н.с.



*Акинін*

Акинін К.П.

підпис *Л.І. Мазуренко*  
*К.П. Акинїна*  
Інституту електродинаміки  
Нац. Академії наук України

*Мазуренко* 4.02.21