

СТАНОВИЩЕ

**за дисертационен труд
за придобиване на образователната и научна степен "доктор" в**

**област на висше образование – 5 „Технически науки“
професионално направление 5.1 „Машинно инженерство“
докторска програма – „Хидравлични и пневматични задвижващи системи“**

Автор: маг. инж. Красен Иванов Костов

Тема: Интелигентно управление на електрохидравлична задвижваща система

Член на научното жури: доц. д-р инж. Климент Великов Климентов

1. Тема и актуалност на дисертационния труд

Електрохидравличните задвижващи системи заемат ключово място в съвременните мехатронни приложения, където се изискват висока мощност, бързодействие и надеждност. Широкото им използване в индустриалната автоматизация, мобилната хидравлика, роботиката и транспортната техника поставя високи изисквания към качеството на управление. Класическите методи за управление все по-трудно компенсират нелинейностите, хистерезиса, променливите натоварвания и външните смущения, характерни за хидравличните системи, което води до необходимост от нови подходи.

През последните години се наблюдава отчетлива тенденция към внедряване на интелигентни алгоритми – невронни мрежи, Fuzzy логика, адаптивни и самообучаващи се модели – които позволяват повишаване на точността, устойчивостта и енергийната ефективност на електрохидравличните задвижвания. Тези методи са в пълно съответствие с концепциите на Industry 4.0 и кибер-физичните системи, където задвижванията трябва да работят в мрежова среда, да обменят данни в реално време и да реагират адаптивно на промени в работната среда.

Актуалността на темата се определя от необходимостта за разработване на интелигентни системи за управление, които да осигурят по-висока прецизност, надеждност и оптимизация на енергийните разходи. Това я прави значима както от научна гледна точка, така и за практическото развитие на модерните мехатронни и хидравлични технологии.

2. Методика на изследване

Методиката на изследването е изградена върху последователно комбиниране на теоретичен анализ, математично моделиране, симулационни експерименти и експериментална верификация на електрохидравличната следяща система. В първия етап е извършен задълбочен анализ на динамичните свойства на електрохидравличните задвижвания, като са отчетени нелинейностите, хистерезисните ефекти и параметричните неопределености, характерни за реалната работа на системата. На тази основа е разработен нелинеен и линеаризиран математичен модел, включващ уравненията за движение на хидромотора, дебитните зависимости през разпределителя и динамиката на управляващите елементи.

След линеаризация около работна точка моделът е преобразуван в операторен вид, което позволява синтез на структурни схеми и предавателни функции на отворената и затворената система. В среда MATLAB/Simulink е изграден симулационен модел, чрез който са проведени изследвания в режими, близки до реално време. Симулациите включват анализ

на преходни процеси по задание и по натоварване, оценка на влиянието на PID параметрите и определяне на областта на устойчивост чрез критерия на Раус–Хурвиц.

Методиката включва и параметрична идентификация, реализирана чрез алгоритъма на Levenberg–Marquardt (функция lsqnonlin), при която се минимизира интегралният критерий за близост между експериментални и симулационни данни. Идентификацията е проведена върху реални преходни процеси, регистрирани от лабораторния стенд, като са определени ключови параметри: усилване, инерционен момент, вискозно триене, коефициенти на течове и ефективен обем.

В заключение, методиката обединява моделиране – симулация – експеримент, което осигурява висока адекватност на модела и надеждна основа за синтез на интелигентни и робастни регулатори (Fuzzy, Fuzzy-PID, H_∞), изследвани в последващите етапи.

3. Приноси на дисертационния труд

Научно-приложни приноси

1. Разработен е нелинеен и линеаризиран математичен модел на електрохидравлична следяща система с ротационен изпълнителен механизъм, който отчита реалните физични процеси, динамични зависимости, течове, хистерезис и параметрични неопределености.
2. Разработена е методика за параметрична идентификация на електрохидравлични системи при различни режими на натоварване, базирана на оптимизационни алгоритми и експериментални данни.
3. Синтезирани са интелигентни и робастни методи за управление – Fuzzy, адаптивен Fuzzy-PID и H_∞ регулатори – адаптирани към особеностите на електрохидравличните системи.

Приложни приноси

1. Създадена е апаратно-програмна платформа за изследване на електрохидравлични следящи системи в реално време, интегрирана с MATLAB/Simulink.
2. Разработени са модели и алгоритми, приложими при проектиране, анализ и настройка на електрохидравлични системи в индустриални и лабораторни условия.
3. Извършена е експериментална валидизация на моделите при различни натоварващи режими, което позволява реално приложение на разработените методи в инженерната практика.

4. Публикации и цитирания на публикации по дисертационния труд

Публикациите по дисертацията са 7. Четири от тях са публикувани в издания, индексирани в Scopus, две са публикувани в реферирани български списания, една е в национален научен форум и тя е самостоятелна. Според данните от системата на Scopus, три от публикациите имат общо 4 цитирания (без самоцитирания).

Считам, че публикациите отразяват в достатъчна степен резултатите от дисертацията.

5. Авторство на получените резултати

Публикуваните научни трудове са разработени в съавторство, като приносът на докторанта е свързан с формулиране на задачите и участие в теоретичния анализ, разработване на моделите и алгоритмите за управление, провеждане на експериментални изследвания, обработка и интерпретация на резултатите, подготовка на графични материали и участие в оформянето на статиите.

Самостоятелната публикация от 2024 г. демонстрира способността на докторанта да извършва независими експериментални изследвания и да представя резултатите в научен

формат. Всички резултати, включени в дисертацията, са получени лично от автора или с негово пряко участие и не са заимствани от други изследвания.

6. Мнения, препоръки и забележки по дисертационния труд

Към представената дисертация нямам съществени забележки от принципиен характер.

Считам, че в дисертационния труд са представени резултати от голям обем изследователска работа. По мое мнение теоретичните и експерименталните изследвания са проведени на много високо ниво, с използване на съвременни методи и експериментален стенд. Нямам предварителни впечатления от работата на докторанта в катедра „Енергийна техника“, но от представената работа оставам с впечатление, че инж. Костов е повишил квалификацията си в областта на управлението на електрозадвижващите системи.

7. Заключение

Считам, че представеният дисертационен труд **отговаря** на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България. Постигнатите резултати ми дават основание **да предложи** да бъде придобита образователната и научна степен „доктор”

от **маг. инж. Красен Иванов Костов**

в област на висше образование - **5 „Технически науки“**,

професионално направление - **5.1 „Машинно инженерство“**,

докторска програма - **„Хидравлични и пневматични задвижващи системи“**

10.08.2026 г.

Подпис:

/доц. д-р Климент Климентов/