

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд

**за придобиване на образователна и научна степен „Доктор“ в
в област на висше образование - 5. Технически науки,
професионално направление - 5.1. Машинно инженерство,
докторска програма: Хидравлични и пневматични задвижващи
системи**

Автор: инж. Георги Славчев Илиев,

**Тема: “Изследване на динамичните процеси в електропневматична
позиционираща система с отчитане влиянието на пневматичните линии”**

**Рецензент: доц. д-р инж. Красимир Христов Орманджиев, катедра “Енергийна
техника”, Технически университет-Габрово**

1. Тема и актуалност на дисертационния труд

Дисертационният труд на маг. инж. Георги Славчев Илиев на тема “Изследване на динамичните процеси в електропневматична позиционираща система с отчитане влиянието на пневматичните линии” е представен в 6 глави с обем 134 стр. и приложение.

Електропневматичните задвижващи системи намират приложение в много области на съвременното индустриално производство. Характеризират се със сравнително проста конструкция, лесно обслужване и експлоатация, високо бързодействие, добра надеждност, функционална гъвкавост и невисока цена. Успешно могат да бъдат използвани за работа в агресивни, взривоопасни и пожароопасни среди. Разработката на нови материали, технологии на конструиране и производство, обуславят повишаване на качествата и постоянното разширяване на номенклатурата и областите на приложение на автоматичните пневматични устройства и системи. Развитието и интензивното внедряване на електронната и микропроцесорната техника в автоматизираното оборудване и технологичните процеси спомага за развитието на пневматичните системи и превръщането им в интелектуални електропневматични системи.

Това обуславя и огромния научен интерес в областта на изследванията на електропневматичните задвижващи системи, което е основателна причина дисертационния труд да бъде определен като актуален.

2. Обзор на цитираната литература

Използваната литература в дисертационния труд включва 160 източника, от които 141 са на латиница. Малко са литературните източници показващи изследванията в тази област на български учени.

Цитирани са статии от списания и доклади от конференции излезли предимно през последните 10 години, тоест проследена е и периодиката, където се публикуват изследвания на други автори занимаващи се с изследвания в същата област.

В глава 1 докторантът е направил анализ на съвременните следящи електропневматични системи и особеностите в управлението им. Изложени са съществуващи математични модели на дебитната характеристика на електропневматичен пропорционален разпределител. Посочени са математични модели, описващи възникващите сили от сухо и комбинирано триене. Представен е математичен модел в безизмерен вид на електропневматична следяща система без да е показана схемата на системата. Разгледани са някои от по-често използваните регулатори в електропневматичните системи.

Въз основа на извършения анализ и направените изводи е формулирана правилно целта на дисертационната работа – „Разработване на методи, подходи и математични модели за изследване на динамичните процеси в електропневматична позиционираща система с отчитане дължината на пневматичните линии и нелинейността на пневматичните елементи”.

Коректно са дефинирани и основните задачи за постигане на целта:

- Създаване на математичен модел на реалната дебитна характеристика на пропорционален електропневматичен разпределител и верифицирането му чрез експериментално определени статични характеристики;

- Създаване на математически модел и методика за изследване на динамичните процеси в пневматични линии с различна дължина. Верификация на модела чрез експериментални резултати;

- Създаване на модел на сухо триене в пневматични прътови и безпрътови цилиндри и експериментално определяне параметрите на триене;

- Създаване на математически модел на електропневматична позиционираща система с отчитане дължината на пневматичните линии;

- Симулиране на разработените математични модели за изследване на електропневматична позиционираща система с отчитане дължината на пневматичните линии. Анализ на динамичните характеристики;

- Създаване на експериментална компютъризирана система за събиране и обработка на данни с цел изследване на динамичните процеси в електропневматична позиционираща система. Анализ на експериментално получените данни от динамичните процеси;

- Сравнение между теоретичните и експерименталните динамични процеси в електропневматична позиционираща система с различна дължина на пневматичните линии. Анализ и изводи.

3. Методика на изследване

Използваните методи в дисертацията са теоретични и експериментални.

В глава 2 е разработен математичен модел на реалната дебитна характеристика на електропневматичен пропорционален разпределител. За целта е използвана експериментална уредба за заснемане на реалната характеристика на пропорционалния разпределител при захранващо налягане 3, 4 и 5 bar. Извършена е верификация на разработения математичен модел на дебитната характеристика на електропневматичен пропорционален разпределител. Доказва се, че преработеният модел на ISA описва с висока точност дебитната характеристика на пропорционалния разпределител.

В глава 3 е разработен математичен модел описващ динамиката на електропневматична позиционираща система с отчитане дължината на пневматичните линии. Извършени са числени и експериментални изследвания с цел верификация на модела.

Експериментално са изследвани преходните процеси в пневматични линии с диаметър 5 mm и различни дължини – 1, 5 и 10 m, при захранващо налягане 5bar. За целта е разработен експерименталния стенд за изследване на преходни процеси в пневматични линии.

По-задълбочени и пълни резултати биха се получили ако в края на тръбопроводната линия беше поставен предпазен клапан и се извършат изследвания при различно изходно налягане, т.е. при промяна на граничното условие.

В т. 3.4 е извършено експериментално изследване на честотните характеристики при пневматични дълги линии. Не е изяснено кои пневматични линии са дълги и кои са къси. Построени са експериментални амплитудочестотни (АЧХ) и фазочестотни характеристики (ФЧХ) на пневматични линии с дължини 1m, 5 m и 10 m. Извършени са симулации на преходните процеси чрез Matlab Simulink.

В глава 4 е разработена методика за експериментално определяне на параметрите на силите от сухо триене и коефициента на вискозно триене в пневматични прътови и безпрътови цилиндри. За целта е разработен виртуален инструмент за обработка на експерименталните данни в реално време.

В глава 5 е съставен математичен модел, описващ динамиката на електропневматична задвижваща система с PID регулатор и отчитане на дължината на пневматичните линии. Разработен е аналогов модел и са симулирани преходните процеси в електропневматичната системата.

В глава 6 е извършено експериментално изследване на динамичните процеси в електропневматичната позиционираща система при различни режими на работа. Описан е разработения лабораторен стенд, с който са проведени експерименталните изследвания в реално време като е използван LabView. Съставена е методика за провеждане на експерименталните изследвания. Сравнението между експерименталните и числените преходни процеси в електропневматичната позиционираща система при различни дължини на пневматичните линии показва сравнително добро визуално съвпадение, но не е въведен критерий за близост.

4. Приноси на дисертационния труд

Приемам заявените претенции в дисертацията на докторанта за научно-приложни и приложни приноси.

Научно-приложните приноси:

- Създаден е математичен модел на динамичните процеси в пневматични линии с различна дължина. Адекватността на модела е доказан с експериментални резултати.

- Съставен е математически модел за изследване на динамиката на управление на пневматични цилиндри с двустранно изнесен прът и безпрътов цилиндър в затворена електропневматична позиционираща система с отчитане на дължината на пневматичните линии.

- Създаден е математичен модел на реалната дебитна характеристика на пропорционален електропневматичен разпределител и е верифициран чрез експериментално определени статични характеристики.

- Създадена е методика и експериментален стенд с автоматизирана измервателна система за изследване на динамичните процеси в електропневматична позиционираща система с отчитане на дължината на пневматичните линии.

- Създадена е методика и експериментална система за изследване на силите от сухо триене в бутални и безпрътови пневматични цилиндри.

- Създадени са симулационни модели в програмна среда “MatLab” за преходни процеси в пневматични дълги линии и на електропневматична позиционираща система с отчитане на влиянието на пневматичните линии.

Приложните приноси:

- Създадена е автоматична измервателна система с виртуални инструменти в “LabVIEW” средата за събиране и обработка на експериментални данни в реално време на динамични или статични изследвания.

- Изследвани са амплитудочестотните и фазочестотните характеристики на електропневматичната позиционираща система с бутален и безпрътов пневматичен цилиндър и са определени критичните честоти на системите.

- Експериментално са изследвани динамичните процеси в пневматичен захранващ агрегат с винтов компресор и ресивер и е определена времеконстантата.

- Доказана е адекватността на математичните модели на динамичните процеси в пневматични линии и електропневматична позиционираща системи. Моделите могат да бъдат използвани за последващи изследвания и оптимизации на динамични характеристики на системата.

5. Публикации и цитирания на публикации по дисертационния труд

От приложения списък на публикациите на докторанта е видно, че части от дисертацията са станали достояние на научната общественост чрез две статии и три

доклада. В една от публикациите инж. Георги Илиев е единствен автор, а две от тях са на английски език.

6. Авторство на получените резултати

Според мен дисертационния труд е лично дело на докторанта. Основание за това ми дават публикувания самостоятелен доклад на Международна научна конференция на Русенския университет през 2015 г. и публикациите в съавторство със своя научен ръководител и дурги преподаватели от ТУ-Габрово в периода от 2014 г. до 2017 г.

Всичко това е гаранция за неговото активно участие при разработване на дисертацията под ръководството на научния му ръководител.

7. Автореферат и авторска справка

Авторефератът е написан съгласно изискванията. Той съдържа основните елементи на дисертационния труд и достатъчно пълно отразява получените резултатите от проведените изследвания.

8. Забележки по дисертационния труд

В по-голямата си част констатираните пропуски и направените забележки от предварителната защита на дисертационния труд са отстранени. Въпреки това могат да бъдат направени следните забележки:

- Не е изяснено при какви дължини тръбопроводите в системата могат да се разглеждат като дълги и къси;

- Не е мотивиран избора на автоматичния регулатор в електропневматичната система;

- Броят на проведените експерименти от разработените аналогови модели и експериментите от лабораторната уредба е малък. Необходимо е да се проведат по-задълбочени изследвания при различни режими на работа и различни настройки на автоматичния регулатор;

- Не е извършена оптимизация на автоматичната електропневматична система по предварително зададен критерий за качество;

- За прецизното определяне на параметрите на системата е необходимо да се разработи идентификационна процедура на база сравняване на преходни процеси от експерименталната уредба и числените симулации на аналоговия модел при въвеждане на критерий за близост.

9. Заключение

Извършената работа от докторанта инж. Георги Илиев по дисертационния труд е значителна по обем и сложност, свързана с разработване на математични модели на следяща електропневматична система, съставяне на

аналогови модели, провеждане на симулации на динамичните процеси, проектиране и изработка на експериментален стенд за изследване на електропневматична позиционираща система в реално време.

Считам, че представеният дисертационен труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България. Постигнатите резултати ми дават основание да предложа да бъде придобита образователната и научна степен „Доктор” от инж. Георги Славчев Илиев в област на висше образование - 5. Технически науки, професионално направление - 5.1 Машинно инженерство, докторска програма - Хидравлични и пневматични задвижващи системи.

22.06.2021 г.

Подпис: /п/

/доц. К. Орманджиев/