



РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „Доктор”

Област на висше образование 5 Технически науки
Професионално направление 5.1. Машинно инженерство,
Докторска програма Хидравлични и пневматични задвижващи системи

Автор на дисертационния труд: маг. инж. Борислав Атанасов Георгиев

Тема на дисертационния труд: **ИЗСЛЕДВАНЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ДИНАМИКАТА НА
ЕЛЕКТРОХИДРАВЛИЧНА ЗАДВИЖВАЩА СЛЕДЯЩА
СИСТЕМА**

Рецензент: проф. д-р Генчо Стойков Попов
Русенски университет „Ангел Кънчев“

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем.

В съвременната техника хидравличните задвижващи системи намират много голямо приложение. Непрекъснато елементната база се развива и усъвършенства, което дава възможност за реализиране на различни по сложност и качество на изпълнение схеми на хидравлични системи за обемни задвижвания. Безспорен факт е все по-широкото навлизане в практиката на електрохидравлични регулируеми задвижвания, осъществявани по коренно различаващи се по принципа на действия схемни решения – с използване на регулируеми хидростатични машини (помпи и мотори), с използване на регулируеми електрически задвижвания, с използване на други принципи като импулсно модулиране и др. Много важен елемент от тези системи са системите за управление. За повишаване качеството на изходните величини е необходимо подобряване на динамичните характеристики на системата като цяло. Независимо, че съвременните електрохидравличните задвижващи системи са широко изследвани и непрекъснато се увеличават областите на тяхното приложения, тяхното развитие и усъвършенстване е важна и актуална инженерна задача.

С изследване на системи за хидравлични регулируеми задвижвания от посочените по-горе видове гидросистеми, при което вниманието е насочено към техните динамични характеристики, е свързана рецензираната дисертация. Това напълно определя актуалността на проведеното изследване в научно-приложен аспект.

2. Обзор на цитираната литература

Ползваната литература е от 166 източника, като основно те са на английски език. По-голямата част от литературните източници са от последните 10-15 години, което е предпоставка за добра информираност по отношение съвременното състояние на изследванията в научната област, към която се отнасят тези в разработваната дисертация.

В Глава I „Обзор на съвременните задвижващи електрохидравлични системи“ докторантът е направил анализ на структурата и динамичните характеристики на базови електрохидравлични системи. Последователно са разгледани типове системи като механични следящи хидросистеми с дроселно регулиране, следящи електрохидравлични позициониращи системи и следящи хидравлични системи с обемно (машинно) регулиране. Засегнат е накратко и въпросът за енергийната ефективност на задвижващите електрохидравлични системи. Коментирани са три вида принципно различаващи се системи по изпълнение на управляващите вериги, а именно: верига с отворен център, верига със затворен център и система чувствителна към товара (load sensing- LS). Тук е било добре да бъдат дадени схемите на тези системи, за да бъде по-добре представена разликата между тях и констатациите по техните предимства и недостатъци.

При анализа на състоянието на съвременните изследвания в областта на задвижващите следящи електрохидравлични системи докторантът сравнително подробно е засегнал въпроси, свързани с регулиране дебита на хидросистеми (скоростта на изпълнителния орган) и особеностите на използваните елементи за постигане на различните методи за регулиране.

На база направения анализ в края на Глава I е формулирана целта на дисертационното изследване *Разработване на модели за реализация и методи за изследване и оптимизация на електрохидравлични следящи системи с добри показатели на динамичните характеристики и енергийната ефективност*. За постигане на целта са формулирани 5 задачи.

Добре би било на базата на големия брой ползвани съвременни литературни източници да се дадат характерни и специфични подходи и методи за моделиране и симулиране на динамичните процеси в регулируеми хидросистеми, аналогични на тези системи, обект на дисертационното изследване. Това би дало възможност да се посочат по-ясно съвременните тенденции при моделиране и симулиране на регулируеми хидравлични задвижващи системи, които да се приложат и развият при набелязаните изследвания. По този начин много по-ясна би била и поставената цел и свързаните с нея поставени задачи.

3. Методика на изследването.

Методиката на дисертационното изследване включва теоретични изследвания чрез разработване на симулационни модели на няколко вида хидравлични задвижващи системи, с помощта на които се изследват техните динамични процеси и провеждане на експериментални изследвания за сравняване и уточняване на получените теоретични резултати.

В глава 2 са проведени теоретични изследвания на три варианта системи хидравлични задвижващи системи с регулиране скоростта на изпълнителния механизъм (хидромотор):

- задвижваща система със серво управление;
- задвижваща система с регулируема по налягане помпа;
- електрохидравлична система за автоматично управление на скоростта на вала на електродвигател с широчинно-импулсна модулация (ШИМ).

Методиката на теоретичните изследвания се основава на съставяне на модели на базата на уравненията, чрез които се описва динамиката на конкретната електрохидравлична автоматична система, които традиционно се използват в такъв вид изследвания. Основните уравнения в различните изследвани схеми на системи са: уравнения на електропомпния агрегат (електродвигател - захранваща помпа); уравнения за дебита на помпата и двигателя (хидромотора); уравнения на дебитите през хидравличния разпределителя; уравнения на свързващите линии; уравнения на изпълнителния механизъм (хидромотор) и други, характерни за дадената хидросистема.

При оптимизация на динамичните характеристики на някои от изследваните системи се използва методът на параметрична оптимизация чрез определяне на оптималните параметри на ПИД регулатора.

Както следва да се очаква, от гледна точка на енергийната ефективност на изследваните три начина за регулиране скоростта на изпълнителния механизъм (задвижвания хидромотор) най-ниска е тя при дроселното регулиране чрез серворазпределител. Междинно място заема системата с ШИМ управление на постояннооточовия двигател, задвижващ нерегулируема помпа, а системата с регулируема по налягане помпа е с най-добри от енергийна гледна точка показатели. Би било добре да се дадат някои числови стойности на разхода на енергия на трите системи при сравними условия, за да може да се оцени по-ясно разликата по отношение на енергийната ефективност на изследваните три системи.

Също така би бил полезен и един сравнителен анализ на разглежданите в тази глава три схеми на хидросистеми по отношение на изследваните техни динамични качества, за да може да се оцени предимствата и недостатъците на всяка една от тях по отношение на динамичните процеси в различните режими на управление на следящите електрохидравлични системи.

Глава 3 е посветена на разработване на модел и изследване на динамичните процеси на енергоефективна електрохидравлична система с честотно управление на асинхронния двигател на хидравличната помпа. В разработения модел по отношение на хидравличните и механичните величини са използвани същите уравнения както в предходната глава. Тук особено внимание и сравнително подробно са описани особеностите на честотните инвертори и тяхното моделиране.

Прави впечатление, че хидравличната схема се различава от тези, разгледани в предходната глава, например от тази с регулируемата помпа – използва се друг подход за разпределение на течността, товарната система е изградена по различен начин и т.н. Това не дава

възможност за коректен сравнителен анализ на динамичните характеристики с разгледаните в предходната глава системи.

Оптимизационната процедура на разглежданата система е аналогична като подход на тази при системата със сервоуправление – използва се ръчна поднастройка, в случая на честотния преобразувател, управляващ асинхронния електродвигател.

Изводите в края на глава 3 (т. 3.5) са много общо написани, като по-скоро са описани възможностите, които дават разработените модели, а не получените резултати в резултат на проведените симулации на динамиката на изследваната система.

Глава 4 е свързана с проведените експериментални изследвания. Създадена е съвременна опитна уредба за целите на изследването, която представлява една електрохидравлична задвижваща система с честотно управление на асинхронен електродвигател, задвижващ нерегулируема хидравлична помпа. Уредбата е снабдена с необходимата апаратура, даваща възможност да се заснемат динамичните характеристики на електрохидравличната система при различни по характер входни въздействия и различен тип натоварващи сили. Разработена е подходяща система за събиране и обработване на данните от измерванията и съответна методика за провеждане на експерименталните изследвания.

Представени са опитно получени преходни процеси при изменение на изследваните величини – честотите на въртене на ел. двигателя и хидромотора, както и за консумираната мощност. Опитните резултати потвърждават характера на преходните процеси, получени при стимулационните изследвания. Сравняването на характеристиките за консумираната мощност от задвижващия електродвигател при честотно регулиране и при дроселно регулиране безспорно доказва извода за по-високата енергийна ефективност на системите с инверторно управление.

4. Приноси на дисертационния труд.

Посочените в дисертацията приноси са класифицирани като научно-приложни и приложни. Те могат да бъдат отнесени към групите „доказване с нови средства на съществени нови страни в съществуващи научни проблеми“ и „получаване на потвърдителни факти“.

Към научно-приложните приноси се отнасят разработените математични модели за регулиране скоростта на изпълнителния механизъм на хидравличната система с честотно регулиране; симулационните модели за изследване на динамичните процеси на такива хидравлични задвижващи системи; методиката на експерименталните изследвания.

Към приложните приноси се отнасят следните по-важни:

- разработената и реализирана експериментална система, даваща възможност за провеждане на прецизни изследвания на динамичните процеси в електрохидравлични задвижващи системи с честотно регулиране на електродвигателя;

- съставените алгоритми за оптимална настройка на ПИ регулатор на хидросистема с честотно регулиране

– съставения алгоритъм и съответната програма за разработване на микроконтролерна развойна платка за управление на електрохидравлични следящи системи.

5. Публикации и цитирания на публикации по дисертационния труд

По дисертацията са публикувани 5 работи, едната от които е самостоятелна. Четири от тях са в списания Топлотехника, а една на конференция на ТУ Габрово. В тях са представени основните резултати от дисертацията, а именно моделните изследвания за три от разгледаните електрохидравлични задвижващи системи – със серво управление, с широчинно-импулсно управление и тази с честотно управление на задвижващия електродвигател. Това е показател, че основите резултати от дисертационното изследване са достъпни за специалистите от областта на хидравличните задвижвания на машините.

Нямам информация за цитиране на тези работи.

6. Авторство на получените резултати

Отговор на този въпрос може да се от даде научният ръководител и от членовете на научното звено, в което се е обучавал докторантът. Добре известно е, че при подготовката на редовните докторанти ръководителите отделят много време да ги обучават в дадената научна област, да ги насочват и насърчават при провеждане на научните изследвания, да ги подпомагат при оформянето на научните публикации и на дисертацията като цяло. Имам известни лични впечатления от инж. Борислав Георгиев, които са от съвместното ни участие в някои научни конференции, на които е представял доклади с резултати по разработваната дисертация. На тях той е показвал добро познаване на основните въпроси от научната област, в която работи. Това е един показател за натрупания от него изследователски опит, което е предпоставка за бъдеща успешна кариера в областта на научните изследвания.

7. Автореферат и авторска справка

Авторефератът е изложен на 70 стр. Очевидно е, че този обем е твърде голям за автореферат на докторат за ОНС „Доктор“. На практика представлява около 50% от обема на дисертацията, като на практика е механично съставен на база текста на дисертацията.

В него са представени всички научни резултати, получени при разработването на дисертацията. Включени са обаче и много маловажни въпроси, които затрудняват ясното очертаване на същинските авторски резултати от това дисертационно изследване.

Дадени са изводите по отделните глави, както и общото заключение. Посочени са авторските претенции за приноси на дисертационното изследване, които бяха коментирани в по-горе.

8. Мнения, препоръки и забележки по дисертационния труд

Бях определен за външен рецензент на предварителната защита на дисертацията, като в рецензията си направих доста забележки и препоръки. По-голямата част от забележките са

отстранени и са взети под внимание повечето препоръки.

Искам да отбележа, че все още са налице някои неточности във формулите за определяне на хидравличните показатели на елементите от разглежданите хидравлични системи (например формула 1.4 на стр.20 и др.) и използване на места на неправилна терминология. Срещат се в текста и немалко граматични грешки, отстраняването на които би подобрило дисертацията като цяло.

Някои забележки и препоръки, които са конкретно по разглежданите въпроси, бяха дадени в предходните точки. Бих задал следния въпрос:

– Как се измерва мощността, консумирана от задвижващия електродвигател от разработената експериментална установка? Еднакви (сравними) ли са условията при снемани на тези данни?

9. Заключение.

Извършена е доста работа – съставени са няколко модела на различни системи за регулируемо хидравлично задвижване; извършени са симулационни изследвания на база тези модели; разработена е специална за целите на дисертационното изследване експериментална уредба, която дава възможност за сравнително прецизни изследвания на динамичните процеси в такива системи; проведени са серия експериментални изследвания. В резултат на това докторантът е повишил своите теоретични знания в областта на електро хидравличните задвижвания, а проведените прецизни експериментални изследвания са му дали възможност да натрупа опит и в тази област. Разработеният от докторанта докторат съдържа научно-приложни и приложни приноси, което е основен показател за изпълнение на законовите изисквания за получаване на ОНС „Доктор“.

Всичко това показва, 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

маг. инж. Борислав Атанасов Георгиев

област на висше образование - 5. Технически науки,
професионално направление - 5.1 Машинно инженерство,
докторска програма - Хидравлични и пневматични задвижващи системи.

07.08.2020 г.
гр. Русе

РЕЦЕНЗЕНТ: _____
/проф. д-р Генчо Попов/