

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на научна степен „доктор”

Автор на дисертационния труд: **маг. инж. Андрей Димитров Андреев**

Тема на дисертационния труд: **„Анализ на електродинамичните процеси в поляризационни разходомери”**

член на журито: **проф. д-р инж. Валери Марков Младенов**

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение

Измерването на разход е проблем, който продължава да бъде интересен и актуален и в наши дни. Причина за разработване на много нови методи и устройства за измерване на разход са съвременните изисквания към уредите за измерване на разход, тяхното многообразие и сложност. От друга страна голямото разнообразие в процесите, физическите и химическите свойства на измерваните среди и широкия работен диапазон налагат използването на различни методи и уреди. Всеки от тях намира приложение в различни области.

Електромагнитните разходомери съчетават в себе си предимствата на използване на електрическия изходен сигнал и липсата на контакт между преобразувателя и измервания флуид. В последните години един от най-сериозните проблеми при тези разходомери е да бъде разширено приложението на електромагнитните преобразуватели за измерване на разход на диелектрични течности. В тази връзка предмет на изследване на дисертационната работа са поляризационните разходомери. В работата се разглеждат процесите при пренасяне на диелектрични течности във външно поле. Работи се по изграждането на достоверни аналитични и числени модели на електромагнитното поле в движещата се среда на диелектричния флуид и се решават оптимизационни задачи като възможност за повишаване чувствителността на поляризационните разходомери с увеличаване големината на изходния им сигнал. Тези изследвания са ориентирани към анализа на електромагнитните процеси и изследването на възможностите за повишаване ефективността на поляризационните разходомери на диелектрични течности с голям вискозитет. Такива течности са по-голямата част от продуктите на нефтената, химическата, хранително-вкусовата промишленост и енергетиката. Научният интерес към този тип преобразуватели нараства все повече, за което говори повишения брой публикации в тази област за последните години.

Във връзка с горното разглежданият в дисертационната работа проблем е актуален т.к. постоянно се търсят по-добри решения, които предлагат по-добър икономически ефект.

2. Степен на познаване на проблема и творческа интерпретация на литературния материал

В процеса на формулиране на целита и задачите на научните изследвания, в първа глава на дисертационния труд авторът е разгледал 119 научни публикации (30 на кирилица и 89 на латиница) свързани с проблемите

на съвременното състояние, концепцията и анализа на процесите в разходомерите и по-специално на поляризационните разходомери. Направен е обстоен обзор на тези публикации и на тази база са формулирани изводите, които определят целта и задачите на дисертацията. Това разглеждане показва добро познаване на състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал.

3. Съответствие на избраната методика на изследване с поставената цели и задачите на дисертационния труд

Методиката за изследване в дисертацията е базирана основно на аналитични изследвания свързани с класическите методи за анализ на електромагнитното поле и механиката на флуидите. Анализът се основава на основните уравнения на електромагнитното поле в бавнодвижещ се диелектричен флуид с отчитане на физическите характеристики на средата. В дисертационната работа е използван и числен анализ на процесите в разглежданите преобразуватели с помощта на метода с крайните елементи (МКЕ). Разработен е числен модел при специално модифицирано уравнение за анализ. Използвани са и програмните продукти Quick Field Finite Element Analysis System, Version 5.6 и Matlab R2011b.

Избраната методика съответства на поставената цел и задачи на дисертацията. Коректното и използване е свързано с постигането на целта и решаването на поставените задачи на дисертационния труд.

4. Кратка аналитична характеристика на естеството и оценка на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд

Предмет на изследване в дисертационната работа са процесите при пренасяне на диелектрични течности във външно поле, изграждането на достоверни аналитични и числени модели на електромагнитното поле в движещата се среда на диелектричния флуид и решаването на оптимизационни задачи като възможност за повишаване чувствителността на поляризационните разходомери с увеличаване големината на изходния им сигнал.

В резултат на обзора направен в първа глава е отчетено, че са известни много методи за измерване на разход и въпреки това нуждите на производството все още не са напълно обезпечени. От една страна съвременните изисквания предявявани към уредите за измерване на разход, тяхното многообразие и сложност, се явяват причина за разработване на голямо количество нови методи и устройства за измерване на разход. От друга страна голямото разно-образие в процесите, физическите и химическите свойства на измерваните среди и широкия работен диапазон налагат използването на различни методи и уреди. Всеки от тях намира определена област на приложение. Отчетено е, че най-перспективни устройствата за измерване на разход на течности в момента са поляризационните преобразуватели с възбуждащо магнитно поле. Съществуват редица теоретични анализи и голям брой научни публикации, посветени на измерване на разхода на електропроводящи течности посредством подобни преобразуватели. Незадоволителна обаче е информацията за съществуващи

аналитични резултати и технически данни относно практическата приложимост и параметрите на този вид преобразуватели при измерване разхода на диелектрични течности. Отчетено е, че недостатъчната представителност на резултатите от научните изследвания до голяма степен се дължи на необходимостта от фирмени и патентни тайни. Същевременно е отчетено, че съществува и обща тенденция, насочена към по-нататъшното усъвършенстване на всички електрически преобразуватели на разход, както и към подобряване на техническите им показатели с цел повишаване на точността. В тази връзка е определена основната цел на дисертацията, а именно прецизен теоретичен анализ и разработка на достоверни аналитични и числени методи както и на оптимизационни алгоритми за подобряване на входно-изходните характеристики на поляризационните преобразуватели. За изпълнението на тази цел са формулирани шест задачи, които са решени в дисертационната работа.

Втора глава е посветена на изследване на поляризационните разходомери с възбуждащо електрическо поле. Аналитично се изследва електромагнитното поле в разходомера, с цел да се намери функционалната връзка между големината на магнитния поток и скоростта на движение на диелектричната течност през дадено тръбно устройство. В тази глава е определена аналитичната зависимост на възбудения магнитен поток от средната скорост на движещия се флуид, от неговите диелектрични характеристики и геометричните параметри на устройството. Предложен е алгоритъм, чрез който по зададен брой на електродите в един квадрант и потенциала на първия от тях, да може да се определят координатите на центровете на останалите електроди и на въздушните междини. Аналитично изведените условия гарантират генерирането на необходимото еднородно възбудително електрическо поле в работната област на разходомера. Представен е числен пример с МКЕ за очакваното оптимално разпределение на полето, който потвърждава получените аналитични резултати.

В трета глава се изследват поляризационни разходомери с възбуждащо магнитно поле. Прави се подробен теоретичен анализ на електромагнитните процеси в тези преобразуватели, който е основа за тяхното усъвършенстване. За по-доброто изясняване на физическите процеси по аналитичен път, първо се разглеждат случаи на движение на твърд диелектрик в хомогенно външно магнитно поле. След това се прави теоретичен анализ на поляризационни преобразуватели с кръгло и правоъгълно напречно сечение. Накрая се използва и числен метод за анализ. В резултат от изследванията в тази глава са формулирани няколко важни изводи. Установено е, че изходният сигнал на поляризационен преобразувател с възбуждащо магнитно поле е много по-голям в сравнение с поляризационния преобразувател с възбуждащо електрическо поле, при равни интензитети на двете полета. Теоретично са изведени входно-изходните връзки между външното възбуждащо магнитно поле и породеното поляризационно напрежение в електромагнитен разходомер с кръгло и с правоъгълно напречно сечение на тръбата. Зависимостите отчитат динамиката и диелектричните качества на движещия се флуид, както и геометрията на устройството. На базата на получените аналитични изводи е решен числен пример за електромагнитен преобразувател със зададени геометрия, електромагнитни константи и дефиниращи параметри на диелектричния флуид.

Последната четвърта глава от дисертацията е посветена на проверката на достоверността на аналитичните разглеждания. Първоначално се проверява

достоверността на теоретичните модели при поляризационни преобразуватели с кръгло и правоъгълно напречно сечение. Проверката при поляризационни преобразуватели с кръгло напречно сечение е на база симулации на електромагнитното поле в устройството. Използва се софтуерният продукт QuickField 5.6. Проверката при поляризационни преобразуватели с правоъгълно напречно сечение е на база на сравнение с експериментални резултати. По-нататък е изследвано влиянието на различни фактори върху изходния сигнал на преобразувателя и повишаването на чувствителността на поляризационните преобразуватели. В изводите към главата са обобщени основните резултати от изследванията. За електромагнитен разходомер с кръгло напречно сечение и с отчитане дебелината на изолационната тръба относителната стойност на процентното отклонение между аналитичния и числения резултат, получен чрез МКЕ е 0,5%. За разходомери с правоъгълно напречно сечение относителното отклонение между теоретичния и експерименталния резултат (по литературни данни) е 16%, но трябва да се отчита, че експериментираният опитен образец има много голям краев ефект, който не може да бъде отчетен с аналитичния модел. Изследвано е влиянието на редица фактори, влияещи върху нормалното функциониране на поляризационните разходомери за диелектрични течности: числото на Рейнолдс за разграничаване на ламинарно и турбулентно движение на потока, изменението на диелектричната проницаемост на течността, както и степента на еднородност на електрическото и магнитното поле. Предложен е алгоритъм и е определена геометрията на части от електродите и техните потенциали, при които в работната област на магнитоелектричен разходомер се създава еднородно електрическо поле. Предложен е алгоритъм, за определяне на оптималното разпределение на възбудителното магнитно или електрическо поле, което гарантира оптимална стойност на изходния сигнал на електромагнитно устройство. Алгоритъмът може да бъде прилаган и при решаване на подобни задачи и за други видове физически полета от областта на: механиката (напр.обработката на инструменти), разпределението на температурните полета напр. концентрацията на зададена температура в определена област и др. Предложен е и алгоритъм за определяне на оптималната работна или наблюдавана област на електротехническо устройство, който може да бъде прилаган и при решаване на задачи в областта на други физически полета.

5. Научните или научно-приложните приноси на дисертационния труд

Най-общо съм съгласен с формулираните приноси от докторанта, които могат да бъдат класифицирани като научни и научно-приложни. Те са обобщени в последната глава на дисертационния труд. Това обобщение е направено във връзка с поставените задачи в дисертацията. Считам, че формулираните приноси показват, че поставените задачи са изпълнени. Този подход за представяне на приносите е много удачен, защото свързва формулираната цел и задачи на дисертационната работа с постигнатите резултати.

Научни приноси са аналитично изведените входно-изходни връзки между външния възбудител и обусловената от него реакция при поляризационен преобразувател (магнитоелектричен, електромагнитен) и формулираната и решена обратна полева задача за хомогенизиране на електрическото поле в

диелектрика на магнитоелектричен пробразувател, както и аналитично изведените необходими условия за създаването на оптимална геометрия и разположение на структурираните електроди в работната област на разходомера.

Научно-приложните приноси са свързани с формулирания и разработен числен модел на електромагнитен преобразувател на базата на: модифицирано уравнение, дефиниращо връзките между полетата в диелектрика при уточнени гранични условия и разработена числена процедура по МКЕ, както и изследването на влиянието на редица фактори, влияещи върху нормалното функциониране на електромагнитните разходомери за диелектрични течности. Научно-приложни приноси са и предложените и приложени за изследване два алгоритъма за оптимизация с цел определяне на оптималното разпределение на възбудително магнитно или електрическо поле, което гарантира оптимална стойност на изходния сигнал на електромагнитното устройство, както и алгоритъм, с който може да бъде определена оптималната конфигурация на работната (или наблюдаваната) област на изследваното електротехническо устройство.

6. Оценка на степента на лично участие на дисертанта в приносите

За степента на лично участие на докторанта може да се съди от неговите публикации и от представянето на решенията в дисертационния труд задачи. Три от публикациите по дисертацията са самостоятелни, а останалите са в съавторство, като в 4 от шестте колективни публикации той е първи автор.

Това ми дава основание да считам, че докторантът е детайлно запознат със същността на дискутираните в дисертацията проблеми и личното му участие в приносите свързани с дисертацията е несъмнено.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд: брой, характер на изданията, в които са отпечатани

Общият брой на публикациите по дисертацията е 9. Три самостоятелни доклада са представени и публикувани на конференции в България. Пет доклада в съавторство са представени и публикувани на конференции в чужбина. Един доклад в съавторство е представен на конференция в България и е под печат. В четири от докладите в съавторство, дисертантът е първи автор.

Въз основа на това считам, че посочените в дисертационния труд резултати са достояние на широк кръг от научно-техническата общественост, работеща в дискутираната в дисертационния труд област.

8. Използване на резултатите от дисертационния труд в научната и социалната практика

Няма приложени документи за внедряване на приносите от дисертационния труд. Няма и практически разработки свързани с дисертационната работа. Това е основен недостатък на работата. В същото време разработените аналитични и числени модели на поляризационни преобразуватели, може да послужат като база за допълнителни практически изследвания и анализи. Предложените в работата алгоритми за решаване на

обратни задачи в областта на електромагнитното поле може да бъдат приложени и при други физически полета от областта на механиката, разпределението на температурни полета и др.

9. Мотивирани препоръки за бъдещо използване на научните и научно-приложните приноси: какво и къде да се внедри

Като се отчете важността на разглежданите проблеми за индустрията както и представянето им на научни форуми в страната, считам че приносите в дисертацията могат да бъдат използвани в следващи изследвания и разработки свързани с моделирането и проектирането на нови поляризационни преобразуватели.

Предложените алгоритми за решаване на обратни задачи в областта на електромагнитното поле може да бъдат използвани както в инженерната практика, така и в учебния процес.

Не на последно място ще препоръчам изследванията да бъдат обобщени като монография, където учебно-методичното представяне на проблема, ще помогне на бъдещи и настоящи инженери и научни работници да се запознаят в детайли с разглежданата тематика.

10. Оценка на автореферата на дисертационната работа

Авторефератът на дисертацията отговаря на изискванията. Той представя и отразява точно и основните положения, резултатите и приносите на дисертационния труд.

11. Критични бележки по дисертацията, включително и по литературната осведоменост на кандидата

- Основен недостатък на дисертацията е, че липсват реални експерименти за потвърждаване на резултатите. Например в глава 2 е даден само числен пример за потвърждаване на необходимите условия за създаването на оптимална геометрия и разположение на структурираните електроди, които гарантират създаването на необходимото еднородно възбудително електрическо поле в работната област на разходомера. Няма потвърждение на предложената аналитична зависимост на възбудения магнитен поток от средната скорост на движещия се флуид, неговите диелектрични характеристики и от геометричните параметри на разходомера.
- На стр. 82 в Глава 3 се твърди: „При теоретичния анализ на поляризационния преобразувател се правят следните ограничения”. Не е дискутирано обаче могат да се осигуряват на практика условията за действие на ограниченията (пренебрегвания, равномерност на полето, константни параметри и др.
- На горното място се твърди, че „при изследването се счита, че поляризационният преобразувател включва несвиваема диелектрична течност, т.е. изменението на плътността от температурата не се отчита”. Не е коментирано доколко това ограничение е допустимо при изследване на реални преобразуватели?

- В Глава 4 са дадени съпоставки и проверки на някои аналитични резултати и резултати получени с числено моделиране с метода с крайните елементи. Например на стр. 123 се твърди „Представено е изследване на поляризационен магнитоелектричен разходомер, при което с използването на числена процедура по МКЕ се ...”. На това място не е уточнено с кой продукт са направени изследванията. На стр. 128 обаче, коректно се споменава „Проблемът се решава с използването на МКЕ и софтуерния пакет (Quick Field, версия 6)”.
- Липсва проверка на резултатите с реален експеримент с реален преобразувател. Изискванията за такова изследване не са толкова сериозни. Те могат да бъдат направени на различни места в България, вкл. в специализирани лаборатории и в някои лаборатории в университетите в България.
- На стр. 142 се твърди “На базата на проведените изследвания и получените резултати може да се приеме, че уточнените в уводната част на представения дисертационен труд задачи са изпълнени”. В случая авторът трябва да представи приносите си, а на тяхна база, рецензентите преценяват дали задачите свързани с дисертационния труд или по-точно, чрез които се реализира целта на дисертационния труд, са изпълнени.
- В ръкописа има някои неточности, граматически, стилови и редакционни грешки и др., които лесно могат да бъдат отстранени като напр.:
 - не е описан къде е представен доклад номер 3, който е на CD (предполагам че е на ISTET 2013 в Пилзен).
 - много символи са с различна големина в текста и формулите
 - и др.

12. Други въпроси, по които рецензентът счита, че следва да вземе отношение

Не познавам лично кандидата. През месец Май на 2017 г. изготвих мнение на получения предварителния ръкопис на дисертацията. Почти всички от забележките описани в мнението ми за предварителния ръкопис са отразени в окончателния вариант на дисертационния труд. Дисертацията е написана по-подредено и предварителният ръкопис е редактиран стилово.

13. Заключение с ясно становище да се даде или не научна степен

По начина на разработване, структура и обем, по съдържание и постигнати резултати, представеният дисертационен труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в ТУ-Варна, което е основание да предложи на научното жури да присъди на маг. инж. Андрей Димитров Андреев научната степен “**доктор**”.

Дата: 30.09.2017
гр. София

Член на журито:
/ проф. д-р В. Младенов /