

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на научна степен „доктор”

Автор на дисертационния труд: **маг. инж. Татяна Маринова Димова**
Тема на дисертационния труд: **„Моделиране на сепаратори с постоянни магнити”**

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

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

Магнитната сепарация се характеризира с висока производителност при нисък разход на енергия може да бъде управлявана сравнително лесно и съответно да се автоматизира и интегрира в технологичната схема на преработка. Методът е слабо зависим от условията на околната среда, не изисква специална преработка на материалите, безреагентен е и екологично чист. Сепараторите с постоянни магнити се предпочитат поради високата си ефективност, тъй като постоянните магнити осигуряват непрекъснатост на магнитното поле във времето и пространството. При магнитната сепарация се постига не само отделяне на ферромагнитните примеси, които са нежелан компонент в много технологични процеси, но и предотвратяване на повреди на технологичното обзавеждане. Това е свързано със съществени икономии от поддръжка на технологичното оборудване и повишаване качеството на крайните продукти. Всичко това обуславя актуалността на изследванията свързани с моделирането на сепараторите с постоянни магнити и съответно на дисертационната работа.

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

В процеса на формулиране на целите на научните изследвания, в първа глава на дисертационния труд авторката е представила обстойно в 122 научни публикации (50 на кирилица и 72 на латиница) текущото състояние и проблемите свързани с магнитната сепарация. Направен е обзор на методите и средствата за моделиране на сепараторите с постоянни магнити и са формулирани някои изводи, свързани с целта и задачите на дисертационната работа. Това 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 на моделите на сепараторите с постоянни магнити са статистически регресионен анализ и метод с крайните елементи. Същевременно са използвани и съвременни среди за симулация и моделиране като програмния пакет FEMM. Използвани са и физически експерименти с реални сепаратори в работни условия.

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

Изследванията в дисертацията са насочени към изучаване на възможностите за моделиране на сепаратори с постоянни магнити. Целта е да се оценят възможностите за повишаване степента на почистване, чрез определена конфигурация на магнитната система, която да гарантира подходящо разпределение на полето, осигуряващо максимална степен на почистване. Това е постигнато чрез разглеждането на различни варианти на разположение на постоянните магнити в магнитния филтър, включително със и без концентратори от немагнитен и феромагнитен материал, чрез които генерираното неравномерно поле се получава с такъв характер и големина, че се постига максимална степен на почистване. Ръкописът съдържа 148 страници и е оформен в пет глави, увод, заключение, списък на използвана литература и приложения. Отделно са изведени и приносите в дисертационния труд.

В първа глава е направена класификация на методите за магнитна сепарация на материали от електротехническата и хранителновкусовата промишленост. Подробно са разгледани основните типове магнитни сепаратори и е дискутирана областта на приложение на магнитната сепарация с постоянни магнити, както и основните изисквания към качеството на сепариране. Разгледани са и някои видове сепаратори с постоянни магнити, методи и програмни продукти за анализ и моделиране на разпределението на магнитното поле и технологичните процеси при сепариране с постоянни магнити.

Въз основа на изводите от литературния обзор е формулирана целта на дисертационната работа и съответните задачи за нейното постигане. Основната цел на дисертационната работа е свързана с подобряване на резултатите от технологичните процеси на сепарация и почистване на насипни продукти чрез създаване и приложение на математични модели на сепаратори с постоянни магнити и на реализирани с тях технологии с предварително зададени параметри. За тази цел са конкретизирани пет задачи свързани с експлоатационните и технологични фактори, влияещи върху технологичния процес на сепариране с постоянни магнити, експериментално и теоретично определяне на картината на разпределение на магнитното поле в различни конструкции на сепаратори с постоянни магнити, моделиране на технологичния процес на сепариране с постоянни магнити, разработка и приложение на алгоритъм за повишаване на ефективността на процеса на сепариране и изследване влиянието на технологичните параметри върху процесите на сепариране с постоянни магнити.

Във втора глава е разгледан проблема за експерименталното определяне на факторите, които влияят върху технологичния процес на сепариране с постоянни магнити. Разгледано е определянето на критерии за избор на конструкция за магнитна сепарация, теоретичното и експериментално определяне на факторите, влияещи върху технологичния процес на сепариране, както и обработката на резултатите от изследванията. В тази връзка е направен анализ на влиянието на изследваните фактори. Приложен е математически модел на многофакторен регресионен анализ (многофакторен модел на влиянието на 5 параметъра) и в заключение са направени изводи от изследванията в главата.

В трета глава е посветена на експериментално и теоретично изследване на картината на магнитното поле на разгледания във втора глава сепаратор. Първоначално картината на разпределение на магнитното поле на сепаратора с постоянни магнити е изследвана експериментално чрез измерване на индукцията в определени точки от системата на сепаратора. След това е направено и компютърно моделиране и е визуализирана картината на магнитното поле в напречно сечение на магнитната система. Моделирането е извършено с програмния пакет FEMM, който използва метода с крайни елементи. Получено е добро съвпадение на резултатите от измерването и от компютърното моделиране. По-нататък в същата глава е направено експериментално изследване и математично моделиране на магнитното поле на сепаратор тип MCR5. Направени са изследвания при различен брой магнити с въздушни междини немагнитен материал. В резултат на разглежданията са формулирани изводите от изследванията в главата. Създаденият 2D модел позволява да се извърши предварителна оценка на магнитното поле, да се оцени разпределението му във вътрешността на сепаратора и същото да се изследва при различни конфигурации на магнитния филтър. Предложен е вариант на магнитната система с използване на феромагнитни концентратори и въздушни междини, с което се постига повишаване на магнитната сила в средния участък на магнитния филтър.

В четвърта глава е разгледано моделирането на технологичния процес на сепариране с постоянни магнити. Изследвано е влиянието на технологичните параметри на процеса на сепариране с постоянни магнити на органичен продукт. Разгледани са различните етапи на процеса и факторите, които му влияят. В резултат е представен алгоритъм за настройка на технологичния цикъл за оптимален резултат при сепариране на крайния продукт. Алгоритъмът е приложен при технологичен процес на сепариране със сепаратор от решетъчен тип с лабиринтно разположение на постоянните магнити. В края на главата са направени изводи свързани с предложеният алгоритъм за повишаване ефективността на магнитно сепариране с постоянни магнити.

Последната пета глава от дисертацията е посветена на изследване на влиянието на технологичните параметри върху процесите на сепариране с постоянни магнити. Направена е съпоставка на изследваните технологични и конструктивни параметри. По-нататък е моделиран технологичния процес на сепариране с постоянни магнити на различни обекти. В изводите е подчертано, че предложените аналитични зависимости позволяват да се определи магнитната сила чрез отчитане на параметрите оказващи влияние при конкретна задача или конструкция и същевременно да се проследят по-съществени – диаметър на корпус, скорост на движение на материала, дебелина на слоя обработван продукт и др. Също така е подчертано, че обобщаващите признаци, чрез които се изпълнява създадената процедура за моделиране и анализ на процеса на сепарация с постоянни магнити са: степен на почистване, магнитна индукция, магнитна сила, концентрация на феромагнитните включения, брой сепарации, температура и влажност на обработвания продукт.

5. Научните или научно-приложните приноси на дисертационния труд

Най-общо приносите в работата може да бъдат обобщени като създаване на модели на процеса на сепариране с постоянни магнити, като в

среда на FEMM са предложени и модели на магнитната система на някои промишлени сепаратори. В резултат са изследвани факторите, които влияят на процеса и оптималните конфигурации осигуряващи най-добро сепариране. Най-общо приемам представените от автора приносите в дисертационния труд и ги класифицирам като научно приложни и приложни.

Научно-приложните приноси са свързани с е определената картина на разпределение на магнитното поле в различни конструкции на сепаратори с постоянни магнити, както и предложени са 2D модели на системи от постоянни магнити, показващи картината на разпределение на магнитното поле в магнитния сепаратор. Същевременно е извършен и анализ на влиянието на геометрията на магнитната система и характеристиките на обработвания продукт върху технологичния процес на сепарация с постоянни магнити. Определени са факторите, влияещи върху технологичния процес на сепариране с постоянни магнити за различни обекти, например магнезиев оксид, кварцов пясък, керамична смес и други. Моделиран е технологичния процес на сепариране с постоянни магнити на различни обекти. Резултатите от моделирането са синтезирани чрез извеждане на обобщено уравнение за описание на процеса на сепарация с постоянни магнити с цел настройка на влияещите фактори. Предложен е вариант на магнитната система на сепаратор с използване на феромагнитни концентратори и въздушни междини, с което се постига повишаване на магнитната сила в средния участък на магнитния филтър на сепаратора. Предложен е алгоритъм за повишаване ефективността на магнитното сепариране с постоянни магнити, който позволява постигането на по-високи технологични резултати, намаляване разхода на енергия и по-рационално разположение на оборудването при сепарация. Моделиран е и процеса на сепарация с постоянни магнити.

Приложните приноси са свързани с приложението на резултатите от проведените изследвания във фирма "Елика-Елеватор" ООД – гр. Силистра – производител на магнитни сепаратори. Разработените модели на реални сепариращи апарати позволяват да се прецени предварително степента на очистване при конкретен технологичен режим, което е съществен принос в практиката, защото усъвършенства проектирането на магнитни сепаратори, например произвежданите от фирмата магнитни сепаратори тип MCR 5. Предложената в дисертацията методика помага успешно да се оптимизира технологичния процес на очистване, особено при обработката на продукти от биологичен характер, каквито са слънчогледовите семена.

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

За степента на лично участие на докторантката може да се съди от нейните публикации и от представянето на решенията в дисертационния труд задачи. Една от публикациите по дисертацията е самостоятелни а останалите са в съавторство, като във всички публикации тя е първи автор.

Това ми дава основание да считам, че докторантката е детайлно запозната със същността на дискутираните в дисертацията проблеми и личното 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 6. Една е в годишника на ТУ-Варна, а останалите са на конференции в страната. Една от статиите е

цитирана. 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. Приложен е документ от фирма „Елика Елеватор” ООД, в който фирмата потвърждава полезността на дисертационната работа. Фирмата подчертава, че с помощта на разработените в дисертацията модели може предварително да се прецени степента на очистване, което потвърждава, че изследванията в работата на инж. Татяна Димова са полезни за индустрията и социалната практика.

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

Като се отчете важноста 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 на сепаратори с постоянни магнити. Разглежданите модели може да бъдат използвани при проектиране на сепаратори, както и в учебния процес.

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

- Във въведението е обобщено, че „Изследванията в настоящата работа са насочени към изучаване на възможностите за моделиране на сепаратори с постоянни магнити. Главната цел е да се оценят възможностите за повишаване степента на очистване, чрез определена конфигурация на магнитната система, която да гарантира такова разпределение на полето, осигуряващо максимална степен на очистване“ На края на първа глава обаче се казва, че целта на дисертацията е малко по-друга „Подобряване на резултатите от технологичните процеси на сепарация и очистване на насипни продукти чрез създаване и приложение на математични модели на сепаратори с постоянни магнити и на реализирани с тях технологии с предварително зададени параметри“. Целта би трябвало да се прецизира и да бъде една и съща.
- При задачата за постигане на целта „Експериментално определяне на експлоатационните и технологични фактори, влияещи върху технологичния процес на сепариране с постоянни магнити за различни обекти от електротехническата и стъklarска промишленост ...“, би трябвало да се конкретизират обектите и условията при които ще се провежда сепарирането.

- При втората задача за „Експериментално и теоретично определяне на картината на разпределение на магнитното поле в различни конструкции на сепаратори с постоянни магнити. Анализ на влиянието на геометрията на магнитната система и характеристиките на обработвания продукт, върху технологичния процес на сепарация с постоянни магнити”, също би трябвало да се конкретизира за какви конструкции ще се прави определянето на картината на полето.
- Третата задача за постигане на целта на дисертацията „Моделиране на технологичния процес на сепариране с постоянни магнити на различни обекти. Анализ и настройка на факторите, които влияят върху процеса на сепариране с цел извеждане на обобщено уравнение за описание на процеса на сепарация с постоянни магнити” също е дадена общо, без да са конкретизирани обектите.
- При четвъртата задача за постигане на целта на дисертацията „Моделиране на технологичния процес на сепариране с постоянни магнити, разработка и приложение на алгоритъм за повишаване на ефективността на процеса на сепариране с постоянни магнити, изразяващо се в пълно очистване при минимален брой работни цикли ...” се говори за технологичен процес на сепариране изобщо, без да се конкретизират условията за развитие на процеса, който ще бъде разглеждан.
- Петата задача за постигане на целта на дисертацията „Изследване влиянието на технологичните параметри върху процесите на сепариране с постоянни магнити.” също е формулирана прекалено общо, без да се конкретизира за какви процеси и параметри ще се прави изследване. Трябва да се има предвид, че задачите свързани с целта на дисертационната работа трябва да са по-конкретни. Те определят при какви условия ще се правят изследванията в работата и оттам какви претенции за приноси ще има.
- В параграф 2.2 „Теоретично определяне на факторите, влияещи върху технологичния процес на сепариране” се говори за различни параметри, като параметри свързани с вида, характера и магнитната проницаемост, параметри свързани с вида и свойствата на обработвания продукт и др. Не е ясно обаче как се определят „теоретично” факторите. Има ли някаква теория кои параметри са фактори или просто са подбрани част от тях, както е казано в края на параграфа „Поради големия брой параметри, които оказват влияние в процеса на сепариране, изследванията се ограничават върху технологичните фактори, които са най-съществени, включват в себе си част от останалите параметри и не на последно място - конструкцията позволява тяхното регулиране”. В този случай би трябвало да се прецизира заглавието на параграфа.
- Измервателните позиции от G1, G2, G3, M4, D5, D6 и D7 както и редовете на постоянните магнити h1, h2 и h3 при експерименталното изследване описано в параграф 3.1 би трябвало да се визуализират чрез подходяща фигура за да стане по-ясна цялата конфигурация.
- В глава 3 на няколко пъти има анализ на получените резултати. Хубаво е да има общ анализ на резултатите.
- В параграф 3.3.5 Оценка за адекватност на модела се твърди, че „Моделът е проверен за адекватност и е достоверен, т.к. е установена

грешка между модел-експеримент под 10%“, без да се казва как и къде е установена тази грешка.

- В 3.4.1 се твърди, че „На фиг. 3.58 и фиг. 59 са представени за относителната степен на извличане и остатъчно съдържание на феромагнитни частици“, докато самите фигури (не фиг. 59 а фиг. 3.59) са за стойности на магнитната сила в зависимост от поредността (фиг. 3.58) и местоположението (фиг. 3.59) на частицата.
- Според докторантката целта на изследване в глава 4 „Моделиране на технологичния процес на сепариране с постоянни магнити“, е „разработване и прилагане на алгоритъм за повишаване на ефективността на процеса на сепариране с постоянни магнити...“. Алгоритъмът е описан с блок-схемата от фиг. 4.4. Решаваната задача, представена на стр. 107-108 е задача за оптимизация с ограничения и за такъв тип задачи има множество известни ефективни методи за решение. От блок схемата на алгоритъма става ясно, че се осъществява случайно търсене, докато се удовлетворят критериите за оптималност. При приложението на алгоритъма не се вижда ясно намереното решение на разглежданата задача, а именно оптималните: температура, времетраене на смилане и големина на магнитната индукция и при които е постигнато максимално очистване. Същевременно резултатите не са съпоставени с резултати получени по други методи.
- Не са свързани достатъчно добре глава 2 и глава 4. По същество в глава 4 се използват резултатите от глава 2 за влиянието на различните фактори върху сепарирането при формиране на целевата функция на оптимизационната задача.
- В изводите от глава 4, е пресилено да се твърди че има предложен алгоритъм. Както беше отбелязано става въпрос за известен подход за търсене в допустимата област. По-скоро авторски принос би бил формулирането на задачата, формирането на целевата функция и ограниченията и в този смисъл свеждане на проблема до известна задача от математиката.
- Формулите от (5.1) до (5.5) са направени за случай, който не е визуализиран със съответна фигура и не са нанесени съответни означения. Поради това трудно могат да бъдат оценявани. Също така не е ясно как е къде в проектирането са използвани тези зависимости.
- В изложението в глава 5, стр. 121 се твърди „Ако се сравнят двата типа сепаратори разгледани в глави втора и трета, ще отчетем, че при извличане на тела е необходима по-малка магнитна сила от тази за масово използваните барабанни и окачени“. Не е ясно на каква база и как са сравнени сепараторите.
- От текста на дисертацията не следва, че резултатите от проведените изследвания са приложени от фирма "Елика-Елеватор" ООД – гр. Силистра. Това би трябвало да бъде подчертано, когато са разглеждани конкретните сепаратори.
- В работата има множество неточности, повторения, неправилен български и др., които лесно могат да бъдат отстранени като напр.:
 - Например: на стр. 25 два пъти е писано за аналитични методи, без да се прави уточнение.

- На стр. 49 е отбелязано „Броят на паралелните опити, със съответните количества замърсяване е три (y_1 , y_2 и y_3)”, т.е. опитите са y_1 , y_2 , y_3 , докато по-горе е написано, e и u е изходен параметър.
- Не е удачно 2.5 да бъде „Математичен модел на процеса на магнитна сепарация с увеличен брой параметри“. В 2.5 се изследва многофакторен модел на влиянието на 5 параметъра.
- Някои фигури не са цитирани в текста на дисертацията като напр. фиг. 3.26 и 3.28 и др.
- В параграф 5.2 се говори за сепариране, без да се конкретизира случая и сепаратора, които се разглеждат.
- На стр. 110, предпоследен ред, не е указано за коя точно таблица става дума.
- В текста на глава 5, стр. 113 се твърди, че „Дебелината на обработвания слой материал, се контролира на входа на сепарацията апарат в определени граници посочени в табл.2.1. от глава втора“. Обаче Табл. 2.1 от втора глава е за кодиране на факторите.
- Таблицы 3, 4 и 5 не са цитирани в текста на дисертацията.
- В дисертацията са дадени 6 публикации на автора във връзка с дисертацията, докато в автореферата са дадени 7.
- Страниците са именувани като листа и много други.

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

Не познавам лично кандидата. През есента на 2015 г. получих предварителен ръкопис на дисертацията за мнение. Много от забележките от мнението ми за предварителния ръкопис са отразени в окончателния вариант на ръкописа. Дисертацията е написана по-подредено и предварителният ръкопис е редактиран стилово. Добавено е и общо заключение на дисертацията, където са обобщени и систематизирани най-важните приноси.

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. Татяна Маринова Димова научната степен **„доктор“**.

Дата: 10.01.2016
гр. София

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