

РЕЦЕНЗИЯ

относно дисертационния труд за придобиване на образователната и научна степен “доктор” по научната специалност 5.9. Металургия (Металургична топлотехника) на инж. Мария Красиминова Иванова от ХТМУ – София

Рецензент : проф. д-н Цоло Вълков Рашев

1.Кратки биографични данни

Инж. Мария Красиминова Иванова е родена на 16.11.1979 г. в София. През 1999 – 2003 г. завършва ХТМУ, специалност - металургия със специализация Физична металургия и Топлинни агрегати, 2001 – 2003 – специалност Промислена екология, а 2005 – 2009 - магистратура по специалността Металургия, специализация : Физична металургия и Топлинни агрегати. През 2004 – 2010 , пак в ХТМУ, е докторант към катедра Физична металургия и Топлинни агрегати.

Научните интереси са в областта на физичната металургия, топлинните агрегати и екологията.

Дисертационният труд е от 151 страници и отделно 27 стр. приложения от фото и таблици.

2. Преглед на дисертационния труд и анализ на резултатите

Основната цел на дисертационния труд е изследване на възможностите за повишаване на енергийната ефективност на агрегатите в черната металургия. Анализът на данните по агрегати основателно насочват дисертантката към изследване на процесите на охлаждане и температурното състояние на стоманата при непрекъснато разливане, транспортирането на летите блокове и преддеформационното нагряване. Към това направление води както определящото значение на непрекъснатото разливане на стоманата и синергията на работата с нагревателните пещи преди валцуването , така също и относителната новизна на Машините за непрекъснато разливане на стомана – МНРС.Трябва да отбележа, че България беше една

от последните страни в Европа по отношение на относителния дял на непрекъснато разливане на стомана.

В избраното направление икономията на енергия се основава главно на повишаване температурата на зареждания метал в нагревателните пещи и отпадането на междинното нагриване, т. н. “непрекъсната технология”, “директно валцуване” или “горещо зареждане”.

Това направление изисква данни за температурното поле и средната температура на блоковете по целия цикъл на производството, както и съгласуване на процесите от получаването на стоманата до валцуването. Докторантката добре е разбрала, че реализацията на тази висока технология е възможна само при наличие на съвременна система за управление, задължително включваща: съвременен планиране, детайлни времеви графици на операциите и всеобхватна система за записване на температурата на всеки блок по отделно. Основното изискване за съвременните нагревателни пещи е прилагането на компютърна система за управление, която по литературни данни намалява разхода на гориво с 12 – 14 %.

Ефективността от мероприятията за намаляване разхода на енергия за нагриване на непрекъснато лятите блокове в нагревателните пещи (т.е. за увеличаване температурата на зареждане) се оценява от дисертантката на база резултатите от симулационни изследвания. Тези резултати се получават с числената реализация на алгоритъм, който включва три математични модула, описващи топлообмена при:

- **непрекъснатото разливане на стоманата.** Моделът работи, с определяне на параметрите, осигуряващи блокове без дефекти.
- **охлаждането на блоковете** в зависимост от графика и вида на операциите за транспортиране на блоковете до нагревателните пещи. Отчитат се и всички възможни престои по тракта и в прокатните цехове.
- **топлообмена и нагриването в преддеформационните пещи.**

Гъвкаво и точно да се отчитат различните топлинни състояния на блоковете при входа на пещта.

Естествено, дисертантката е разработила обобщен алгоритъм за ефективното управление на целия технологичен процес с on-line процедури, който да работи в реално време при отчитане температурното състояние на всеки блок по отделно, в зависимост от многообразните условия на производството и технологията на отделните агрегати.

Високо ценя решението на дисертантката да ползва конструктивните параметри и технологичните особености на реални и работещи промишлени агрегати.

Въз основа на гореизложеното целта на дисертационния труд окончателно е формулирана (стр. 22) като “Изследване на възможностите за енергийна ефективност на агрегатите от черната металургия при интегриране на процесите и внедряване на технологията “горещо зареждане”.

Приемам така конкретизираната цел на дисертационния труд, защото тя е резултат от задълбочения анализ на енергийната ефективност на агрегатите в черната металургия. Анализът доказва, че най-мощно проблемът стои при непрекъснатото разливане на стоманата. На второ място по ред, но фактически на първо място по научно значение, е относителната новизна на непрекъснатото разливане на стоманата в развитието на нашата черна металургия.

Още в началото на рецензията искам да отбележа, че и по тесно формулираната цел на дисертацията по своя обхват, сложност и същност изглежда като голяма цел за малка докторска (дисертация).

Математическото моделиране на процесите на кристализация при непрекъснато разливане на стомана е съвкупно разгледан като едновременно протичане на сложни топлинни и дифузионни процеси, които изискват решаване на сложна система от уравнения. Това обяснява защо този подход рядко се прилага от практиците в заводите и защо те използват опростени варианти. Изследването на условията за формиране на непрекъснат блок и управление на качеството му дисертантката провежда с моделиране при съвместно решаване на всички описващи зависимости (температурно поле, кристализация, напрегнато – деформационно състояние). Естествено, целта е да се осигури и бездефектност на продукцията, и безаварийност.

Проблемът с дефектите все още присъства в практиката, особено при преход към нова марка стомана или към нов профилоразмер на блока. За информация ще съобщя, че в САЩ в момента се ползват 2 845 марки стомана.

Отправна позиция на настоящето изследване е дисертационния труд на доц. Е. Михайлов, който третира фундаменталните топлотехнически и технологични проблеми при непрекъснатото разливане на стомана (имах възможността да се запозная с дисертацията като негов рецензент, която тогава оцених високо). Вярно е, но 1996 г. беше доста отдавна, а и целите на настоящата дисертация са по – обемисти и съвсем конкретни. Дисертантката трябваше прецизно да определи интензитета на охлаждане и свързаните с него коефициенти на топлопредаване по цялата повърхност на блока (по дължина и ширина). Дисертантката е направила много обстоен и професионален обзор на литературата. Обхванала е 170 източника, като над 90 н% от тях са на латиница. От България са само два източника – упоменатата дисертация на доц. Е. Михайлов и негова статия в съавторство с В.Тодоров, В.Петков и Н.Лингорски. Този факт, за съжаление, отразява реално относителното тегло на българския принос в тази много важна световна проблематика.

Избраният от дисертантката подход е позволил да обхване състоянието на проблемите и професионално да определи целите и подцелите на своя труд. Същият подход я е насочил към събирането на много обширна база данни (фактически и пресметнати) за топлинното състояние на блоковете и температурното поле на всеки блок от МНРС до нагревателните пещи, в т.ч. при различни видове транспортни операции, отчитане на специфичното му разположение при нареждането на блоковете един върху друг при товарене и разтоварване и прочее. При това се отчитат и възможните конкретни ситуации на организация, престой, пренареждане при претоварването в ж.п. вагони, топлоизолационното състояние на возилата, пренареждането при разтоварване в складовете пред нагревателните пещи.....

На тази база инж. Иванова отчита количествено топлообменните процеси на блоковете по време на транспорта им

и получава възможност да определя тяхното топлинно състояние и температурно поле пред входа на нагревателните пещи.

По отношение на моделирането на топлообмена при преддеформационното нагриване е добре известно, че инженерните разработки не описват добре явленията. Практиката е многообразна, конкретна и високо взискателна и затова е нужен високо ерудиран и научен комплексен подход. Направеният изчерпателен анализ на публикуваните модели показва, че има отделни програмни пакети, обаче, не се публикуват детайлите при съставянето на моделите, техната програмна реализация, ефективност на съставните части и прочее. Те не се публикуват, а се продават като Ноу – Хау. Пазарните програмни продукти са доста скъпи и се продават с гаранция само, ако, са затворен тип, т.е. не позволяват допълнителни промени. Ето защо се налага разработването на собствен математичен модел, отчитащ както конкретната обстановка в завода, така и съвременните достижения.

Моделът, естествено, изисква съответните гранични условия (температурните и концентрационни полета за даден момент, параметри на вдухваните въздух и газ, радиационен обмен, температурни полета в блока и зидарията ,.....).

Така създадения математичен модел може да се ползва за определяне на температурния режим при равномерен темп на валцуване, а така също и в on-line режим за установяване на минималния разход на гориво при променлив темп на валцуване и различни температури на зарежданата стомана

Инж. Иванова е провела числено изследване на охлаждането на стоманата в процеса на непрекъснатото отливане на блуми като конструктивните особености са на реална машина в страната. Обаче, почти паралелно, е проведен и промишлен експеримент за настройване и адаптация на модела . Проведени са съответните замервания на температури, дебит на охлаждащата вода в отделните зони на непрекъснатия блок, температура на разливаната стомана , непрекъснато измерване температурата на блока в областта под бункера. Измерените и предсказани по модела стойности имат добро съвпадение (фиг. 3.1.1.2), което потвърждава адекватността на математичния модел.

Между другото , на фиг. 3.1.1.3. се вижда нарушение – блумата излиза от зоната на вторично охлаждане с повишение на температурата от 50°C , което е горната гранична стойност за потенциална опасност от пукнатини или пробив на течната стомана..... Нищо лошо ,обаче, не се е случило.

Важно е да отбележим , че въпреки много трудните условия на производствения експеримент инж. Иванова е успяла да събере необходимия набор данни, да провери своите модели и ,което е много важно, да направи редица корекции относно режимите на охлаждане, в зоните , директно охлаждани от водни струи (табл.3.1.1.4.).

Като резултат от изследването е установена и максимално допустимата скорост на разливане на стоманата за конкретната конструкция - 1 м/мин. Това е основен репер в технологията. Този репер предопределя максимално възможното топлосъдържание на стоманата в блока – 795 kJ/kg. , което съставлява 59 % от началното топлосъдържание на стоманата, приложимо за дадената МНРС, марка стомана и размер на блумата. По такъв начин този репер предопределя теоретично възможния таван на икономия на гориво в прокатните цехове на дадения завод. Подходът в решаването на дадената частна задача не е частен случай , а универсален метод, което е съществено.

Дисертантката е провела аналогично изследване и за плосък блок – сляба на МНРС в същия завод. И тук тя също е фиксирала технологично нарушение – 62°C прогряване вместо допустимите 50 , пак предпоставка за дефект или авария. Проведени са оптимизационни процедури за определяне площите на блока, които могат да бъдат директно охлаждани от водните струи , както и необходимите коефициенти на топлоотдаване , гарантиращи качество и безаварийност. Изводите и направените препоръки и корекции са аналогични с блумовия вариант.

Натурните изследвания на процесите на охлаждане и температурното състояние на стоманата при транспортирането на блоковете от МНРС до нагревателните пещи са дали количествената характеристика на цялата технологична верига и съставляват основата за обосновано провеждане на редица технически мероприятия за намаляване на престоите , изграждане на термоизолирани складове и др. Средното топлосъдържание на

блока е 394 кJ/kg. (едва 29 % от началното топлосъдържание), докато след термокамерата цифрите са съответно 584 кJ/kg. и 44% ! Това означава теоретично доказана 44% икономия на гориво в преддеформационните пещи. Получените цифри са недвусмислени . Те са конкретни и много значими за вземане на управленчески и инвестиционни решения от ръководството на завода.

За реализация на метода “МНРС – прокатен стан” (т.е. “горещо зареждане”) са проведени изследвания на зависимостта между температурата на заредената стомана, темпа на валцуване , разхода на гориво и окалинообразуването и така е направена количествена оценка на ефективността от разработената технология, по създадения математичен модел. Математичния модел отчита два режима с широки възможности – при равномерен темп на валцуване и в on – line режим при различни режими на валцуване и различни температури на заредените стоманени блокове. Резултатите представляват голям масив от информация, представени в таблици и приложения NN 2,3 и 4.

Анализът на получените резултати доказва (при производителност 150 т./час), че разходът на енергия може да бъде намален от 1985 кJ/kg при температура на зареждане 20⁰ С до 973 кJ/kg за 800⁰ С, което представлява 51 % икономия. Получени са резултати за няколко реперни тонажи при по - ниска производителност на нагревателните пещи. След адаптацията на получения математичен модел е доказана теоретичната възможност и за повишаване на производителността до 210 т. /час , т.е. увеличение с цели 40 %! Проблем, достоен и за голяма докторска дисертация.

Технологията “МНРС- прокатен стан” , естествено , не е идея на дисертантката. Но проведените от нея числени и натурни изследвания в дадения завод количествено доказват конкретната изгода от организирането на горещо зареждане и комплекса от мероприятия за нейната реализация. Дисертантката предоставя и необходимия инструментариум . Тя обединява в един общ алгоритъм създадените математични модели с техните изчислителни алгоритми . По такъв начин тя създава научната основа на технологията за управление на комплекса “МНРС – прокатен стан”, която динамично съгласува работата на

отделните агрегати в реално време. Това е логичния връх на тази много сложна, обемиста, трудоемка, полидисциплинарна и високо отговорна работа.

Накрая ще добавя само, че разработените модели и алгоритми са достатъчно универсални.

3. Оценка на съответствието между автореферата и дисертационния труд

Съответствието е добро.

4. Характеристика и оценка на приносите в дисертационния труд

Приносите имат научен, научно - приложен и приложен характер.

Научните приноси са породени от създадените математични модели, характеризиращи процесите на кристализация и охлаждане на двата типа машини за непрекъснато разливане на стомана (блумова и слябова), процесът на топлообмен при транспорта на метала до пещите за преддеформационно нагриване, гарантиращи получаването на качествен лист и сорт при минимален разход на електроенергия.

Научно – приложните и приложни приноси обхващат целия цикъл от МНРС до прокатните станове и съдържат ценна научна и практическа информация. Особено заслужава да отбележа достижението, че при реализация на комплексната разработка “МНРС – прокатен стан” топлосъдържанието на стоманените блокове се повишава с 58 – 59 %, а икономията на енергия достига 51%. Получените резултати от създадения общ математичен модел могат да бъдат използвани за предварителна икономическа оценка относно ефективността на технологията “горещо зареждане” при конкретните условия на завода.

Разработените модели могат да бъдат използвани също така и за анализи, и като симулатори за студенти, обучавани в тази област, а самата дисертация – като образец за оформяване на изследвания от студенти и аспиранти.

Като цяло, приносите отразяват достиженията на аспирантката. Формулирани са многословно, но по същество. Приемам ги.

Накрая считам да съобща моята лична преценка , че по задание и реализация този труд надхвърля рамките за докторска дисертация със създадените три математични модела. Освен това, заданието допълнително е удвоено по обем с изследване и на слябова машина, и то в производствени условия. Всичко това е извършено от една деликатна жена системно и професионално.

5. Мнение за публикациите на дисертанта по темата на дисертационния труд

В списъка са включени 7 научни труда, от които два броя публикувани в списания , и 5 доклада. Три от докладите (3,4 и 5) са в пълен текст.

Публикациите отразяват съществената част от дисертацията

6. Кратки бележки и коментари

Имам малко и несъществени критични бележки :

6.1. Непреведени текстове в някои фигури и таблици, например табл.3.1.1.2.

6.2. В приложение 1 няма надписи под фигурите.

6.3. Надписите на приложения 2,3 и 4 не сочат произхода на данните – дали са от пресмятания или от експерименти.

6.4. Номерата на таблиците и фигурите са направени по глави и раздели , което затруднява рецензирането.

6.5. На доста места в изложението не личи личния принос макар, че от наличната фактология следва такъв.

Дисертацията е написана ясно, точно, логично, граматично правилно.

Чувствам се приятно задължен да отбележа високото качество на визуализацията на данните, а визуализацията на топлинните процеси е цветна и много красива.

Възникнали са три въпроса:

1. Какви марки стомани са изследвани ?
2. Известно ли е, че заводът е закупил Ноу – Хау с доставката на машините?

3. Имате ли документи от завода за приетите корекции в технологията, за икономическия ефект?

7. Лични впечатления

Личните впечатления са малко – само от предварашита, но са благоприятни. Контактът ми като рецензент задълбочи и потвърди първоначалното ми благоприятно впечатление

8. Заключение

Дисертационния труд доказва, че инж. Мария Красимилова Иванова образователно и научно е оформен учен и затова моята оценка относно присъждането на образователната научна степен “доктор” е

НЕСЪМНЕНО ПОЛОЖИТЕЛНА.

24.08.2012

София

Подпис:

