

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен „доктор“ по професионално направление 5.6. „Материали и материалознание“, научна специалност 02.01.17 „Технологии, машини и системи за пластично деформиране“

Автор на дисертационния труд: маг. инж. Евгений Александрович Панин

Тема на дисертационния труд: „Разработка и исследование нового инновационного процесса „прокатка – прессование“ для получения ультрамелкозернистой структуры металла“

Рецензент: проф. д-р инж. Николай Николов Дюлгеров, член на научното жури, заповед Р-ОХ-296 от 24.07.2017г. на Ректора на ХТМУ -- София

1. Кратки биографични данни на докторанта

Маг. инж. Евгений Александрович Панин е завършил специалност „Пластична деформация“ в Карагандинския държавен индустриален университет (КДИУ), Казахстан. След защита на магистратурата става преподавател в катедра „Пластична деформация“ на университета. Води обучение на студентите като чете лекции и на английски език. Самият дисертационен труд е представен на руски и английски езици.

Професионалните и научни интереси на маг. инж. Панин са основно в областта на теорията и практиката на процеса на пластична обработка на метали и сплави. С негово съавторство са признати 4 патента на Казахстан, свързани с темата на дисертационния труд.

2. Преглед на дисертационния труд и анализ на резултатите

Основна цел на дисертационния труд е създаване и изследване на нов иновативен технологичен процес „валцуване – пресуване“ за получаване на ултрадребнозърнеста структура в обработваните метали.

В дисертационната работа са поставени за решаване следните основни задачи:

- Да се изследва теоретически съвместния процес на валцуване и пресуване с цел определяне кинематичните и енергосилови параметри на процеса.

- Да се създаде математически модел на течението на метала при изследвания нов процес.

- Да се разработи лабораторна установка за реализиране на процеса „валцуване – пресуване“ с възможност за тензометрично измерване на енергосиловите параметри на процеса.

- Да се изследват механичните свойства и микроструктурата на полуфабрикати от сплави Al6063 и M1 след съвместната обработка „валцуване – пресуване“ като се анализира влиянието на режимите на предварителната термообработка върху получената структура на обработения метал.

Дисертационния труд е изложен на 162 страници и съдържа 23 таблици и 99 фигури, повечето от които цветни. Цитираната литература съдържа 145 източника. Дисертационната работа е изложена в пет глави, изводи и заключение.

В Глава 1 е направен литературен анализ на проблема и са формулирани целите и задачите на дисертационния труд. Анализирани са основните методи за получаване заготовки със свръхдребнозърнеста структура.

Литературният обзор по изследваната тема е направен на базата на анализа на 145 източника, от които 60 на кирилица и 85 на латиница. Голяма част от източниците са от последните 10 години, което показва, че са анализирани най-новите и актуални достижения в областта на темата на дисертационния труд.

Анализът е направен изключително коректно и критично. Проследено е развитието на технологичните решения за получаване на заготовки със свръхдребнозърнеста структура. Подробният и задълбочен анализ е дал възможност на докторанта да формулира много добре основните цели и задачи на дисертационната работа.

В Глава 2 са направени теоретични пресмятания на изследвания процес „валцуване – равноканално ъглово пресуване“. Представен е и разработения от автора нов метод „валцуване – пресуване“, предимство на който в сравнение с познатите методи е премахването на ограничението за размера на изходните заготовки. Наличието на втора двойка валцовъчни валове след матрицата дава възможност за реализиране на непрекъснат диформационен процес.

В резултат на теоретичните пресмятания са разработени формули за аналитично пресмятане на силите в матрицата за равноканално ъглово пресуване с отчитане и на силите на триене при калибровани и гладки валове. При този подход е отчетена и геометрията на канала. Определен е оптималния ъгъл на клоновете на канала така, че да се обезпечи усилие на пресуване, което да е по-малко от усилието за валцуване, създавано от валците. В резултат на приетия подход е създадена програма в редактора „Excel“, която дава възможност да се определи оптималния ъгъл на канала за пресуване и да се построят графичните зависимости на силата за пресуване в зависимост от ъгъла на матрицата. Програмата дава възможност и за определяне на силата за валцуване в зависимост от големината на силата на притискане на валците.

Установено е, че използването на калибровани валци при едни и същи изходни данни позволява осъществяването на процеса „валцуване – пресуване“ с по-малък ъгъл на матрицата при значително по-малка сила на притискане на валците.

От проведения кинетичен анализ е установено, че за постигане на оптимална скорост на метала на изхода на матрицата ключов фактор се явява диаметъра на втората двойка валове, с варирането на който може да се достигне оптимална скорост на осъществяване на процеса „валцуване – пресуване“.

В Глава трета са дадени резултатите от компютърното моделиране на изследвания процес „валцуване – пресуване“ с използване на програмните комплекси „Deform“ и „Simufact“. Резултатите от това моделиране показват, че подбора на оптималните технологични и геометрични параметри на процеса имат решаващо значение за възможността за реализирането му. С помощта на програма, съставена в редактора „Excel“ са определени рационалните параметри (геометрични и технологични) за получаване на заготовки с правоъгълно и квадратно напречно сечение.

Влиянието на геометричните и технологичните параметри върху напрегнато-деформираното състояние на метала при процеса „валцуване – равноканално ъглово пресуване“ е изследвано на базата на модел за получаване на заготовка с напречно сечение 20x20 мм. Установено е, че предложената схема на деформиране обезпечавя намаляване на възникналите опънови напрежения и увеличаване на натисковите напрежения, което благоприятства формирането на свръхдребнозърнеста структура при интензивната пластична деформация.

В същата глава е поставена и задачата да се определи влиянието на всеки един от параметрите, определящи напрегнато-деформационните показатели на процеса. За тази цел авторът е построил още няколко модела, които се отличават от базовия модел само по изменението на един параметър. Допълнителните модели са построени при отчитане стойностите на следните параметри: температура на нагриване на заготовката 850°C и 550°C; ъгъл на каналите на матрицата 160°; коефициент на триене във валците 0,7; коефициент на триене в матрицата 0,05; дължина на първия канал в матрицата 80 мм и 60 мм.

В резултат на извършения анализ е установено, че факторите температура на нагриване и ъгъл на каналите на матрицата оказват съществено влияние върху натрупаната деформация и напрежението в обема на заготовката по време на процеса „валцуване – пресуване“, докато стойностите на коефициентите на триене и дължината на каналите на матрицата в приетите граници не влияят съществено върху параметрите на изследвания процес.

Ефективността от използването на хоризонтални и вертикални валци при осъществяването на предложения процес на деформация е оценена на

базата на изучаване напрегнато-деформационното състояние с използване коефициента на Лоде – Надаи. С помощта на този коефициент е направена оценка на това какъв тип деформация се реализира във всяка една точка. В резултат на този анализ е установено, че значението на еквивалентната деформация се повишава от $1,0 \div 1,2$ за хоризонталните валци до $1,1 \div 1,35$ за вертикалните валци.

В същата глава с използването на специална програма е изучено и изменението на микроструктурата по време на изследвания деформационен процес. Прието е, че изходната заготовка е със среден размер на зърната 40 мкм. При използване на хоризонтални валци след третия преход в повърхностната зона на крайната заготовка средния размер на зърната е 6 мкм, а в централната зона – 11 мкм. При използването на вертикални валци средния размер на зърната в повърхностната зона на крайната заготовка е 5 мкм, а в централната част – 8 мкм. Този резултат показва, че увеличаването на броя на преходите води както до намаляване средния размер на кристалографските зърна, така и до доближаване (изравняване) на размера им в повърхностната и централната част на крайната заготовка.

В Глава 4 е представена дейността по изпробване на експерименталната установка, създадена за реализирането на предложението от автора процес „валцуване – пресуване“. Установката е реализирана използвайки разработена за целта равноканална стъпкова матрица и комбинирането ѝ с два лабораторни прокатни стана ДУО-200 и ДУО-250. Изпробването на тази установка е извършено чрез деформиране на оловни образци, като е изследвано уширението на заготовките при използването на гладки валове. След обработване на резултатите е получена формула, даваща възможност за определяне уширението при процеса „валцуване – равноканално ъглово пресуване“.

Енергосиловите параметри на предложението процес са изследвани с помощта на тензометрични измервания. Те са показали, че резерва на якост на матрицата е достатъчен за реализиране на пресуването при пределни условия на деформация.

В настоящата глава са представени и резултатите от експерименти при деформиране на алуминиеви и медни образци. Измерени са усилията на валцуване и пресуване и е определено влиянието на вида деформиран материал върху стойността на измерените усилия и резерва от сили на триене.

В Глава 5 е изучено влиянието на предложената от автора технология върху еволюцията на структурата и механичните свойства на заготовки от алуминий и мед. За целта са използвани изходни заготовки от алуминиева сплав 6063 и медна сплав М1. Експериментите са проведени при три различни цикъла на деформиране. Проведен е и сравнителен

анализ на резултатите като е осъществено равноканално пресуване на хидравлична преса.

Микроструктурните изследвания на алуминиевите образци показват, че заготовките в изходно състояние имат среден размер на зърната 110 мкм, а след третия цикъл на деформация структурата издребнява до 5 мкм. При деформацията на медните заготовки началната едрина на зърната е 90 мкм, а след третия цикъл на деформация размера на структурата намалява до 2 мкм.

И за двата вида сплави е установено нарастване на частта на високоъглови граници, което се дължи на активиране процесите на динамично възвръщане и рекристализация. Това показва намаляването температурата на рекристализация с намаляване размера на зърната.

В резултат на проведените експерименти е доказано, че при деформиране на медна сплав М1 якостните ѝ свойства се увеличават, а пластичността ѝ намалява.

За получаване на по-дребнозърнеста структура авторът е предложил и осъществил предварителна термична обработка на изходните заготовки. При сплав Al6063 е извършена следната предварителна обработка: хомогенизиращо отгряване 15 мин при 600°C с последващо охлаждане в пещта; закаляване при 520°C и задържане 15 мин с последващо охлаждане във вода; нагряване до 100°C преди всеки деформационен преход. Обработените по този начин изходни заготовки след деформация „валцуване – пресуване“ достигат средна едрина на структурата 600÷800 нм. При медната сплав комбинирането на предварителна термообработка и деформационния процес „валцуване – пресуване“ довеждат до получаване на крайна структура с едрина на зърната 1,5÷2 мкм.

В глава 5 са дадени и препоръки за внедряване на предложената от автора технология „валцуване – пресуване“ в производството. За целта са предложени две технологични концепции за реализиране на практика на предложения метод.

3. Оценка на съответствието между автореферата и дисертационния труд

Автореферата е в обем 30 страници и отразява извършеното в дисертационния труд. Според мен съдържанието на автореферата дава достатъчно пълна представа за обема експериментална дейност, извършена в дисертационния труд.

4. Характер и оценка на приносите на дисертационния труд

По мое мнение посочените от докторанта претенции за основни приноси в дисертационния труд са основателни. В дисертационната работа е предложена технология, която разширява възможностите на известните

размер на зърната $600 \div 800$ нм, а при медната сплав М1 размера на структурата е $1,5 \div 2,0$ мкм.

- Получени са комплексни показатели за качествата на заготовки от алуминиева сплав 6063 след деформиране по предложената технология с използване методите на квалиметрия. Сравняването на тези показатели доказва предимствата на предложения комбиниран метод пред конвенционалния метод за равноканално ъглово пресуване. Получени са регресионни зависимости на комплексните показатели от броя цикли на деформация.

б) Приложни приноси

- Прилагането на предложения от автора метод „валцуване – равноканално ъглово пресуване“ осигурява по-високи механични свойства на получените заготовки в сравнение с обикновената равноканална ъглова деформация.

- Предложената технология позволява получаването на дълги заготовки и непрекъснатост на деформационния процес.

- Прилагането на предложения метод премахва ограниченията по отношение на размера на изходните заготовки.

- Получените резултати от дисертационния труд ще бъдат полезни в практиката при реализирането на процеси за получаване на метали и сплави с ултрадребнозърнеста структура.

5. Мнение за публикациите по темата на дисертационния труд

Съгласно Правилника на ХТМУ чл. 11 ал. 4 „Дисертационният труд трябва да се основава най-малко на една научна публикация в списание с импакт-фактор или на две научни публикации и доклади на международни научни форуми, отпечатани в пълен текст в сборници с редактор“.

По дисертационния труд са направени 14 публикации и 4 патента. Девет от публикациите са отпечатани в специализирани списания на английски език (Journal of Chemical Technology and Metallurgy, Advanced Materials Research) или докладвани на международни форуми. Четирите патента (РК № 25863, РК № 25802, РК № 27262 и РК № 25862) са пряко свързани с темата на дисертацията и по-специално с устройството за непрекъднато пресуване.

Всички публикации отразяват основни резултати, получени в дисертационния труд, ха броят им надвишава съществено нормативните изисквания.

Във всички публикации докторанта има водещо участие съвместно с неговите научни ръководители.

По мое мнение с тези публикации резултатите от дисертационния труд са получили достатъчна публичност в научната и професионална общност.

6. Критични бележки и препоръки

Нямам съществени критични забележки към докторанта, касаещи научната стойност на работата. Имам някои технически забележки и препоръки:

- желателно е в началото на дисертационната работа да се приложи списък на приетите съкращения,
- хубаво би било приносите на дисертационния труд да се разделят на научни и приложни,
- препоръчвам надписите в таблиците и фигурите да са на един и същи език (някои са на руски, други на английски), например таблици 4.2, 4.3, 4.4 и фигури 3.29, 3.30, 4.12 и др.

7. Лични впечатления от докторанта

Познавам докторанта от скоро, но впечатленията ми от него са отлични. Нямам съмнения относно личното му участие в приносите на дисертационния труд, получени под ръководството на неговите научни ръководители доц. д-н Т. Койнов и доц. д-р С. Лежньов.

8. Заключение

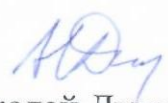
Дисертационната работа е разработена на високо научно ниво. Третирианият в нея научен проблем е актуален и значим за теорията и практиката и са постигнати значими научни и приложни приноси.

Считам, че дисертационния труд отговаря напълно на изискванията на ЗРАСРБ и правилника за неговото приложение. Докторантът е доказал своите възможности да извършва изследвания и да решава сложни изследователски задачи с използване на съвременни методи и техники за научни изследвания. Образователните изисквания според закона също са изпълнени.

Всичко казано до тук ми дава пълно основание да предложа на научното жури да присъди на маг. инж. Евгений Александрович Панин образователната и научна степен „доктор“.

15.08.2017 год.

Рецензент:


/проф. д-р Николай Дюлгеров/