

**РЕЦЕНЗИЯ**

на дисертационен труд за придобиване на:

образователна и научна степен "доктор"	X
научна степен "доктор на науките"	
	вярното се отбелязва със знака "X"

**Автор на дисертационния труд:**

Асистент		Никита	Александрович	Лутченко	Назарбаев Университет Астана Казахстан
акад. дл.	научна степен	име	презиме	фамилия	месторабота

**Тема на дисертационния труд:**

Проучване на възможността за получаване на ултрафинозърнеста структура на циркониеви сплави, посредством методи на интензивна пластична деформация
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Научна област:**

5	Технически науки
шифър	наименование

**Професионално направление:**

ПН 5.6	Материали и материалознание
шифър	наименование

**Научна специалност:**

Материалознание и технология на машиностроителните материали
--------------------------------------------------------------

**Изготвил рецензията:**

Проф.	Д-р	Стойко	Атанасов	Гюров	ИМСТЦХА БАН
акад. дл.	научна степен	име	презиме	фамилия	месторабота

**1. Окомплектоване на предоставените документи:**

А) Дисертационният труд и документите по конкурса съответстват напълно на Правилника	4 точки	X
Б) Документите са окомплектовани, но не съответстват напълно на изискванията на Правилника	2 точки	
В) Документите не са окомплектовани съгласно изискванията на Правилника	0 точки	

		със знака "X" се отбелязва един от посочените отговори
--	--	--------------------------------------------------------

Задължително се описват липсващите документи и нарушените стандарти, ако е отбелязан отг. В  
 Докторантката Никита Александрович Лутченко е представила пълния набор от документи, необходими за откриване на процедура по защита на докторска дисертация, съгласно Правилника на ХТМУ София.

## 2. Удовлетворяване на минималните изисквания, съгласно Правилника:

А) Кандидатът удовлетворява минималните изисквания	20 точки	X
Б) Кандидатът не удовлетворява минималните изисквания	0 точки	
		със знака "X" се отбелязва един от посочените отговори

Задължително се попълва, ако е отбелязан отг. Б. Анализира се публикационната активност на кандидата. Анализира се отзвукът на постигнатите резултати (цитирания)  
 Дисертационният труд е написан на 174 страници, съдържа 113 фигури и 9 таблици. Цитирани са 270 източника.  
 Основните резултати са представени в 4 (четири) научни труда, публикувани в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация и в 2 (два) труда в нереперирани издания. Всички публикации са по темата на дисертацията.  
 Броят точки по Показател Г Сума от 5 до 11 е 45,9. Докторантката напълно покрива изискванията на ППЗРАС.  
 Забелязани са и 6 (шест) цитирания на публикациите по дисертационния труд.

## 3. Актуалност на темата на дисертационния труд:

А) Темата е актуална и нова (не са известни резултати по темата от други автори)	8 точки	
Б) Темата е актуална и са известни резултати по темата от други автори	6 точки	X
В) Темата не е актуална, но са известни резултати на други автори	2 точки	
Г) Темата не е актуална и не са известни резултати на други автори по темата	1 точка	
Д) Темата не отговаря на нивото на дисертационен труд	0 точки	
		със знака "X" се отбелязва един от посочените отговори

Оценката за актуалността на дисертационния труд се аргументира задължително

Циркониевите сплави традиционно се използват в ядрените реактори, благодарение на ниското си сечение на улавяне на термични неутрони, корозионна устойчивост и механична якост. С времето те губят експлоатационните си качества поради деградацията на свойствата, радиационният ръст, пълзенето, водородното окрежкостяване и пукнатинообразуване. Решение на проблема се търси в използване на ултрафинозърнести (УФЗ) и наноструктурни циркониеви сплави, които имат висока плътност на границите на зърната. Изучаване на процеса на радиално-срязващото валцуване на циркониеви сплави с цел получаване на ултрафинозърнеста структура е актуална научна и приложна задача, отговаряща на високите изисквания на ядрената енергетика.

#### 4. Познаване на проблемите, обект на изследване в дисертационния труд:

А) Докторантът познава детайлно постигнатото от други автори по темата на дисертацията	8 точки	X
Б) Докторантът познава частично постигнатите резултати по темата на дисертацията	4 точки	
В) Докторантът няма предварителни знания за състоянието на проблемите в дисертацията	0 точки	
		със знака "X" се отбелязва един от посочените отговори

Задължително се аргументира оценката, ако е отбелязан отг. В

Подробният литературен обзор (анализирани са 270 източника) и задълбоченият анализ на известната информация по тематиката на дисертацията позволяват на докторантката да формулира ясно целите и задачите. Методите са подбрани правилно, което е предпоставка за достоверността на получените резултати. Докторантката познава детайлно постигнатото от други автори по темата на дисертацията.

#### 5. Тип на изследванията:

А) Теоретични	4 точки	
Б) Приложни	4 точки	X
В) Теоретични с елементи на приложения	4 точки	
Г) Не отговарят на нивото на дисертационен труд	0 точки	
		със знака "X" се отбелязва един от посочените отговори

Задължително се аргументира нивото на изследванията, ако е отбелязан отг. Г

В резултат на проведените изследвания е решена приложна научна задача за формиране на ултрафинозърнеста (УФЗ) структура в циркониеви сплави по метода на интензивна пластична деформация с последващ анализ на структурните и експлоатационните характеристики на материала. Дисертационния труд обхваща теоретичното моделиране на процесите; разработване на технологични режими за пълномащабни експерименти; изучаване на микроструктурни и механични

характеристики; както и оценка на радиационната устойчивост на получения материал.

#### 6.Цели на изследванията:

А) Реалистични и представляват научен и/или приложен интерес	8 точки	X
Б) Реалистични, но не представляват научен и/или приложен интерес	3 точки	
В) Недостижими (нереалистични)	0 точки	
		със знака "X" се отбелязва един от посочените отговори

Задължително се отбелязват целите. Аргументира се типа на поставените цели

Основните цели са:

1. Да се установят ключовите механизми на деградация при радиационни условия и целесъобразността от използването на ултрафинозърнести (УФЗ) структури на базата на циркониеви сплави;
2. Да се обобщят и класифицират съществуващите методи за получаване на УФЗ-структура и да се оцени тяхната приложимост към циркониеви сплави;
3. Да се разработи и оптимизира технологична схема за радиално-срязващо валцуване на циркониева сплав;
4. Да се изследва еволюцията на микроструктурата по напречното сечение на получените пробни тела, използвайки методите на трансмисионната и сканиращата електронна микроскопия, включително EBSD-картографиране, както и анализ на характеристиките на текстурата (вкл. изчисляване на параметрите на Kearns);
5. Да се изследва фината структура чрез електронен микроскоп с висока резолюция на пробните тела, получени при радиално-срязващо валцуване;
6. Да се получат експериментални данни за механичните свойства получените пробни тела;
7. Да се облъчат пробни тела от изследваната циркониева сплав с тежки йони, за да се симулират условията на увреждане от фрагменти от делене в активните зони на реактора.

#### 7.Методи на изследванията:

А) Адекватни на изследванията и поставените цели	8 точки	X
Б) Частично подходящи, даващи възможност за постигане на част от научните цели и/или приложения	4 точки	
В) Неподходящи методи	0 точки	
		със знака "X" се отбелязва един от посочените отговори

Задължително се отбелязват методите. Аргументира се типа на използваните методи

В дисертацията са използвани теоретични и експериментални методи за научни изследвания.

Теоретичните методи са:

- Експериментално планиране и статистическа обработка на експериментални данни;
  - Компютърно моделиране с помощта на метода на крайните елементи (МКЕ);
  - Методът на крайните елементи е използван за прогнозиране на поведението на конструкции, изработени от вече произведена ултрафинозърнеста циркониева сплав. За конструиране на цялата геометрия е използвана CAD системата.
- Експериментални методи:
- Пробните тела са получени на радиално-срязващ валцов стан;
  - Механичните свойства са изследвани чрез стандартни изпитвания на опън и чрез измерване на микротвърдост по скалата на Викерс (HV);
  - Част от реологичните изследвания за разработване на компютърни модели са проведени с помощта на пластометър;
  - Промените във фазовия състав са изследвани с помощта на рентгенова дифракция (XRD);
  - Микроструктурното изследване на пробните тела е проведено с помощта на сканираща електронна микроскопия с висока резолюция и трансмисионна електронна микроскопия;
  - Радиационно облъчване за установяване на радиационната устойчивост и процесите на образуване на дефекти.

#### 8. Приноси на дисертационния труд:

А) С траен научен и/или приложен отзвук, представляват основа за нови направления на изследвания и приложения	20 точки	
Б) Представляват значим научен и/или приложен интерес, завършват и/или обобщават предходни изследвания	16 точки	
В) Представляват научен и/или приложен интерес	12 точки	X
Г) Липса на съществени приноси	8 точки	
Д) Липса на приноси	0 точки	
		със знака "X" се отбелязва един от посочените отговори

Задължително се отбелязват приносите. Аргументира се типа на постигнатите резултати

Научни приноси:

1. Създаден и реализиран е оригинален научен системен подход към изучаването на технологията на радиално-срязващото валцуване като метод за интензивна пластична деформация на циркониеви сплави, включващ: моделиране; експериментално валцуване; микроструктурен анализ; анализ на механичните свойства и изпитване на радиационна устойчивост.
2. Получени са оригинални данни за формирането и еволюцията на УФЗ структура в циркониеви сплави при РСВ. Получените данни разширяват фундаменталните представи за механизмите на формиране на зърнестата структура и текстурата в циркониевите сплави при РСВ.
3. Потвърдени са физическите механизми за повишаване на якостните свойства и радиационната устойчивост при намаляване на размера на зърното до УФЗ ниво.

4. Потвърдено е, че високата плътност на границите на зърната допринася за формирането на устойчива структура и подобряване на комплекса от свойства на материала.

Научно-приложни приноси

1. Създаден е модел на процеса PCB с помощта на метода на крайните елементи в програмата DEFORM-3D.

2. Получени са данни за напрегнато-деформационното състояние на пробни тела от изследваната циркониева сплав E110 (Zr-1%Nb) в условия на висока интензивност на деформация.

3. Определени и верифицирани са оптималните параметри на валцуване: температурата на заготовката; скоростта на въртене на валците; степента на единичните относителни деформации и коефициентът на триене.

4. Получени са оригинални данни за еволюцията на микроструктурата на всички етапи на радиално-срязващото валцуване.

5. Получени са високодетаилни карти на микроструктурата и текстурата, определена е ориентацията на зърната и са получени стойности за параметрите на Кернс.

6. Установени и оценени са механичните свойства на получените чрез PCB пробни тела от циркониеви сплави.

7. Моделирано е радиационно увреждане на сплавта чрез облъчване с тежки йони на ускорител ДЦ-60 и е установено, че получената циркониева сплав с УФЗ-структура запазва стабилна морфология, демонстрира умерено радиационно уякчаване, което не е съпроводено с окрежкостяване, и устойчивост на модула на Юнг.

8. Получени са данни за влиянието на температурата върху стабилността на получената УФЗ структура и механичните свойства на материала.

Приложни приноси:

1. Разработена е технология за производство на дълги детайли (пръти) с различен диаметър от циркониева сплав с градиентна структура и висока степен на раздробяване на зърното.

2. Предлаганата технология е приложима за промишлено производство на конструкционни материали с подобрени експлоатационни свойства.

#### 9. Оценка на съответствието на автореферата с дисертационния труд:

А) Пълно съответствие	4 точки	
Б) Съответствие в основните части	2 точки	X
В) Липса на съответствие в основните части	0 точки	
		със знака "X" се отбелязва един от посочените отговори

Задължително се обосновава оценката, ако е отбелязан отг. В

Авторефератът е в размер 48 страници, като следва в основните части структурата и съдържанието на дисертационния труд. Липсва обаче Съдържание и страниците не са номерирани, което затруднява сравнението с дисертацията.

Текста е написан стегнато, прегледно с прецизен и точен изказ. Фигурите, схемите и таблиците са добре подбрани, с отлично качество и отразяват обективно получените експерименталните резултати. Авторефератът в основните части покрива изискванията на ППЗРАС.

#### 10. Участие на докторанта при постигане на резултатите в дисертационния труд:

А) Докторантът има поне равностойно участие	8 точки	X
Б) Докторантът има второстепенно участие	5 точки	
В) Участието на докторанта е незабележимо	0 точки	
		със знака "X" се отбелязва един от посочените отговори
Задължително се представят критичните бележки, ако е отбелязана една от т. Б и т. В		
Докторантката е представила списък от 6 (шест) труда. В два е на първо място, а в два на второ. Всички публикации са в колектив с научните ръководители на докторантката. Тя е представила и декларация за авторство. Нямам съмнения, че тя е автор на дисертацията и има поне равностойно участие в представените публикации.		

### 11. Критични бележки:

А) Липса на критични бележки	8 точки	
Б) Критични бележки, които имат технически характер	7 точки	X
В) Критични бележки, които частично биха подобрили постигнатите резултати	4 точки	
Г) Съществени критични бележки	0 точки	
		със знака "X" се отбелязва един от посочените отговори

Задължително се представят критичните бележки, ако е отбелязана един от отг. В и отг. Г		
Нямам критични бележки по отношение на получените приноси в дисертационния труд. Имам бележки към автореферата, той е без номерация на страниците и без Съдържание.		

### 12. Заключение

А) Оценката за дисертационния труд е <b>ПОЛОЖИТЕЛНА</b>	Оценката се поставя при общ точков актив от най-малко 65 точки	(87) X
Б) Оценката за дисертационния труд е <b>ОТРИЦАТЕЛНА</b>	Оценката се поставя при общ точков актив под 65 точки	
		със знака "X" се отбелязва един от посочените отговори
Попълва се при желание на рецензента		

01.02.2026	Изготвил рецензията:	
дата		подпис