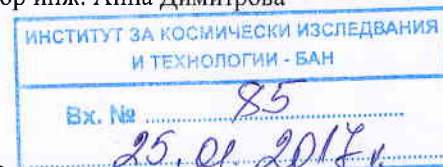


Рецензия от доц. д-р инж. Любомир Андреев Анастиев относно докторска дисертация на тема:  
„Методика за изследване влиянието на открития космос върху структурни и физико – механични параметри на дисперсно уякчена с нанодиамант алуминиева сплав В95”, с автор инж. Анна Димитрова  
Бузекова-Пенкова



## РЕЦЕНЗИЯ

от доц. д-р инж. Любомир Андреев Анастиев  
назначен за член на научно жури за защита на докторска дисертация със Заповед №  
152/19.12.2016 г, на Директора на Института за Космически Изследвания и Технологии  
при Българска Академия на Науките, София

**На дисертационен труд на тема:**

### **“МЕТОДИКА ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ОТКРИТИЯ КОСМОС ВЪРХУ СТРУКТУРНИ И ФИЗИКО – МЕХАНИЧНИ ПАРАМЕТРИ НА ДИСПЕРСНО УЯКЧЕНА С НАНОДИАМАНТ АЛУМИНИЕВА СПЛАВ В95”**

разработен от **инж. Анна Димитрова Бузекова-Пенкова** от Института за Космически Изследвания и Технологии при Българска Академия на Науките, Секция: “Космическо Материалознание” и представен за придобиване на образователната и научна степен **ДОКТОР** в област на висше образование **4. Природни науки, математика и информатика**, професионално направление: **4.1 „Физика на океана, атмосферата и околоземното пространство”**

Рецензията е изготвена в съответствие с изискванията, на Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в Института за Космически Изследвания и Технологии при Българска Академия на Науките (ИКИТ-БАН).

#### **Представени от докторанта материали:**

1. Дисертационен труд на тема “Методика за изследване влиянието на открития космос върху структурни и физико – механични параметри на дисперсно уякчена с нанодиамант алуминиева сплав В95” съдържащ: 152 стандартни машинописни страници, 23 таблици, 78 фигури и 25 графики, Заглавна страница, Съдържание, Въведение, Изследователска част оформена в 3 глави, Изводи по получените резултати след всеки параграф от изследователската част на Дисертацията, Заключение съдържащо Основните изводи и Приноси на Дисертационния труд, и Библиографска справка със 160 цитирани научни източници;
2. Автореферат по дисертационния труд съдържащ: Актуалност на проблема; Цели и задачи на дисертацията; Използвани методи на изследване, Получени основни резултати, Изводи, Закljučения и Списък на публикациите по дисертацията;
3. Копия от публикации в научната периодика по темата на дисертацията – пет (5) на брой, Списък на научни конференции на които са представени части от изследването - четири (4) на брой.
4. Списък на забелязани цитати на публикациите по дисертацията - четири (4).

Представените от докторанта материали са изпълнени съгласно Правилника за придобиване на научни степени на ИКИТ-БАН, с което са спазени формалните изисквания за представяне на резултати от дисертационни трудове.

#### **УВАЖАЕМИ ЧЛЕНОВЕ НА НАУЧНОТО ЖУРИ,**

След като се запознах с представения от **инж. Анна Димитрова Бузекова-Пенкова** дисертационен труд, давам следната оценка за него:

Рецензия от доц. д-р инж. Любомир Андреев Анастиев относно докторска дисертация на тема:  
„Методика за изследване влиянието на открития космос върху структурни и физико – механични параметри на дисперсно уякчена с нанодиамант алуминиева сплав В95”, с автор инж. Анна Димитрова Бузекова-Пенкова

## **1. Актуалност и значимост на разработвания проблем**

Изучаването на космическото пространство и необходимостта от нови материали, които да издържат на условията в открития космос без да губят функционалността си, доведе до оформянето на една нова област в материалознанието, “Космическото Материалознание”. В последно време това е една от най-бързо развиващите се области от материалознанието, дължащо се на необходимостта от разработване на нови материали, които да отговарят на все по-стриктните и постоянно увеличаващи се изисквания на космическото машиностроене. Тези материали, трябва не само да работят, но и да не губят своите физико-механични характеристики при продължителен престой в нестандартните условия на открития космос (висок вакуум, температурни колебания, космическа радиация, механичен стрес: ускорение, вибрации и др.). Поради тази причина разработването на материали способни да работят в условията на открития космос и изследването на техните свойства, особено механичните такива, е особено актуално.

Необходимостта от конструкционни материали за космическата и авиоиндустрии, отговарящи на строго специфични изисквания, доведе до разработването на сплави, които комбинират висок модул на еластичност, устойчивост на топлина и на износване, ниска плътност и други полезни за космическото машиностроене характеристики. Това са обикновено материали на алуминиева основа с количествени прибавки от ултрадисперсни прахове (т.е. те са композити с метална матрица) и/или са легирани с химически елементи, които при определена термична обработка формират в алуминиевата матрица ситнодисперсни фази, служещи като естествени уякчители на изходната сплав. Изследването на тези нови материали, като правило пребивавали в условията на открития космос, изисква също така разработването на нов алгоритъм (методика) за изследването на тяхната структура и физико-механичните им характеристики, както преди, така и след излагането им на въздействието на космическата радиация. Поради тази причина разработването на методики, които биха позволили по-пълното и всеобхватно охарактеризиране на материалите предвидени за използване в нестандартни условия, е също изключително актуално.

Представената от инж. Анна Димитрова Бузекова-Пенкова дисертация цели и е принос в решаването на тези два проблема, а именно:

1. Създаване на нова композитна сплав на алуминиева основа чрез добавяне на ултрадисперсни нанодиамантни прахове и легирането ѝ с волфрам, и

2. Създаване на методика за изследването на структурните и физико-механичните характеристики на материали след продължително пребиваване в условията на открития космос.

Похвална е също така амбицията на докторантката да разшири приложимостта на разработените нова композитна сплав и изследователска методика за използване при наземни приложения.

Поради изброените по-горе причини давам висока оценка на значимостта и актуалността на разработения от докторантката проблем.

## **2. Оригинаалност на приносите**

Поради изключителната важност на проблемите касаещи създаването на нови материали за приложение в космическото машиностроене и охарактеризирането на

Рецензия от доц. д-р инж. Любомир Андреев Анастиев относно докторска дисертация на тема:  
„Методика за изследване влиянието на открития космос върху структурни и физико – механични параметри на дисперсно уякчена с нанодиамант алуминиева сплав B95”, с автор инж. Анна Димитрова Бузекова-Пенкова

техните структура и физико-механични свойства, те са били и са обект на засилен изследователски интерес. Въпреки голямото количество от разработки и подходи към решаването на проблемите в космическото материалознание докторантката е успяла да намери свой собствен подход към формулираните в дисертацията изследователски цели. Поради това разработената с нейно участие композитна сплав и получените от нея резултати в процеса на охарактеризирането ѝ могат да се оценят като съществено развитие на изследваната предметна област.

Като основно достойнство на дисертацията мога да посоча подхода към изследвания проблем. На базата на направена подробна литературна справка е подбрана алуминиева сплав (B95) с потенциал за надграждане на базовите ѝ свойства. Подбран е метода, чрез който да се постигне надграждането (добавяне на ултрадисперсен нанодиамантен прах и легиране с волфрам) и е подбрана, и приложена подходяща термична обработка. Проведен е изключително дълъг по време (26 месеца) експеримент с пълнен запис на условията на провеждането му. След приключването на експеримента, по разработена от докторантката методика, е направено едно сравнително охарактеризиране на физико-механичните свойства на композитния материал, което и е позволило да намери и обясни наблюдаваните разлики в структурата при наземните и "космическите" пробни тела. По този начин, представеното ни изследване излиза извън тесните академични рамки, като дава една пълна картина на целия набор от физико-механични характеристики на изследваната композитна алуминиева сплав, които биха били от интерес за потенциалния потребител.

Казаното до тук ми дава основание да твърдя, че разработените от докторантката композитна сплав и методика за цялостното ѝ охарактеризиране, представляват оригинален научно-приложен принос в изследваната от нея научна област.

### **3. Познаване на предметната област**

Текстът на дисертационния труд показва добри познания в областите на металознанието и термичната обработка на алуминиеви сплави и методите за охарактеризирането им. Този извод се подкрепя от направения в дисертационния труд подробен литературен обзор, от съдържанието на приложената библиография и от публикациите на докторантката по темата на дисертацията. Тя добросъвестно е проучила и анализирала разработените до нея методи за производство на композити на алуминиева основа, използващи като уякчители нанодисперсни прахове и е подбрала най-оптималния от тях. Прави добро впечатление познаването в детайли на съвременните методи за изследване в материалознанието като: сканираща електронна микроскопия, атомносилова микроскопия и наноиндентация и умението на докторантката да ги комбинира със станалите вече класически методи на изследване, рентгеноструктурен анализ, оптична микроскопия и др. Цитирани са източници свързани пряко с темата на дисертационното изследване, като са отчетени най-новите разработки и публикации касаещи методите за разработване на нови композитни сплави с използването на уякчаващи добавки и методите за изследването им. Достойнство на направения литературен обзор е, че голяма част от приведените литературни източници са публикувани след 2000 година, което показва, че докторантката е запозната с най-новите тенденции и научни постижения в изследваната от нея научна област. Като количество и качество ползваната и цитирана литература е достатъчна.

Описаните в дисертацията изследвания, са проведени в сътрудничество с руския екип на Международната Космическа Станция (Руска Секция на МКС, експеримент "Обстановка"). Това е дало рядката и уникална възможност на докторантката да добие опит за съвместна работа в международен екип. Позволило и е също така да



Рецензия от доц. д-р инж. Любомир Андреев Анестиев относно докторска дисертация на тема:  
„Методика за изследване влиянието на открития космос върху структурни и физико – механични параметри на дисперсно уякчена с нанодиамаант алуминиева сплав В95”, с автор инж. Анна Димитрова Бузекова-Пенкова

охарактеризира разработената с нейно участие композитна сплав, както при наземни условия, така и след дълго пребиваване на последната в условията на космическа радиация и да сравни получените резултати. Докторантката е направила подробен анализ на получените от нея данни и след сравняването им е дала правилно обяснение на наблюдаваните експериментални факти, което показва способностите ѝ за самостоятелна научна работа, а добитата в процеса на работата върху дисертационния труд квалификация и е позволило да постигне целите на дисертацията и да реши формулираните в нея задачи.

Дадените от докторантката обяснения на получените експериментални резултати показват, добра теоретична подготовка, способност за осмисляне и обработка на получените експериментални данни, извършване на научни анализи, а също така и подготовка за самостоятелна работа по значими научни проблеми. Резултатите, направените в дисертацията изводи и използваните от докторантката теории не противоречат на резултатите получени от други изследователи и на общоприетите научни теории в областта.

Казаното ми дава повод да заключа, че докторантката притежава много добри познания в изследваната от нея област, познава много добре използваните от нея изследователски методи за охарактеризиране на метални композитни сплави и умее свободно да ги прилага към решаването на практически въпроси в областта на космическото материалознание.

#### **4. Обща характеристика на дисертационния труд**

В структурно отношение дисертацията е композирана логично и стройно. От съдържанието на дисертационния труд е виден приносът на докторантката в създаването и пълното физико-механично охарактеризиране на новата композитна алуминиева сплав. От дисертационния труд става ясно, че разработваната композитна сплав ще бъде предложена като конструкционен материал в авиационната и космическата индустрии, което прави описаните в него изследователски методики и получените резултати особено ценни от практическа гледна точка. Видно е, че за постигането на целите на дисертационния труд докторантката активно участва в цялата верига от дейности по създаването на тази композитна сплав, от разработките на метода на получаване и подбора на термичната обработка до пълното ѝ физико-механично охарактеризиране.

В дисертацията е направен обстоен анализ на състоянието на проблема, критериите по които е избрана алуминиевата сплав В95, целите, които ще се преследват чрез надграждането ѝ, и технологията по която е бил получен композита. Дадено е изчерпателно обяснение на планираните експерименти и на експерименталните техники използвани при охарактеризирането на композитния материал. Дадено е подробно описание на експеримента "Обстановка" в рамките на който изследваната сплав е била подложена на дълговременен престой (26 месеца) в открития космос. Направен е обстоен анализ на получените физико-механични характеристики за наземните и "космическите" пробни тела, анализирани са наблюдаваните разлики в структурата, механичните характеристики и е дадено обяснение на причините довели до възникването на тези разлики. Направените изследвания са подробно илюстрирани с много фигури, таблици и графики, което силно улеснява читателя при възприемането и анализа на получените резултати. Искам да отбележа също така доброто структуриране на дисертацията, и доброто ниво на научния стил на който е написана.

Като цяло дисертацията дава едно пълно описание на конкретните стъпки предприети от докторантката от идеята за създаването на композитния материал, през получаването му, до пълното охарактеризиране на физико-механичните му свойства.

Рецензия от доц. д-р инж. Любомир Андреев Анастиев относно докторска дисертация на тема:  
„Методика за изследване влиянието на открития космос върху структурни и физико – механични параметри на дисперсно уякчена с нанодиамаант алуминиева сплав В95”, с автор инж. Анна Димитрова Бузекова-Пенкова

Дисертационния труд включва, едно интересно микробиологично изследване на "космическите" пробните тела направено след продължителния им престой в открития космос. За съжаление поради некомпетентност не мога да коментирам тези резултати.

### **5. Приноси на дисертационния труд**

Основните научни и научно-приложни приноси постигнати от докторантката са дадени подробно в дисертационния труд и в Автореферата към него. Считаю, че претенциите от страна на докторантката за направени научни и научно-приложни приноси са напълно основателни.

По мое мнение получените от докторантката резултати, които могат да се приемат за научни и научно-приложни приноси, са много повече от тези включени в заключителната глава 5, секция "Приноси на дисертационния труд". Например, някои от резултатите включени в секцията "Основни изводи от работата" спокойно могат да се преформулират като научни и научно-приложни приноси.

Основни приноси на дисертацията, от моя гледна точка са:

1. Разработването на нова композитна сплав чрез надграждане на съществуващата алуминиева сплав В95 (добавяне към нея на нанодисперсен диамантен прах и легиране с волфрам);

2. Подбор на подходяща термична обработка, която позволява при прилагането ѝ, да се получи силнодисперсна уякчаваща интерметалитна фаза;

3. Разработването на методика, състояща се от набор от експериментални методи целящи пълното охарактеризиране на изследвания материал;

4. Получаване на нови данни касаещи структурата, фазовия състав и физико-механичните свойства на изследваната сплав след дълъг престой в условията на открития космос.

Изброеното до тук прави представеното ми за рецензия изследване особено ценно поради пряката му връзка с конкретни практически проблеми, имащи отношение към разработването на нови материали за авиационната и космическата индустрии.

Искам особено да отбележа два от научните приноси, а именно:

1. Изясняването на конкретните механизми на въздействие на открития космос върху физико-химичните и в частност механични свойства на композитната сплав;

2. Обяснението на синергетичното въздействие на йонизиращата радиация и цикличните промени на температурата върху свойствата на изходния композитен материал.

### **6. Препоръки, забележки и въпроси към докторанта**

Препоръките, с цел по добро представяне на получените резултати и забележките към докторантката съм отправил лично към нея в процеса на подготовката на тази рецензия. Получените резултати са представени и обяснени достатъчно ясно, така че нямам въпроси към докторантката.

### **Общото ми становище по рецензираната дисертация е:**

Разработена е дисертация, която има ясно формулирани проблем, цел и задачи, предполагащи научно изследване. Дисертационният труд показва, че инж. Анна Димитрова Бузекова-Пенкова познава научната литература и научните постижения в изследваната от нея научна област, открила е основните проблеми и е намерила правилния подход към решаването им. Резултатите от направените от нея научни изследвания са добре илюстрирани, интерпретирани са правилно и са представени разбираемо и логично.

Получените в дисертационния труд резултати могат да се охарактеризират като:

Рецензия от доц. д-р инж. Любомир Андреев Анестиев относно докторска дисертация на тема:  
„Методика за изследване влиянието на открития космос върху структурни и физико – механични параметри на дисперсно уякчена с нанодиамант алуминиева сплав В95”, с автор инж. Анна Димитрова Бузекова-Пенкова

Създаване на нова композитна сплав на алуминиева основа за приложение в космическото машиностроене и авиоиндустрията;

Добиване на нови знания в областта на космическото материалознание;

Доразвиване на вече съществуващи знания в изследваната научна област.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ПРЕДЛОЖЕНИЕ

Предоставеният ми за рецензия дисертационен труд отговаря по обем и качество на изискванията за докторска дисертация. Докторантката е постигнала поставените в дисертацията цели на своето изследване. Получените в процеса на работата върху дисертационния труд резултати са добра основа за бъдещи изследвания и нови разработки в областта на космическото материалознание.

На базата на направените по-горе заключения, без никакви резерви давам положителна оценка на дисертационния труд и призовавам Научното жури, да присъди на **инж. Анна Димитрова Бузекова-Пенкова** образователната и научна степен "ДОКТОР" по професионално направление „Физика на океана, атмосферата и околоземното пространство”.

  
/доц. д-р инж. Любомир Андреев Анестиев /

КОПИО С ОРИГИНАЛА



