

РЕЦЕНЗИЯ

На дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „Доктор“

Автор на дисертационния труд: Виктория Тодорова Атанасова, физик ИФТТ – БАН

Тема на дисертационния труд – „Приложение на лазер с пари на меден бромид за реставрация на паметници на културното наследство“

Рецензент: Кирил Борисов Благоев, дфн, професор, ИФТТ-БАН

1. Актуалност. Представеният дисертационен труд е в областта на приложението на лазерите за реставрация и консервация на паметници на културното наследство и по-специално лазерно почистване на предмети от камък, хартия. Най-общо, методът на лазерно почистване се състои в аблация на замърсяването след прилагане на лазерен лъч. Контрол на степента на почистване се осъществява отново с лазерни методи – Спектроскопия на Лазерно индуцирана плазма от повърхността (LIBS) или лазерно индуцирана флуоресценция (LIF), както и други физически методи. Приложението на лазерните източници за реставрация и последваща консервация на паметници на културното наследство е съвременна методика, която през последните години се утвърждава в тази област. Лазерните методи се развиват успешно от лабораторна апробация на методиките до прилагане върху реални обекти. Лазерните методи дават възможности, недостъпни за другите механически и химически методи за почистване. Поради тази причина водещите страни от Европа отделят значителни средства, например за 5г. Гърция финансира един проект 1.2 мил. €; Италия е финансирала един проект за 2 г. с 537.710 €. Лазерните методи успешно се развиват и допълват конвенционалните методи и в някои случаи са незаменими.
2. Познава ли докторантът състоянието на проблема. Докторантът е добре запознат с областта на изследване, както с разработваните методики за почистване така и за анализ на почистената повърхност. В дисертационния труд творчески са анализирани и са цитирани 88 труда на други автори.

3. Избраната методика на изследване – прилагане и сравнение на различни типове лазери, различаващи се по дължина на вълната на лъчението; продължителност на импулсите и честота на повторение, както и енергия, а така също и методите за анализ дава възможност да се решат поставените в дисертационния труд задачи.
4. Кратка аналитична характеристика на дисертационния труд.

Дисертационния труд е написан на английски език и е изложен на 130 стр.; съдържа 49 фигури; 19 таблици и цитирана литература от 88 заглавия. Дисертационният труд съдържа увод; 4 глави; изводи; приноси, лични приноси на автора и литература. В увода авторът излага актуалността на темата лазерно почистване на предмети, кратко описание на физиката на метода, както и поставените задачи.

При фокусиране на лазерно излъчване върху повърхността на предмети се изпарява част от повърхностния слой. Така се отстранява замърсяването на повърхността, като приложеното лазерно излъчване е с плътност на енергията под тази за образуване на плазма. Процесът на почистване се предхожда от значителна по обем работа, с привличане на различни физически и химически методи за установяване на произхода и природата на замърсяването. Например, дали това е замърсяване, дължащо се околната среда или има друга природа; дали обектът е хомогенен и дали има предишни опити за консервация. От това зависи избора на метода на изчистване и метода на консервация. Отстраняването на повърхностния слой зависи от природата на замърсителя и от подбраните параметри на лазерното лъчение – дължина на вълната на лазерното лъчение; продължителност на лазерните импулси; енергия на лазерните импулси. При използване на лазерни импулси с продължителност в ns област отделянето на повърхностния слой се дължи на нагряване и изпарение. При използване на импулси в fs област природата на отделянето е различна и се базира на разрушаване на връзките в матрицата на слоя. Контрол на степента на почистване се осъществява с LIBS или LIF или други физически методи.

Тези проблеми са изложени в първата глава на дисертационния труд. Там, накратко е дадена информация за природата на лазерното излъчване,

взаимодействието на лазерното излъчване с веществото при ниски и високи енергии. Описан е и принципът на работа на лазера на самоограничени преходи с активна среда атомите на Cu.

Използваните в работата лазерни източници са лазер с пари на меден бромид; лазер с пари на меден бромид в изпълнение осцилатор – усилвател, Nd:YAG Q модулиран лазер с ns продължителност на импулсите; fs - Ti Sapphire лазер. За предварителна диагностика на изследваните предмети и диагностика след провеждане на експериментите са използвани оптически микроскопи с цифрови камери; модерен спектрофотометър, работещ на отражение; XRF анализ; Лазерно индуцирана флуоресценция (LIF). В трета глава на дисертационния труд са изложени основните резултати на работата. Изследвано е влиянието на параметрите на лазерните източници, използвани в работата върху качеството на процеса на почистване. Тестовите обекти са мрамор, варовик и гранит, върху които са нанесени сажди, мазнина и восък. Тези замърсители са типични за околната среда в т.ч. в църкви. Върху образците са оставени места без замърсяване като контролен участък. Изследвани са образци от същите камъни покрити с графити, почистването на които е проблем за съвременната градска среда. В работата е предложена методика за почистване на обектите. Използва се XRF метод за предварителен анализа на чиста и замърсена повърхност. Съществено е определянето на безопасните за обекта условия за лазерно почистване без да се наруши основната, чиста повърхност на обекта. Тук е приложено спектрофотометрично изследване на пълно дифузно отражение за установяване на параметрите на лазерните параметри при които може безопасно да се почиства обекта. Проведен е експеримент с мраморен обект открит при разкопки от древния град Сердика. Показано е, че лазерът с пари на меден бромид е конкурентен на другите лазерни източници, а в някои случаи е с по-добри резултати. Изследван е проблемът с оцветяване на повърхността на обекта при лазерно третиране. Приложни са едновременно ИЧ и УВ лъчение на Nd:YAG лазер със и без наличие на допълнително третиране с вода. Вероятно причината за оцветяването е лазерно стимулирана термо-химична реакция. Този експеримент е проведен в Института по електронна физика в Крит, който е водещ в областта.

Почистването на хартия е деликатна операция. В работата са изследвани възможностите на различни лазерни източника за почистване на образци, подготвени съвместно със специалисти реставратори от Националната библиотека „Св. Св. Кирил и Методи“. Замърсителите са от най-често срещаните в практиката. Използваните лазери са: лазер с пари на CuBr, Nd:YAG – 1.06μ, 532 nm и fs-лазер, работещ на избрани следните дължини на вълната – 266 nm, 511 nm, 578 nm и 1064 nm. Регистрацията на пълно дифузно отражение показва, че може да се установи диапазон от параметрите на лазерите при които може да се почиства хартия без повреда на оригинала. Показано е приемствеността на лазера с пари на CuBr в сравнение с fs лазер, дължащо се на селективния характер на експеримента с ns лазер. Сравнението на лазерните методи за почистване с конвенционалните методи показва преимуществото на лазерните методи.

В последната глава е представен метода на индуцирана лазерна флуоресценция и са използвани две апаратури. Разликата е дължината на вълната на лазерното излъчване: 266 nm и 405 nm. Апаратурата за LIF с приложение на диоден лазер с дължина на вълната 405 nm е изградена в ИФТТ с участието на докторанта. Изследвани са образци от дърво и платно с пигменти и свързватели, употребявани в създаване на произведения на изкуството. Полученият сигнал при облъчване с UV лъчение е отместено по дължина на вълната към по-късите дължини и е доста по-интензивно по сравнение с облъчването със синия лазер, което може да се очаква. Изследван е LIF сигнал от реален обект – мраморен предмет от разкопките на древния град Сердика.

В заключението се изтъкват предимствата на лазера с пари на CuBr в процесите на лазерно почистване.

5. Работата има методологичен характер. Изследвани са подготвени проби с цел да се изведе методика за лазерно почистване. Изследвани са и проби от реални обекти. Изследванията имат интердисциплинарен характер и поради това са привлечени специалисти от институции свързани с културното наследство. Доказва се, че приложението на лазера с пари на CuBr е по-подходящо в някои случаи при почистване на обекти на културното наследство.

6. Дисертантът има значителен принос за получените в дисертационния труд резултати. Прави впечатление, че докторантът използва различни експериментални методи и апаратури за решаване на поставените задачи и е възприел правилен подход за сътрудничество със специалисти от областта на опазване на културно-историческото наследство.
7. Дисертационния труд е изграден върху 7 работи, едната от които е приета за печат. Една от работите е с ИФ. Изследванията са докладвани на 6 международни и 6 национални конференции, което несъмнено допринася за популяризирането на метода на лазерно почистване. Работите са цитирани 7 пъти от други автори, което се дължи на факта, че се използва неконвенционален лазер с пари на CuVr.
8. Както беше отбелязано, работата има интердисциплинарен характер и несъмнено ще има практическо приложение.
9. По нататъшно развитие на работата би било създаването на комплексна апаратура за почистване на реални обекти.
10. Авторефератът е написан на български език, отразява основните резултати на дисертационния труд и е изготвен съгласно изискванията.

В заключение считам, че представения дисертационен труд е изпълнен на високо научно ниво и напълно отговаря изискванията на ИФТТ за дисертационни трудове за присъждане на научната и образователна степен „доктор“ и предлагам да се присъди на Виктория Атанасова научната и образователна степен „доктор“.

29.11.2017 г.

София

Проф. К.Благоев