

## TEHNOLOGII MODERNE DE CURĂȚARE A PICTURILOR ÎN ULEI, TEMPERA ȘI A PICTURII MURALE

*Dumitru-Eugen Colbu, doctorand,*

*Silvea Pruteanu, dr.*

*Cosmin Tudor Iurcovschi, doctorand*

*Ion Sandu, Prof.univ.dr.*

*Viorica Vasilache, Cercet. Șt. III dr.*

*Universitatea Alexandru Ioan Cuza din Iași,*

*Platorma de Formare și Cercetare Interdisciplinară în Arheologie -ARHEOINVEST,*

*Laboratorul de Investigare Științifică și Conservare a Bunurilor de Patrimoniu*

*Cultural, Blvd. Carol I, nr. 22, Corp G – Demisol, 700506 Iași, Romania*

*Irina Crina Anca Sandu, Researcher Conservation Scientist, University of Evora,*

*Laboratory HERCULES, 8 Largo Marques de Marialva, P-7000809 Evora,*

*Portugal*

**Abstract:** *In order to protect and conserve in time the cultural and artistic heritage there is the need of complex preservation, restoration, and exhibition activities. This article presents modern procedures of cleaning the adherent coating from old patrimony paintings. There is a multitude of factors that contribute to deterioration. The protection and conservation in time of the cultural and artistic patrimony impose a series of preliminary consolidation measures followed by cleaning. Irrespective of the procedures: classical, modern, or by laser pyrolysis, the cleaning has to be stopped when original colour layers appear. The preservation and restoration of paintings in general, are connected to very complex operations made by specialists in this field.*

### 1. Introducere

În cadrul unui proiect de restaurare a unei picturi vechi, operația cea mai costisitoare ca manoperă este curățarea de depuneri și murdărie. Pentru aceasta, mai întâi trebuie determinată starea de conservare a materialelor picturale și a suportului, care se face prin utilizarea unor metode de analiză moderne și complexe. În aceste investigații se au în evidență atât starea de conservare a componentelor structurale ai picturii și suportului, cât și natura, dispunerea și gradul de penetrare a murdariei, depunerilor sau a unor intervenții de repictare, repoleire și revernizare nedorite [1].

La picturile vechi cu stare de conservare precară, care prezintă și zone cu material lipsă, înainte de curățare se impune consolidarea și stoparea efectelor evolutive prin insectofungicizare [2]. Înainte de a se trece la îndepărtarea depunerilor și a murdariei, se efectuează curățarea repictărilor și îndepărtarea intervențiilor anterioare nedorite, chituiră și plombarea zonelor lipsă, ca în final să se treacă la reintegrarea policromă a picturii [3].

## 2. Procedee de curățare a picturilor

Curățarea suprafețelor și a ornamentelor unei picturi necesită alegerea procedeeelor și a soluțiilor adecvate. Se apelează la efectuarea mai multor teste pentru stabilirea gradului de compatibilitate sau agresivitate [4].

În funcție de starea de conservare a materialelor picturale și a suportului, dar și a interacțiunii depunerilor cu substratul pictural se pot utiliza una sau mai multe procedee de curățare:

- *curățarea mecanică* prin sablare, suflare, aspirare, periere sau prin frecare;
- *curățarea umedă* care constă în folosirea soluțiilor apoase cu capacitate de spălare selectivă care nu afectează patina de vechime sau laviurile nedegradate;
- *curățarea cu dispersii* pe bază de hidrogeluri și diverse sisteme enzimactice;
- *curățarea laser* care permite îndepărtarea murdăriei prin piroliză cu ajutorul ablatiei laser, care nu modifică și nu afectează suprafața picturii.

Folosirea procedeeelor ecologice de curățare conferă un grad ridicat de protecție a bunurilor de patrimoniu cultural [5]. Acest fapt au determinat pe specialiștii din domeniu și din câteva universități să studieze cu mult interes aceste modalități ecologice de curățare, să studieze dezvoltarea de metodologii noi, mai performante, în concordanță cu noile cerințe în domeniul prezervării și restaurării picturilor vechi [6].

### 2.1. Curățarea picturilor în ulei

În cazul picturilor vechi, curățarea se face conform unui protocol riguros, ținând cont de valoarea și vechimea picturii, de starea de conservare, de gradul de aderare a murdăriei la substratul pictural și de interacția sa cu policromia. Procedeele de curățare pe cale uscată se folosesc cu precădere atunci când sunt depuneri sau murdării neaderente sau mai puțin aderente și se va începe, cu o curățarea uscată, ce presupune îndepărtarea depunerilor de praf, prin pensulație, periere, aspirație ușoară. O altă etapă va consta în îndepărtarea de pe suprafața pictată a depunerilor, urmată de curățarea propriu-zisă, cu vată umectată pornind de la solvenți și soluții slabe la cele cu capacitate mare de spălare. Pe perioada de etalare, picturile vechi suferă adesea operații de curățare, pentru a împiedica acumularea murdărie și reacția nedorită cu vernisul pe care îl ancrasează înnegrind și încrețind stratul superficial. Se va urmări în primul caz spălarea murdăriei și păstrarea stratului protector dacă nu este degradat.

Dacă alterarea vernisului este avansată, se va urmări solubilizarea sa, prin alegerea de solvenți organici capabili să dizolve murdăria, ca de exemplu amestecul acetat de butil, acetonă și apă, folosit adesea și pentru repictări sau revernisări. Aplicarea se face cu ajutorul unui material de bumbac cu care se tamponează suprafața pictată. Agentul de curățare cel mai des folosit, mai ales pentru culorile de ulei, este terebentina care decantată și curată, evita obținerea nuanțelor cenușii, dar în exces agentul de curățare poate afecta pictura în mod nedorit [7].

O curățare eficientă presupune ca întreaga suprafață pictată să fie acoperită cu soluția de curățat, dar pentru aceasta trebuie acordată o mare atenție operației și respectarea cu strictețe a timpului optim de reacție, pentru obținerea rezultatului dorit.

Curățarea se întrerupe, când vopseaua pe bază de ulei începe să se ia pe bucata de bumbac, este un prim semn că, vernisul întărit a fost penetrat de uleiurile esențiale.

Pictura se va curăța din nou cu o bucată de bumbac curată, umezită în terebentină distilată, până când pe bucata de bumbac nu mai apar urme de murdărie. Procedul se repetă încă o dată, cu o bucată de bumbac curată umezită în terebentină distilată, până când suprafața picturii devine ușor cleioasă. Din acel moment pictura se lasă deoparte câteva ore, până când suprafața picturii se va zvânta și întări din nou.

La pictura în ulei îndepărtarea revernisărilor se realizează cu diferiți solvenți, și s-a constatat că atât dizolvarea cât și umflarea filmelor de vernis, este determinată de viscozitatea soluției [8].

Influența radiațiilor UV asupra picturilor în ulei vernisate, au prezentat diverse forme de alterare a vernisurilor, unele devenind poroase, altele s-au umflat, culminând cu pigmentare, încrețire sau scurgeri în urma dizolvării [9]. Comportarea atât de diferită a fost pusă pe seama polarității și hidrofiliei vernisurilor.

Vom prezenta câteva sisteme practice de curățare tradițională din gospodării probate, eficiente și garantate:

- *fumul* depus pe tablourile în ulei se îndepărtează ușor acoperind cu o pânză curată umezită în apă de ploaie, care se lasă 2-3 ore, iar după uscare, tabloul se șterge ușor cu o bucată de pânză, înmuiată în ulei de in.

- *picturile în ulei*, netede, se pot curăța de murdărie cu un cartof crud sau cu o ceapă uscată, taiată în jumătate;

- *culorile tablourilor* se pot înviora dacă se șterge ușor, cu jumătate de măr sau de cartof crud.

La sfârșitul operației, toată suprafața se șterge ușor cu o pânză moale și curată.

## 2.2. Curățarea picturilor în tempera

Picturile realizate în tempera sunt mai poroase și deci trebuie să fie curățate foarte des de stratul de pulberi fine ce se depun în timp, pe suprafața acestora. Icoanele (bizantine) pe lemn au fost și sunt realizate în tempera, tehnică utilizată în mod frecvent de pictori. Tempera se prepară din pigmenți transformați în pulbere prin mojarare, care apoi se amestecă cu gălbenuș de ou, precum și alte materiale: miere de albine, apă, lapte degresat sau rășini vegetale care prelungesc timpul de lucru și uscarea. O consistență ideală a culorilor se obține prin modificarea proporției de apă, gălbenuș și adăugarea aditivilor, cum ar fi uleiul siccativ sau pulbere fină de propolis. Culoarea va apărea “grasă” și densă dacă va conține mai mult gălbenuș și multă apă, care face culoarea să fie prea fluidă, dar aplicate în straturi subțiri devin transparente cu aspect fin satinat de pastel.

Tempera grasă, se obține prin adăugarea, în emulsia de ou, a uleiului siccativ în proporție mai mică de 1:1 formând un mediu de pictură solubil în apă, cu proprietăți asemănătoare culorilor de ulei. Prospețimea, rezistența și coloritul intens, sunt conferite de emulsia de ou, cu rol de liant, iar după uscare se formează un strat fin și uniform, care se fixează bine pe suprafața grunduită a suportului.

Stratul de culoare trebuie aplicat sub formă de pelicule succesive și subțiri, pentru a evita crăparea stratului de la suprafață și compromiterea picturii. Emulsiile folosite pentru picturile în tempera formează propriul strat superficial protectiv, conferind picturii o durată de viață foarte mare.

Diluat cu apă, gălbenușul, poate forma o emulsie foarte stabilă, având în compoziție: 51% apă, 15% albumină, 22% materii grase și 12% alte substanțe. Pentru evitarea alterării, este indicată utilizarea unui acid, cum ar fi oțetul sau sucul de lămâie. Culoarea tempera pe bază de ou se aplică pe o suprafață netedă și foarte fin pregătită în straturi succesive, stratul final trebuie să fie foarte subțire pentru a evita formarea de cracluri superficiale.

La curățare, solvenții interacționează cu stratul pictural însă fără a provoca modificări lizibile în pelicula de protecție. La picturi realizate în tempera și curățate de-a lungul timpului de mai multe ori, s-a observat că sistemele alcaline aplicate în timp, au sensibilizat pelicula de protecție în mod vizibil [10].

Avantajul solvenților organici este că nu deformează fibrele celulozice ale pânzei, iar unii pot înlătura excesul de apă din stratul pictural realizând o suprafață ceva mai flexibilă. Eliminarea murdăriei ancrasate, se face prin tamponarea cu solvenți organici în soluții apoase a suprafeței de curățat. Dacă solventul interacționează rapid cu substratul de pictură, se recurge la o diluție cu apă, a solvenților, pentru a permite observarea și ținerea sub control a procesului de curățare a picturii. La spălarea suprafețelor pictate batișoanele trebuie să fie semiumectate în solvenți, pentru a evita pătrunderea adâncă în porii picturii.

Pentru curățarea picturilor în tempera se folosesc diferențiat aceleași clase de solvenți organici, ca și în cazul picturii în ulei. Mulți solvenți folosiți la curățarea picturilor sunt toxici și cancerigeni, în prezent sunt impuse reguli de securitate dar și de limitare a utilizării lor. Majoritatea laboratoarelor de restaurare, pentru protecția operatorului, au expuse la vedere, listele cu solvenții utilizați și limitele de expunere la vapori [11].

Sunt impuse restricții privind utilizarea solvenților cu risc prea mare de toxicitate, care nu trebuie sub nici o formă folosiți în operațiile de curățare-restaurare în spații închise. Deși oferă o bună capacitate de spălare, îndepărtare a murdăriei și a repictărilor, se limitează utilizarea următorilor solvenți datorită toxicității foarte mari:

- hidrocarburi clorurate (clorură de metilen, cloretilenă etc.);
- hidrocarburi aromatice (benzen, toluen, dimetil benzen);
- hidrocarburi saturate (kerosen, white spirit, alcool alb, diluant din distilate petroliere), deoarece au capacitate de spălare scăzută, formând pelicule subțiri grase de parafină.

Se iau măsuri de protecție speciale, în utilizarea diferitelor clase de derivați organici, deși sunt folosiți cu succes în anumite rețete de spălare. Dintre aceștia amintim: aminele organice (butilamină, piridină etc.); amidele (formamida, sau DMF); eterii etilenglicolului (celosolv, celosolv acetat); acizi carboxilici (acid formic, oxalic etc.);

Se impun măsuri speciale de protecție și lucru sub nișe cu ventilație puternică, mănuși, măști de gaze la utilizarea produselor comerciale (de exemplu, diluant nitro,

diluant generic) sau cu așa-numitele sisteme comerciale pentru "îndepărtarea vopselei" pe bază de diclormetan.

Pentru solvenții cu toxicitate redusă se recomandă folosirea unei măști adecvate de gaze pentru expunere la vapori timp mai îndelungat. Dintre aceștia menționăm următoarele grupe:

- acid acetic, soluție apoasă sub 80%;
- trietanolamina și diethanolamine;
- lactat de etil;
- ciclohexanol și alcoolul benzilic;
- terebentina și limonen;
- dimetilsulfoxid sau DMSO.

### 2.3. Curățarea picturii murale

Pentru lucrări realizate în tehnica picturii murale se folosește un sistem de curățare adecvat, diferit față de pictura de șevalet în ulei sau tempera. Pe lângă depunerile de praf și fum, la pictura murală pot exista și unele depuneri, sub influența unor factori naturali, murdărie de insecte, păsări, stropi de vopsea, eflorescențe saline sau cruste de carbonați și sulfuri.

Curățarea picturii murale, impune alte sisteme de spălare a depunerilor aderente rezultate din crustele și eflorescențelor saline, a murdăriei din stropiri întâmplătoare, efectul aerofol. Pentru spălarea picturilor murale se folosesc de obicei, comprese din material textil impregnat cu soluții slabe de carbonat de amoniu în concentrație de 5%, cu timp de expunere mic de 5 minute.

Uneori, se poate interveni și cu schimbători de ioni care înmoaie murdăria și apoi cu radiere pentru a o șterge, iar spălarea cu apă distilată se face la final pentru înlăturarea urmelor rămase de la curățare. Curățarea cu solvenți organici puri se face cu mare atenție întrucât murdăria antrenată de solvenți, poate fi absorbită de suportul poros al picturii murale care, în timp, lucrează asupra craclurilor.

Pentru obturarea porilor se folosesc microemulsii, ce pot elimina proteinele sau polimerii acrilici, permit consolidarea fisurilor dinamice și previn pătrunderea soluțiilor de spălare în porii frescei. Procesul de curățare devine mai eficient dacă folosim microemulsii și soluții hidrofile activate de surfactanți, ce măresc capacitatea de emoliere a peliculelor de murdărie de pe suprafața picturii monumentale. În final se recomandă spălarea suprafețelor curățate cu ajutorul compreselor înmuiate în apă distilată, pentru a neutraliza efectul agentului tensioactiv și a altor polimeri acrilici care în exces provoacă contracții sau îngălbenire.

Combinările de solvenți alcalinizați, terebentină, alcool etilic, sunt indicate pentru tehnicile „a secco” mai prietenoase cu lianții picturii originare. În ultimul timp se folosesc tot mai mult geluri decapante ce nu penetrează în suport sau enzime speciale de curățare eficiente, având o acțiune strict pe suprafață. Policromia unei fresce poate fi distrusă uneori și de erupțiile superficiale de mușcăi, iar zona în care mușcăiul este vizibil trebuie urgent îndepărtată, prin ștergerea suprafeței cu soluție diluată de acid clorhidric și apoi îndepărtarea excesului de soluție prin clătirea cu apă

din abundență. Este foarte important ca mucegaiul care apare pe zidurile cu frescă să fie înlăturat eficient. Mucegaiul apare la suprafața picturii murale, datorită umezelii din interiorul pereților, sau în cazul în care preparația ce constituie suportul frescei este pe bază de ipsos. Tratarea pereților împotriva umezelii se poate face prin ventilarea corespunzătoare a spațiului pentru a împiedica formarea condensului pe pereți.

## 2.4. Curățarea prin piroliză cu laser

Cea mai mare provocare pentru restaurator, o putem considera, îndepărtarea murdăriei puternic aderente de pe suprafața picturii vechi fără a afecta patina, vernisul sau straturile policrome foarte subțiri [12].

Cele mai utilizate procedee de curățare a obiectelor de patrimoniu sunt: cele care se bazează pe procese fizico-mecanice prin abraziune fină spălare cu soluții organice și lichide ionice, curățare cu sisteme enzimatică pentru îndepărtarea murdăriei grase și în sfârșit curățarea prin folosirea laserului cu piroliză [13].

Razele laser au fost utilizate pe la începutul anilor '70 adesea ca procedeu selectiv, pentru curățarea picturilor vechi datorită capacității sale de a nu modifica, mai ales suprafața picturii de șevalet dar și a picturii murale [14].

Deși necesită timp de aplicare îndelungat, multă atenție și costuri ridicate, procedeul curățării cu laser pare să fie preferat deoarece este compatibil cu materialele anorganice, care nu au pătruns pe suprafețe mari.

Laserul este eficient atunci când dispozitivul este manevrat cu multă îndemânare și în condiții de maximă siguranță la anumiți parametri, fiind considerată una dintre cele mai delicate aplicații practice [15].

Folosirea laserului în curățarea picturilor se face în două mari direcții de utilizare:

- curățare cu laser a suprafețelor policrome;
- decontaminarea picturilor vechi.

Curățarea cu laser aplicată suprafețelor, relativ mari, policrome a icoanelor vechi, prezintă o serie mare de avantaje, dar și multe dezavantaje. Printre avantaje enumerăm: îndepărtarea eficientă și selectivă a murdăriei fără folosirea testelor de spălare, toxicitate scăzută pentru operator, costuri reduse și altele, iar dintre dezavantaje: agresivitatea ridicată asupra patinei de vechime, a vernisului și a staturilor subțiri puternic degradate. Deci este absolut necesar să cunoaștem atât caracteristicile materialului, cât și cele ale laserului.

### 2.4.1. Rolul laserului în curățarea picturilor

Caracteristicile unui laser de care trebuie să ținem cont atunci când este ales pentru curățarea murdăriei sunt: energia și durata pulsului, lungimea de undă, mărimea spotului și rata repetiției.

Densitatea sau fluența energiei este raportul dintre energia pulsului și aria secțiunii razei laser. Este foarte importantă stabilirea pragului de ablație ce înseamnă cantitatea minimă de energie necesară îndepărtării materialului sub formă de molecule,

a pragului de deteriorare care înseamnă cea mai mare fluență la care materialul este complet îndepărtat, fără afectarea substratului.

Rezultate foarte bune se obțin când durata pulsului este mai mică decât timpul necesar relaxării termice, pentru a facilita disiparea căldurii în zone învecinate, împiedicând astfel înmuierea, carbonizarea și decolorarea materialului.

Pentru ca raza laser incidentă să nu interacționeze cu plasma rezultată în urma acțiunii pulsului anterior, se va regla rata repetiției.

Ablația reprezintă îndepărtarea cu ajutorul laserului a murdăriei ancrasată sau vernis-ul îmbătrânit prin procese termochimice, respectiv fototermice ce absorb radiația, ducând la ruperea legăturilor chimice și la formarea de ioni, atomi, molecule sau radicali volatili [16]. Spotul laserului încălzește zona de lucru fiind înconjurată de zone reci, la limita dintre ele se creează tensiuni și delaminări între straturi. Zone apreciabile de material este desprins sub formă de particule și solzi. În curățarea picturilor vechi se folosesc adesea lasere cu lungimi de undă din domeniul UV, Vis și IR.

#### **2.4.2. Efectele laserului asupra materialelor picturale**

De regulă un tablou este format dintr-un suport de pânză sau lemn, peste care se aplică un strat de grund, mai multe pelicule cu diverse culori, formate din pigmenți și lianți, peste care se aplică vernis-ul după uscare. Peliculă transparentă cu rol estetic și de protecție, vernis-ul în timp se degradează în special datorită factorilor de mediu mai ales al luminii cu care vine în contact suprafața pictată. Factorii principali ce duc la degradarea vernisului, sunt radiațiile ultraviolete din compoziția luminii care au o putere de pătrundere de aproape 15  $\mu\text{m}$  în adâncime inducând reacții de oxidare, condensare și deshidratare, cu formare de cetone volatile, schimbându-și culoarea, imaginea picturii fiind greu lizibilă și deci se impune îndepărtarea vernisului [17].

Creșterea treptată a fluenței radiației duce la o excitare a tuturor grupărilor cromofore, apoi la o scădere a ei, excesul de energie fiind transformat în căldură de volatilizare a murdăriei și vernisului degradat. Cum era de așteptat, absorbția radiației este mai accentuată în straturile superficiale și mai scăzută în profunzime.

Cercetătorii au observat că vernis-ul, dar și stratul de murdărie depus pe stratul de culoare, are rol de protecție față de radiația laser [18]. Utilizarea ablației cu laser determină scăderi ale concentrației în acid oleic precum și ale compușilor hidroxilici, dar sunt și autori care au evidențiat existența unor reacții de tip cross-linking în uleiul folosit ca mediu. Picturile realizate în tempera au arătat o degradare accentuată a emulsiei de ou după iradiere cu laser, asemănătoare tehnicii de îmbătrânire cu raze UV, posibil formându-se radicali liberi sub influența laserului.

Modificări sub acțiunea laserului au survenit și la culori precum, ocrul galben în ulei, la culoarea ocru în emulsie de ou și sienna naturală, suprafețele devenind rugoase. Sunt și pigmenți, precum galbenul de crom în amestec cu uleiul de in, la care iradierea cu laser, nu produce modificări majore ale suprafeței [19].

O mare stabilitate, termică și fotochimică la radiațiile laser, o au pigmenții din pământurile colorate, negru de os, verdele viridian, verdigris etc. [20]. Înainte de

curățarea cu laser, se impune o analiză privind pelicula de culoare și compoziția vernis-urilor, pentru ca operația să nu afecteze culoarea pigmentilor și stratul pictural. Deși este o metodă modernă și sigură considerată de mulți cercetători în domeniu ca fiind ecologică, este indicată o monitorizare în timp a tuturor efectelor curățării cu laser privind desprinderi ale peliculelor sau alte degradări ale lianților.

### **Bibliografie**

1. **Giorgi R., Baglioni M., Berti D., Baglioni P.** *New Methodologies for the conservation of cultural heritage: Micellar solutions, microemulsions, and hydroxide nanoparticles*, Accounts of Chemical Research, 43(6), 2010, pp. 695-704.
2. **Sandu I., Sandu I.C.A., Vasilache V., Geaman M.L.** *Aspecte moderne privind conservarea bunurilor culturale*, Vol. IV. Determinarea stării de conservare și restaurarea picturilor de șevalet, Ed. Performantica, Iași, 2006.
3. **Vasilache V., Sandu I., Luca C., Sandu I.C.A.** *Noutăți în conservarea științifică a lemnului vechi policrom*, Ed. Universității "Al.I.Cuza", Iași, 2009.
4. \* \* \*, *Nanotechnologies for Cultural Conservation*, [www.nanoforart.eu/](http://www.nanoforart.eu/) (accessed on 31.01.2015).
5. **Maravelaki N., Lionakis E., Kapridaki C., Agioutantis Z., Verganelaki A., Perdikatsis V.** *Characterization of hydraulic mortars containing nanotitania for restoration applications*, 12th International Congress on the Deterioration and Conservation of Stone, 22nd- 26th October 2012, New York, USA.
6. **Balliana E., Ricci G., Pesce C., Zendri E.** *Assessing the Value of Green Conservation for Cultural Heritage: Positive and Critical Aspects of Already Available Methodologies*, International Journal of Conservation Science, 7, Special Issue, 2016, pp. 185-203.
7. **Schmid P.** *Extraction and purification of lipids II. Why is chloroform-methanol such a good lipid solvent*, Physiological Chemistry and Physics, 5, 1973, pp. 141-50.
8. **Graham I.** *The effect of solvents on linolein films*, Journal of the Oil and Color Chemists' Association 36, 1953, pp. 500–506.
9. **Browne F.** *Swelling of paint films in water VIII. Swelling of linseed oil paints in water and organic liquids*, Forest Products Journal, 6, 1956, pp. 312-18.
10. **Sutherland K.** *Solvent-extractable components of linseed oil paint films*, Studies in Conservation, 48, 2003, pp. 111-135.
11. **NIOSH**, *Pocket Guide to Chemical Hazards*, U.S. Department of Health and Human Services, Washington, D.C., 1997.
12. **Brandi C.** *Teoria del restauro*, Edizioni di Storia e Letteratura, Roma. (T. Einaudi, editor), 1997.
13. **Oujja M., Sanz M., Rebollar E. Marco, J.F., Domingo C., Pouli P., Kogou S., Fotakis C., Castillejo M.** *Wavelength and pulse duration effects on laser induced changes on raw pigments used in paintings*, Spectrochimica Acta, Part A-Molecular And Biomolecular Spectroscopy, 102, 2013, pp. 7-14.



14. **Asmus J.F., Lazzarini L., Martini A., Fassina V.** *Performance of the Venice Statue Cleaner*, Proceedings of the Fifth Annual Meeting of the American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, Boston, USA, 1977, pp. 5-11.
15. **Phenix A., Sutherland K.** *The Cleaning of Paintings: Effects of Organic Solvents on Oil Paint Films*, Reviews in Conservation, 2, 2001, pp. 47–60.
16. **Zafiropulos V., Galyfianaki A., Boyatzis S., Fostiridou A., Ioakimoglou E.** *UV Laser Ablation of Polymerized Resin Layers and Possible Oxidation Processes in Oil-Based Painting Media*, Optics and Lasers in Biomedicine and Culture (C. Fotakis et al editors Springer Verlag Berlin, Heidelberg), 5, 2000, pp. 115-122
17. **Theodorakopoulos C., Zafiropulos V.** *Laser Cleaning Applications For Religious Objects*, *European Journal of Science and Theology*, 1(1), 2005, pp. 63-76.
18. **Pouli P., Emmony D.C.** *The effect of Nd:YAG laser radiation on medieval pigments*, *Journal of Cultural Heritage*, 1, 2000, S181– S188.
19. **Bordalo R., Morais P.J., Gouveia H., Young C.** *Laser Cleaning of Easel Paintings: An Overview*, *Laser Chemistry*, 2006, Article ID 90279.
20. **Morais P.J., Bordalo R., dos Santos L., Marques S.F., Salgueiredo E. Gouveia H.** *Excimer Laser Ablations of Egg Tempera Paints and Varnishes*, *Lasers in the Conservation of Art Works, Lacona VI Proceedings*, Vienna, Austria, 21-25 Sept., 2005.