



A61L 2/232 (2006.01),  
A61L 9/00 (2006.01),  
B01J 21/06 (2006.01),  
B01J 35/00 (2006.01),  
B01J 37/02 (2006.01),  
B01D 53/86 (2006.01),  
B01D 21/06 (2006.01),  
B01D 53/94 (2006.01)

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2018 00828

(22) Data de depozit: 24/10/2018

(41) Data publicării cererii:  
30/04/2020 BOPI nr. 4/2020

(71) Solicitant:  
• BUCUREȘTEANU RĂZVAN CĂTĂLIN,  
STR. PEȘTERA SCĂRIȘOARA NR.1A,  
BL.701A, SC.A, AP.26, SECTOR 6,  
BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:  
• BUCUREȘTEANU RĂZVAN CĂTĂLIN,  
STR. PEȘTERA SCĂRIȘOARA NR.1A,  
BL.701A, SC.A, AP.26, SECTOR 6,  
BUCUREȘTI, B, RO

(74) Mandatar:  
ROMINVENT S.A.,  
STR. ERMIL PANGRATTI NR.35,  
SECTOR 1, BUCUREȘTI

(54) COMPOZIȚIE DE RĂȘINI POLIMERICE DE ACOPERIRE,  
CU PROPRIETĂȚI FOTOCATALITICE BIOCID, ȘI METODĂ  
FOTOCATALITICĂ PENTRU DEZINFECȚIA SUPRAFEȚELOR  
ACOPERITE CU RĂȘINI POLIMERICE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o compoziție cu rășini polimerice de acoperire, cu proprietăți fotocatalitice biocid, și la o metodă fotocatalitică pentru dezinfecția suprafețelor acoperite cu rășini polimerice, folosită pentru protecția și dezinfecția suprafețelor și a obiectelor cu cerințe speciale de igienă. Compoziția conform invenției este realizată dintr-o bază de rășină polimerică de tip epoxidică, fie poliuretanică, vinilică, poliestică, acrilică sau rășină hibridă epoxi-estică sau epoxi-vinilică, sau rășini pentru mase plastice termorigide, precum polimetacrilatul de metil, acril-butadien-stiren, poli-etilena, polipropilena, policlorura de vinil, poliamida, policarbonați, politetrafluoroetilena, și în care se dispersează între 3% și 20% părți de masă de pigment format din particule de oxizi metalici semiconductori, de tipul  $TiO_2$  sau  $ZnO$ , dopați între 0,7% și 4,5% cu ioni de Ag sau Cu, Au, Ni, Fe, Cr, Co, Mn, adăugându-se întăritori,

catalizatori, agenți reologici și tixotropici, iar rășina preparată poate fi sub formă de pulbere, lichidă, email sau gel coat, și se aplică fie direct pe suprafețele care trebuie protejate, sau pe suporturi de tip tapet de fibră de sticlă, fibră de carbon, fibră celulozică sau lemnoasă, ori mase plastice de tip PVC sau ABS. Metoda fotocatalitică, în conformitate cu invenția, realizează iradierea rășinii polimerice fotocatalitice cu unde cu lungimea cuprinsă între 450 nm și 500 nm, și activează fotocatalitic pigmentul de oxid metalic semiconductor, apărând speciile reactive ale oxigenului singlet ROS (de tip  $O_2^1\Delta_g$  sau  $O_2^1\Sigma_g^+$ ), cu o acțiune biocidă și dezinfectantă, obținându-se un proces de dezinfecție a suprafețelor interioare controlată, reglabil prin intensitatea luminoasă.

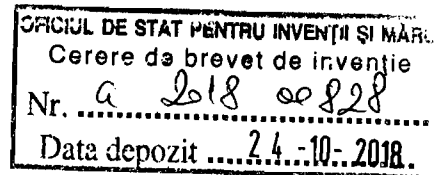
Revendicări: 7

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



**COMPOZIȚIE DE RAȘINI POLIMERICE DE ACOPERIRE CU PROPRIETĂȚI  
FOTOCATALITICE BIOCIDE ȘI O METODĂ FOTOCATALITICĂ PENTRU  
DEZINFECȚIA SUPRAFETELOR ACOPERITE CU RĂȘINI POLIMERICE**

DESCRIERE



Prezenta invenție se referă la o **Compoziție de rășini polimerice de acoperire cu proprietăți fotocatalitice biocide și o Metodă fotocatalitică pentru dezinfecția suprafețelor acoperite cu rășini polimerice**, compoziție de rășină polimerică fotocatalitică biocidă în care se dispersează mai întâi un agent fotosensibilizant pe bază de oxid metalic semiconductor de tip  $TiO_2$  dopat sau  $ZnO$  dopat. Rășina polimerică fotocatalitică biocidă astfel preparată se folosește pentru protecția suprafețelor podelelor, pereților, tavelor din incintele cu cerințe ridicate de igienă și dezinfecție microbiană, sau la protecția și acoperirea suprafețelor produselor și a furniturilor metalice, din lemn plin sau stratificat, din materiale plastice sau din fibre de sticlă sau fibră de carbon folosite în zonele susceptibile de contaminare microbiană. Protecția și acoperirea se realizează fie prin depunere directă de rășină polimerică fotocatalitică biocidă pe suprafața obiectelor de protejat, fie rășina se încorporează în soluțiile polimerice folosite la realizarea acoperirilor de protecție igienică a spațiilor cu cerințe igienice deosebite. Conform descrierii prezentei invenții, această compoziție de rășină polimerică fotocatalitică biocidă se realizează fie din rășină epoxidică, fie poliuretanică, vinilică, poliestică, acrilică sau rășină hibridă epoxi-estică sau epoxi-vinilică sau rășini pentru mase plastice termorigide precum polimetacrilatul de metil, acril-butadien-stiren, polietilena, polipropilena, policlorura de vinil, poliamida, policarbonați, politetrafluoroetilena, iar în aceste rășini se adaugă în proporție de masă, raportată la masa totală a compoziției, între **3% până la 20% părți** de agent fotocatalitic biocid format din particule de oxizi metalici semiconductori de tipul  $TiO_2$  sau  $ZnO$ , iar în structura lor cristalină se introduc, prin diferite procedee chimice de impurificare, ionii de metale tranziționale ca **Ag**, sau **Cu**, **Au**, **Ni**, **Fe**, **Cr**, **Co**, **Mn**, ioni care sunt folosiți ca dopanți în proporții cuprinse între **0.7% și până la 4.5% părți din masa oxidului metalic semiconductor**, părțile fiind exprimate în greutate de masă. Prin acest procedeu de impurificare chimic, **denumit dopaj chimic**, se realizează modificarea energiei benzii interzise a oxidului metalic semiconductor de tip  $TiO_2$  sau  $ZnO$ . Astfel energia de excitare a oxizilor metalici semiconductori se micșorează, în acest fel ei pot fi excitați de radiația luminoasă din spectrul vizibil ce declanșează prin fotoexcitare o serie de procese chimice fotocatalitice cu acțiune dezinfectantă biocidă. Invenția descrie și o **metodă fotocatalitică de**

*Mucil*

**activare** a fotosensibilizatorului de oxid metalic semiconductor dopat ce este dispersat în compoziția de rășină polimerică fotocatalitică biocidă, conform celor descrise mai sus, metodă de activare care folosește lămpile de iluminat interior cu LED, ce emit și cuante din domeniul spectral vizibil cu lungime de undă cuprinsă **între 450nm și 550 nm** și cu care se iradiază rășină polimerică fotocatalitică biocidă folosită în zonele susceptibile de contaminare microbiană. Prin această metodă se realizează activarea fotocatalitică a oxidului metalic semiconductor dopat și dispersat în compoziția de rășina fotocatalitică biocidă de tip polimer. Lumina ce iradiază rășina polimerică fotocatalitică biocidă inițiază procesul chimic de fotocataliză care se generează la nivelul oxidului metalic semiconductor dispersat. Realizarea procesului chimic de fotocataliză prin metoda descrisă în prezenta invenție are acțiune biocidă dezinfectantă față de microorganismele care vin în contact cu rășina polimerică fotocatalitică biocidă. Folosirea acestei compoziții descrise în prezenta invenție, precum și metoda de activare fotocatalitică a rășinii polimerice fotocatalitice biocide asigură o protecție și dezinfecție antimicrobiană și antifungică a suprafețelor podelelor, pereților, tavanelor din incintele cu cerințe ridicate de igienă, precum și o protecție cu rol dezinfectant la acoperirea suprafețelor produselor și a u furniturilor metalice, din lemn plin sau stratificat, din materiale plastice sau din fibre de sticlă sau fibră de carbon și folosite în zonele susceptibile cu contaminare microbiană și cerințe de igienă ridicată.

Oxizii metalici semiconductori au rol de fotosensibilizator în reacțiile fotocatalitice. Efectul fotocatalitic este determinat de energia benzii interzise. Pentru oxizii metalici semiconductori de tipul **TiO<sub>2</sub>** sau de **ZnO** energia benzii interzise este de **3.2 eV - 3.3 eV**, și corespunde domeniului spectral ultraviolet apropiat, cu lungimi de unde de 360 nm – 380 nm. Generarea reacțiilor chimice fotocatalitice se obține când oxidul metalic semiconductor de tip **TiO<sub>2</sub>** sau **ZnO** este excitat de energia luminoasă egală sau mai mare decât lărgimea benzii interzise. Se cunoaște efectul și modul de acțiune în terapia fotodinamică a fotosensibilizatorilor ce se bazează pe reacții fotochimice. Aceste reacții sunt declanșate de interacțiunea unei substanțe fotosensibile cu lumina cu o anumită lungime de undă, și formează specii reactive ale oxigenului singlet de tip **ROS** (de tip  $O_2 \ ^1\Delta_g$  sau  $O_2 \ ^1\Sigma_g^+$ ). Acțiunea dezinfectantă a fotosensibilizatorilor de oxizi metalici semiconductori de tipul **TiO<sub>2</sub>** sau **ZnO** se realizează prin apariția acestui mecanism fotocatalitic, declanșat de interacțiunea agentului fotosensibilizant, ce conține oxizi metalici semiconductori de tipul **TiO<sub>2</sub>** sau **ZnO**, cu lumina cu o anumită lungime de undă, în urma căreia apar speciile reactive de oxigen – oxigen singlet **ROS**, specii reactive cu rol determinant în distrugerea microorganismelor, și care conferă acestor specii reactive rol bactericid și antifungic.

Prin **ROS (Reactive oxygen species)** se înțeleg speciile de radicali oxigen reactiv apărute ca

urmare a transferului de electroni de la substratul semiconductor la moleculele libere de oxigen, mult mai reactive față de moleculele organice din structura peretelui celular al microorganismelor, decât oxigenul molecular în sine.

Se obține în acest fel un proces de dezinfectie al suprafețelor interioare controlat, reglabil prin intensitatea luminoasă, în funcție de necesitățile de dezinfectie și reproductibil, fără a fi influențat de variația factorilor externi luminoși.

La oxizii metalici semiconductori se poate modifica energia benzii interzise printr-un procedeu chimic de impurificare cu ioni metalici, procedeu denumit **dopare chimică a cristalelor de oxid metalic semiconductor**. Prin procedeu chimic de dopare se introduce în structura cristalului de oxid metalic semiconductor de tip **TiO<sub>2</sub>** sau **ZnO** ioni de metale tranziționale de tipul **Ag**, sau **Cu, Au, Ni, Fe, Cr, Co, Mn**. Aceste impurități, sub formă de ioni metalici, introduși în structura cristalului de oxid metalic prin dopare chimică, modifică energia benzii interzise și deplasează către spectrul vizibil lungimea de undă a radiației electromagnetice necesară activării fotocatalitice a oxizilor metalici semiconductori dopați. Mai exact, radiațiile electromagnetice din **domeniul spectral vizibil cu lungimi de unde cuprinse între 450 nm și 500 nm** declanșează procesele chimice fotocatalitice la nivelul oxizilor metalici semiconductori de tipul TiO<sub>2</sub> sau ZnO, ce au fost dopați chimic cu ioni de metale tranziționale de tipul **Ag, sau Cu, Au, Ni, Fe, Cr, Co, Mn**

**Unul dintre primele exemple de aplicare a fotocatalizei semiconductoră ca metodă de dezinfectie a fost lucrarea lui Matsunaga și colab. [T. Matsunaga, R. Tomoda, T. Nakajima, N. Nakamura, T. Komine, *f~Q1 Appl. Environ. Microbiol.* 54 (1988) pag 1330]. Ei au reușit să demonstreze că particulele de TiO<sub>2</sub> prin iradierea lor cu lumină în spectrul ultraviolet au fost eficiente în foto-distrugerea bacteriilor, cum ar fi *Lactobacillus acidophilus*, *Saccharomyces cerevisiae* și *Escherichia coli*, și că acțiunea de foto-distrugere a fost asociată cu reducerea nivelului CoA intracelular prin fotooxidare. În alt studiu Cushnie și colab. [T. P. T. Cushnie, P. K. J. Robertson, S. Officer, P. M. Pollard, R. Prabhu, C. McCullagh, J. M. C. Robertson *Photobactericidal effects of TiO<sub>2</sub> thin films at low temperatures – A preliminary study J. Photochem. Photobiol. A*, 216 (2010), pp. 290-294] au demonstrat și evaluat eficacitatea antibacteriană foarte bună a TiO<sub>2</sub> anatasat, activat de UV asupra *Staphylococcus aureus* inclusiv în experimente efectuate la temperaturi joase. În alt studiu U. Joost și colab. [U. Joost, K. Juganson, M. Visnapuu, M. Mortimer, A. Kahru, E. Nõmmiste, U. Joost, V. Kisand, A. Ivask, *Photocatalytic antibacterial activity of nano-TiO<sub>2</sub> (anatase)-based thin films: effects on Escherichia coli cells and fatty acids, Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* (2014)] au demonstrat eficacitatea deosebită a TiO<sub>2</sub> activat fotocatalitizat de UV ca agent bactericid asupra *Escherichia coli*. În alt studiu din 2015 Fagan arată că TiO<sub>2</sub> simplu sau dopat cu Ag, sau Au, Cu,**



Ni are excelente proprietăți bactericide fotocatalitice și explică mecanismul de acțiune fotocatalitic biocid al TiO<sub>2</sub> [*Fagan, R. et al.,(2015) A review of solar and visible light active TiO<sub>2</sub> photocatalysis for treating bacteria, cyanotoxins and contaminants of emerging concern, Materials Science in Semiconductor Processing,vol.42, pp. 2-14*]

În brevetul : **DE202015000762U** se descrie un model de panou universal pentru lămpi acoperit cu TiO<sub>2</sub> și care are funcție de neutralizare a mirosurilor și funcție de igienizare. În brevetul **WO2011/113692A1** se descrie un procedeu de producere a panourilor de plastic acoperite cu TiO<sub>2</sub> fotocatalitic cu proprietăți biocide. În Brevetul **US 20140205546A1** se descrie realizarea unui film polimeric subțire cu TiO<sub>2</sub>

Dezavantajul major al acestor aplicații de dezinfectii fotocatalitice este dat de faptul că folosesc pentru activare fotocatalitică fie **radiația UV** – care este periculoasă pentru om – fie radiația naturală dată de **lumina solară** cu un randament cuantic foarte mic. Din această cauză, fotodezinfectia cu TiO<sub>2</sub> are numai aplicații care pot fi tolerate în perioade de contact lungi și unde există lumină solară abundentă, dar randamentele cuantice, ca și eficacitatea procesului de dezinfectie, înregistrează fluctuații date de intensitatea radiației solare.

În brevetul **US 6.680.277** se descrie o compoziție fotocatalitică pe bază de oxizi metalici dopați cu anioni de nemetale de tipul N, B, Cl, I, compoziție care este depusă pe un suport poros de tip alumina, silice sau oxid de zirconiu, fie materiale compozite poroase. Dezavantajul acestei invenții este dat de dopant care nu reușește să micșoreze energia benzii interzise suficient de mult pentru ca oxidul metalic să fie excitat cu radiație luminoasă din domeniul spectral vizibil

În brevetul **EP0633064B1** se descrie un compozit fotocatalizator cuprinzând un substrat având particule fotocatalizatoare cum ar fi oxidul de titan aderent pe acesta printr-un adeziv mai puțin degradant și un procedeu de producere a acestui compozit. Adezivul mai puțin degradant este un compus de siliciu sau ciment. Substraturile care urmează a fi utilizate includ ceramică, pahare, materiale plastice, elastomer, lemn, hârtie și articole metalice. Mai mult, acest brevet oferă o compoziție de acoperire cuprinzând și o dispersie de particule de catalizator foto și un adeziv într-un solvent. Dezavantajul major al acestei tehnici este dat de faptul că pentru activarea fotosensibilizantului este necesar să se iradieze cu lumină din domeniul UV-A, ce se află în cantități mici în radiația luminoasă, radiație periculoasă pentru om.

În brevetul **US2006/01 16279** se dezvăluie o metodă de preparare a unui compozit pe bază de oxizi metalici semiconductori precum dioxidul de titan care se mixează cu un material anorganic cum ar fi silice sau o sare de acid Bronsted, de preferință fosfat. Particulele compozite sunt produse prin amestecare uscată în condiții specifice determinate prin selectarea unor parametri adecvați. Dezavantajul major al acestei tehnici este dat de faptul că pentru activarea fotosensibilizantului este

necesar să se iradieze cu lumină din domeniul UV-A, ce se află în cantități mici în radiația luminoasă.

Dezavantajul major al acestor aplicații de dezinfecții fotocatalitice este dat de faptul că folosesc pentru activare fotocatalitică fie **radiația UV** – care este periculoasă pentru om – fie radiația naturală dată de **lumina solară** și din această cauză are un randament cuantic foarte mic, având în vedere faptul că radiația solară conține mai puțin de 5% fotoni cu lungimi de undă specifice ce activează fotosensibilizatorii cu TiO<sub>2</sub>. Din această cauză, fotodezinfecția cu TiO<sub>2</sub> nedopat are numai aplicații care pot fi tolerate în perioade de contact lungi și unde există lumină solară abundentă, dar randamentele cunatice, ca și eficacitatea procesului de dezinfecție, înregistrează fluctuații date de intensitatea radiației solare.

Prezenta invenție, **Compoziție de rășini polimerice de acoperire cu proprietăți fotocatalitice biocide și o Metodă fotocatalitică pentru dezinfecția suprafețelor acoperite cu rășini polimerice**, compoziția de rășină polimerică fotocatalitică biocidă în care se dispersează mai întâi un agent fotosensibilizant pe bază de oxid metalic semiconductor de tip TiO<sub>2</sub> dopat sau ZnO dopat, și apoi rășina polimerică fotocatalitică biocidă astfel preparată se folosește pentru protecția suprafețelor podelelor, pereților, tavelor din incintele cu cerințe ridicate de igienă și dezinfecție microbiană, sau la protecția și acoperirea suprafețelor produselor și a furniturilor metalice, din lemn plin sau stratificat, materiale plastice, din fibre de sticlă sau fibra de carbon folosite în zonele susceptibile de contaminare microbiană; protecție și acoperire ce se realizează fie prin depunere directă de rășină polimerică pe suprafața obiectelor de protejat fie rășina se încorporează în soluțiile polimerice folosite la realizarea acoperirilor de protecției igienice a spațiilor cu cerințe igienice deosebite. Conform descrierii prezentei invenții, această compoziție de rășină polimerică fotocatalitică biocidă se realizează fie din rășină polimerică de tip rășină epoxidică, fie poliuretanică, vinilică, poliesterică, acrilică sau rășină hibridă epoxi-esterică sau epoxi-vinilică sau rășini pentru mase plastice termorigide precum polimetacrilatul de metil, acril-butadien-stiren, polietilena, polipropilena, policlorura de vinil, poliamida, policarbonați, politetrafluoroetilena și în care se adaugă în proporție de masă, raportată la masa totală a compoziției, între **3% până la 20% părți** de agent fotocatalitic biocid format din particule de oxizi metalici semiconductori de tipul **TiO<sub>2</sub>** sau **ZnO**, și la care se adaugă în structura cristalină, prin diferite procedee chimice de impurificare, ionii de metale tranziționale ca **Ag**, sau **Cu, Au, Ni, Fe, Cr, Co, Mn**, ioni care sunt folosiți ca dopanți în proporții cuprinse între **0.7% și până la 4.5% părți din masa oxidului metalic semiconductor**, părțile fiind exprimate în greutate de masă. Prin acest procedeu de impurificare chimic, denumit dopaj chimic, se realizează modificarea energiei benzii interzise a

oxidului metalic semiconductor de tip  $\text{TiO}_2$  sau  $\text{ZnO}$ . Astfel energia de excitare a oxizilor metalici semiconductori se micșorează și ei pot fi excitați de radiația luminoasă din spectrul vizibil și declanșează prin fotoexcitare o serie de procese chimice fotocatalitice cu acțiune dezinfectantă biocidă. Invenția descrie și o **metodă fotocatalitică de activare** a fotosensibilizatorului de oxid metalic semiconductor dopat care este dispersat în compoziția de rășină polimerică fotocatalitică biocidă, descrisă mai sus, metodă de activare care folosește lămpile de iluminat interior cu LED, ce emit și cuante din domeniul spectral vizibil cu lungimă de undă cuprinsă **între 450 nm și 550 nm** și cu care se iradiază rășină polimerică fotocatalitică biocidă folosită în zonele susceptibile de contaminare microbiană. Prin această metodă se realizează activarea fotocatalitică a oxidului metalic semiconductor dopat și dispersat în compoziția de rășina fotocatalitică biocidă de tip polimer. Lumina ce iradiază rășina polimerică fotocatalitică biocidă inițiază procesul chimic de fotocataliză ce se generează la nivelul oxidului metalic semiconductor dispersat. Realizarea procesului chimic de fotocataliză prin metoda descrisă în prezenta invenție are acțiune biocidă dezinfectantă față de microorganismele care vin în contact cu rășină polimerică fotocatalitică biocidă. Folosirea acestei compoziții descrise în prezenta invenție precum și metoda de activare fotocatalitică a rășinii polimerice fotocatalitice biocide asigură o protecție și dezinfecție antimicrobiană și antifungică a suprafețelor podelelor, pereților, tavanelor din incintele cu cerințe ridicate de igienă, precum și o protecție cu rol dezinfectant la acoperirea suprafețelor produselor și a furniturilor metalice, plastice sau din fibre de sticlă și folosite în zonele susceptibile cu contaminare microbiană.

**Prima problemă tehnică** pe care o rezolvă prezenta invenție constă în obținerea unei compoziții de rășină polimerică fotocatalitică biocidă realizată pe bază de rășină polimerică de tip rășină epoxidică, fie poliuretanică, vinilică, poliesterică, acrilică sau rășină hibridă epoxi-esterică sau epoxi-vinilică sau rășini pentru mase plastice termorigide precum polimetacrilatul de metil, acril-butadien-stiren, polietilena, polipropilena, policlorura de vinil, poliamida, policarbonați, politetrafluoroetilena și în care se dispersează în proporție de masă, raportată la masa totală a compoziției, **între 3% și până la 20% părți** de agent fotocatalitic biocid format din particule de oxizi metalici semiconductori de tipul  $\text{TiO}_2$  sau  $\text{ZnO}$ , iar în structura cristalină a acestor oxizi metalici se introduc, prin diferite procedee chimice de impurificare, ionii de metale tranziționale ca **Ag**, sau **Cu, Au, Ni, Fe, Cr, Co, Mn**, ioni care sunt folosiți ca dopanți în proporții cuprinse între **0.7% și până la 4.5% părți din masa oxidului metalic semiconductor**, părțile fiind exprimate în greutate de masă. Oxizii metalici semiconductori dopați se încorporează în masa de rășină prin mixare. După omogenizare, compoziția de rășină polimerică fie se aplică prin depunere directă de

strat de rășină polimerică de protecție pe suprafața obiectelor de protejat, fie rășina polimerică se încorporează în soluțiile polimerice folosite la realizarea acoperirilor pentru protecția igienică a suprafețelor din spațiile cu cerințe igienice deosebite. În reacțiile fotocatalitice, oxizii metalici semiconductori de tipul **TiO<sub>2</sub>** sau de **ZnO** au rol de fotosensibilizator. Rășina polimerică descrisă în prezenta invenție capătă funcție fotocatalitică datorită faptului că în masa ei s-a dispersat oxid metalic semiconductor de TiO<sub>2</sub> dopat sau ZnO dopat. Lungimea de undă a radiației electromagnetice, care declanșează reacții chimice fotocatalitice la iradierea oxizilor metalici semiconductori din compoziția de rășină fotocatalitică biocidă, este dată de energia benzii interzise. În cazul TiO<sub>2</sub> și ZnO energia benzii interzise este echivalentă cu iradierea acestor oxizi cu radiațiile electromagnetice emise în domeniul spectral ultraviolet cu lungimile de 360 nm – 380 nm. Pentru a activa fotocatalitic oxizii metalici semiconductori de tipul TiO<sub>2</sub> sau ZnO cu radiație electromagnetică ce are lungimea de undă din domeniul spectral vizibil, este necesar să se modifice energia benzii interzise a acestor oxizi semiconductori. Modificarea energiei benzii interzise a oxizilor semiconductori se obține prin introducerea în structura cristalului de oxid metalic semiconductor de tip **TiO<sub>2</sub>** sau **ZnO** a unor atomi de metale tranzitionale de tipul **Ag**, sau **Cu**, **Au**, **Ni**, **Fe**, **Cr**, **Co**, **Mn**. Procedeu este cunoscut sub numele de dopare chimică cu impurități metalice a oxizilor metalici semiconductori. Procedeu de dopare chimică realizează deplasarea către **domeniul spectral cuprins între 450 nm și 500 nm** a lungimii de undă a radiației electromagnetice folosite la activarea procesului chimic fotocatalitic generat de oxizii metalici semiconductori de tipul TiO<sub>2</sub> dopat sau ZnO dopat. Prin dispersia de oxizi metalici semiconductori dopați în compoziția ei, rășina polimerică fotocatalitică biocidă capătă proprietăți fotocatalitice. **Mai exact, la iradierea rășinii polimerice fotocatalitice biocide cu radiație din domeniul spectral vizibil cu lungimea de undă cuprinsă între 450 nm și 500 nm, se inițiază de către fotosensibilizatorii din compoziția glazurii o serie de procese chimice fotocatalitice cu acțiune dezinfectantă biocidă la suprafața acoperirilor pe care s-a depus rășină polimerică preparată conform descrierii din prezenta invenție.** La iluminarea cu lumină vizibilă, oxizii metalici semiconductori de tipul TiO<sub>2</sub> dopat sau ZnO dopat sunt excitați cu energie egală sau mai mare decât energia benzii interzise și apar reacții chimice fotocatalitice la nivelul fotosensibilizantului. Reacțiile chimice fotocatalitice, generate astfel, au ca rezultat formarea speciilor reactive ale oxigenului de tip singlet, denumite și

**ROS (Reactive oxygen species de tip  $O_2^1\Delta_g$  sau  $O_2^1\Sigma_g^+$ ).** Speciile de radicali oxigen reactiv  $O_2^1\Delta_g$

sau  $O_2^1\Sigma_g^+$  apar în urma transferului de electroni de la substratul oxid metalic semiconductor la moleculele libere de oxigen atmosferic, proces mediat de transfer energetic declanșat la iradierea cu

lumină vizibilă. Excitarea fotochimică a moleculelor neutre de oxigen are ca rezultat transformarea lor în specii de tip **ROS** (*Reactive oxygen species* de tip  $O_2^1\Delta_g$  sau  $O_2^1\Sigma_g^+$ ). Speciile de radicali oxigen reactiv  $O_2^1\Delta_g$  sau  $O_2^1\Sigma_g^+$  au afinitate chimică față de microorganismele bacteriene sau fungice prezente pe suprafața acoperită cu rășină polimerică preparată ce este preparată conform descrierii din prezenta invenție. Prin iradierea cu radiație electromagnetică din domeniul vizibil, se obține un fenomen de dezinfecție biocidă fotocatalitică a suprafețelor acoperite cu această rășină polimerică. Realizarea acestei invenții asigură în mod continuu o protecție și dezinfecții antimicrobiană și antifungică a suprafețelor podelelor, pereților, tavanelor din incintele cu cerințe ridicate de igienă și dezinfecție microbiană, a suprafețelor produselor și a furniturilor metalice, din lemn plin sau stratificat, materiale plastice sau din fibre de sticlă ori fibră de carbon și sunt folosite în zonele susceptibile de contaminare microbiană. Protecția și acoperirea se realizează fie prin depunere directă de rășină polimerică fotocatalitică biocidă pe suprafața obiectelor de protejat, fie rășina fotocatalitică biocidă se încorporează în soluțiile polimerice folosite la realizarea acoperirilor de protecție igienică a spațiilor cu cerințe igienice deosebite.

**A doua problemă tehnică** pe care o rezolvă prezenta invenție este realizarea unei **Metode fotocatalitice pentru dezinfecția suprafețelor acoperite cu rășini polimerice, metodă** care folosește radiația luminoasă din domeniul spectral cuprins între 450 nm și 500 nm pentru activarea fotosensibilizatorului dispersat în compoziția de rășină polimerică fotocatalitică biocidă, fotosensibilizator care este realizat pe bază de oxizi metalici semiconductori de tip **TiO2 dopat** sau **ZnO dopat**. Acești oxizii metalici semiconductori de tip **TiO2** sau **ZnO** au fost dopați în structura lor cristalină cu metale tranziționale ca **Ag**, sau **Cu, Au, Ni, Fe, Cr, Co, Mn**, conform descrierii din prezenta invenție. Lămpile care sunt folosite pentru realizarea acestei metode asigură iluminatul normal al spațiilor interioare, dar mai conțin și surse de iradiere ce emit lumină continuă, pulsatorie sau intermitentă în **domeniul spectral cuprins între 450 nm și 500 nm**. Radiația electromagnetică, care este emisă de aceste lămpi de iluminare pentru realizarea metodei, are rolul de a excita fotocatalitic oxizii metalici semiconductori dispersați în compoziția de rășină polimerică aplicată pe suprafețele obiectelor de protejat. Metoda descrisă - **Metoda fotocatalitică pentru dezinfecția suprafețelor acoperite cu rășini polimerice**, - activează și inițiază funcția de dezinfecție a rășinii polimerice fotocatalitice biocide, rășină polimerică realizată conform descrierii din această invenție. Funcție este generată de iradierea acestei rășini polimerice fotocatalitice biocide cu fotoni emiși de lămpile de iluminare a spațiilor interioare, fotoni ce au lungimea de undă în **domeniul spectral**

cuprins între 450 nm și 500 nm. Prin iradierea rășinii polimerice se realizează o excitare fotocatalitică a oxizilor metalici semiconductori cu acești fotoni și se declanșează procesele fotochimice de formare a speciilor reactive de oxigen singlet care au rol dezinfectant la suprafața rășinii polimerice. Lămpile folosite în realizarea metodei de activare fotocatalitică din prezenta invenție pot fi fixate pe plafonul încăperilor sau pe pereții laterali ai incintelor, sau sunt sub formă de benzi cu leduri aplicate pe pereții încăperilor, sau sunt lămpi mobile ce iluminează în funcție de cerințele de dezinfecție și au diferite forme, în funcție de necesități.

Prin aplicarea prezentei invenții **Compoziție de rășini polimerice de acoperire cu proprietăți fotocatalitice biocide și o Metodă fotocatalitică pentru dezinfecția suprafețelor acoperite cu rășini polimerice** se obțin următoarele avantaje:

- Prin doparea oxizilor metalici semiconductori cu ioni de metale tranziționale ca **Ag** sau **Cu**, **Au**, **Ni**, **Fe**, **Cr**, **Co**, sau **Mn** se deplasează spectrul de activare al fotosensibilizatorului realizat din oxizi metalici semiconductori de tipul **TiO<sub>2</sub>** sau **ZnO** spre unde luminoase emise în domeniul spectral vizibil, iar procesele fotochimice cu rol dezinfectant se obțin la iradiere în domeniul vizibil;
- Realizarea unei acoperiri totale **cu un material de protecție antibacterian** a suprafețelor podelelor, pereților, tavanelor din incintele cu cerințe ridicate de igienă și dezinfecție microbiană, a suprafețelor produselor și a furniturilor metalice, plastice sau din fibre de sticlă folosite în zonele susceptibile de contaminare microbiană; protecție și acoperire ce se realizează fie prin depunere directă de rășină polimerică pe suprafața obiectelor de protejat, fie rășina se încorporează în soluțiile polimerice folosite la realizarea acoperirilor de protecție igienică a spațiilor cu cerințe igienice deosebite, eliminând astfel transmiterea de infecții nozocomiale;
- Prin aplicarea prezentei invenții, folosind radiația luminoasă din domeniul vizibil, se obține un fenomen de dezinfecție bacterică continuă a incintelor în care există pericolul apariției și răspândirii germenilor microbieni cu potențial nozocomial;
- Se elimină astfel necesitatea utilizării pentru activarea fotosensibilizatorului de unde din domeniul UV, periculoase pentru om;
- Ușurință în procesul de fabricație a compoziției, deoarece fotosensibilizatorii oxizi metalici semiconductori dopați folosiți sunt total compatibil cu tehnologiile existente în prezent.

## EXEMPLE DE REALIZARE A INVENȚIEI

**Exemplul 1 - Compoziție de rășină polimerică fotocatalitică biocidă termoplastică și termostabilă**

Se prezintă un exemplu de realizare a invenției pentru protejarea suprafețelor pe care se aplică direct rășina polimerică sub formă de vopsea pulbere în câmp electrostatic. Se realizează mai întâi doparea oxidului metalic semiconductor de tip  $\text{TiO}_2$  sau  $\text{ZnO}$  cu ioni de metale tranziționale printr-un procedeu umed sau sol-gel. Se pot folosi ioni de **Ag, sau Cu, Au, Ni, Fe, Cr, Co, Mn**. Datorită potențialelor electrochimice a ionilor de Zn și Cu, se preferă însă folosirea pentru doparea oxidului metalic semiconductor de  $\text{ZnO}$  cu **oxid de Cu (I) –  $\text{Cu}_2\text{O}$  oxid cupros monovalent**. Într-un reactor prevăzut cu agitator se adaugă 500 litri de soluție de  $\text{NaOH}$  1M în care se dizolvă 200 kg de  $\text{ZnO}$ . Se agită soluția timp de 15 -30 minute. Se adaugă lent **oxid de cupru (I) -  $\text{Cu}_2\text{O}$**  - astfel încât masa de **ioni de cupru (I) -  $\text{Cu}^+$**  - să fie în proporție cuprinsă între 0.7 % și până la 4.5% părți din masa de  $\text{ZnO}$ . Se corectează pH soluției finale până la minim 8.5 – 9, prin adăugare de soluție de  $\text{NaOH}$  1M. Se continuă agitarea timp de 1 oră. Se decantează de surplusul de apă, se usucă și apoi se calcinează la o temperatură de 450 grade Celsius. Apoi se răcește lent și masa calcinată se aduce la granulația corespunzătoare prin măcinare în moară cu bile. Se poate folosi și oxid metalic semiconductor de tip  $\text{TiO}_2$  care se dopează cu **oxid de Cu (I) –  $\text{Cu}_2\text{O}$  oxid cupros monovalent**. Într-un reactor prevăzut cu agitator se adaugă 500 litri de soluție de  $\text{NaOH}$  1M în care se dizolvă 200 kg de  $\text{TiO}_2$ . Se agită soluția timp de 30 minute. Se adaugă lent **oxid de cupru (I) -  $\text{Cu}_2\text{O}$**  - astfel încât masa de **ioni de cupru (I) -  $\text{Cu}^+$**  - să fie în proporție cuprinsă între 0.7 % și până la 4,5% părți din masa de  $\text{TiO}_2$ . Se corectează pH soluției finale până la minim 8.5 – 9 prin adăugare de soluție de  $\text{NaOH}$  1M. Se continuă agitarea timp de 1 oră. Se decantează de surplusul de apă, se usucă și apoi se calcinează la o temperatură de 200 grade Celsius. Apoi se răcește lent și masa calcinată se aduce la granulația corespunzătoare prin măcinare în moară cu bile. Ca agent de dopare a oxidului metalic semiconductor se pot folosi și alte metale tranziționale sub formă de săruri sau oxizi de  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MnO}_2$  sau  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ . După ce se aduce pigmentul fotocatalitic la granulația corespunzătoare, se stochează în tancuri de stocaj din care se va introduce în procesul de fabricație. Se prepara apoi o vopsea pulbere prin amestecarea unor polimeri sub formă de pulbere, în raport de masă 60-70% polimeri pe baza de rășini epoxidice , poliuretanică sau poliesterică sau se folosește o rășină hibridă epoxi-poliesterică, și la care se adaugă întăritori 10 - 20%, agenți de umplură 15 – 20%, stabilizatori și agenți reologici, catalizator și apoi se adaugă până la 10 % agentul fotosensibilizant, preparat înainte, sub forma de oxid metalic semiconductor de tip  $\text{TiO}_2$  dopat sau  $\text{ZnO}$  dopat. Se omogenizează și se verifică granulație. Compoziția de vopsea pulbere, astfel produsă, se aplică pe suprafețele metalice folosind tehnologiile convenționale de vopsit în câmp electrostatic.

Se formează la suprafața obiectelor un strat termoplastic sau termorigid cu proprietăți fotocatalitice datorită prezenței de pigment sub formă de oxid metalic semiconductor dopat de tip  $\text{TiO}_2$  sau  $\text{ZnO}$

### **Exemplul 2 - Compoziție de rășină polimerică fotocatalitică biocidă sub formă gel coat igienic aplicat pe suprafața exterioară a obiectelor compozite**

Se prezintă un exemplu de realizare a invenției sub forma unei compoziții de rășină polimerică epoxidică sau poliesterică sub formă de gel coat ce se aplică pe suprafața exterioară a obiectelor din materiale compozite gen fibră de sticlă, fibră de carbon etc și care formează un strat exterior fotocatalitic biocid igienic. Obiectele compozite pe care s-a aplicat acest gel coat fotocatalitic pot fi folosite în zonele cu cerințe deosebite de igienă. Se realizează mai întâi procedura de dopare a oxidului metalic semiconductor de tip  $\text{TiO}_2$  sau  $\text{ZnO}$  cu ioni de metale tranziționale printr-un procedeu umed sau sol-gel. Se pot folosi ioni de **Ag**, sau **Cu, Au, Ni, Fe, Cr, Co, Mn**. Într-un reactor prevăzut cu agitator se adaugă 500 litri de soluție de  $\text{NaOH}$  1M în care se dizolvă 200 kg de  $\text{ZnO}$ . Se agită soluția timp de 15 -30 minute. Se adaugă lent **oxid de cupru (I) -  $\text{Cu}_2\text{O}$**  - astfel încât masa de **ioni de cupru (I) -  $\text{Cu}^+$**  - să fie în proporție cuprinsă între 0.7 % și până la 4.5% părți din masa de  $\text{ZnO}$ . Se corectează pH soluției finale până la minim 8.5 – 9 prin adăugare de soluție de  $\text{NaOH}$  1M. Se continuă agitarea timp de 1 oră. Se decantează de surplusul de apă, se usucă și apoi se calcinează la o temperatură de 450 grade Celsius. Apoi se răcește lent și masa calcinată se aduce la granulația corespunzătoare prin măcinare în moară cu bile. Se poate folosi și oxid metalic semiconductor de tip  $\text{TiO}_2$  care se dopează cu **oxid de Cu (I)–  $\text{Cu}_2\text{O}$  oxid cupros monovalent**. Într-un reactor prevăzut cu agitator se adaugă 500 litri de soluție de  $\text{NaOH}$  1M în care se dizolvă 200 kg de  $\text{TiO}_2$ . Se agită soluția timp de 15 - 30 minute. Se adaugă lent **oxid de cupru (I) -  $\text{Cu}_2\text{O}$**  - astfel încât masa de **ioni de cupru (I) -  $\text{Cu}^+$**  - să fie în proporție cuprinsă între 0.7 % și până la 4.5% părți din masa de  $\text{TiO}_2$ . Se corectează pH soluției finale până la minim 8.5 – 9 prin adăugare de soluție de  $\text{NaOH}$  1M. Se continuă agitarea timp de 1 oră. Se decantează de surplusul de apă, se usucă și apoi se calcinează la o temperatură de 200 grade Celsius. Apoi se răcește lent și masa calcinată se aduce la granulația corespunzătoare prin măcinare în moară cu bile. Ca agent de dopare a oxidului metalic semiconductor se pot folosi și alte metale tranziționale sub formă de săruri sau oxizi de  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MnO}_2$  sau  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ . După ce se aduce pigmentul fotocatalitic la granulația corespunzătoare, se stochează în tanc de stocaj, din care se va introduce în procesul de fabricație. Se trece apoi la prepararea compoziției pe bază de rășină polimerică. Se poate prepara o compoziție de tip gel-coat folosind o bază de rășină epoxidică sau rășină poliesterică sau amestec de rășină hibridă epoxidică-esterică, în care se adaugă un catalizator și un agent tixotropic pentru a îmbunătăți condițiile de scurgere. În această masă de rășină se introduce până la 10% în procente de masă

pigment fotosensibilizat pe baza de oxid metalic semiconductor de  $TiO_2$  dopat sau  $ZnO$  dopat, pigment ce a fost preparat ca mai sus. Gel coatul preparat astfel este folosit la fabricarea obiectelor compozite pe bază de fibră de sticlă sau fibră de carbon și formează suprafața lor exterioară care asigură luciul obiectelor. Gel coatul se aplică direct pe suprafața matrițelor pe care se fabrică obiectele din materiale compozite din fibre de sticlă, sau fibra de carbon, și apoi se adaugă straturile de materiale compozite, în conformitate cu tehnicile cunoscute de fabricare a materialelor compozite. După uscare, se îndepărtează matrițele. Pe suprafața obiectelor compozite se formează astfel un strat de rășină întărit, ce are proprietăți fotocatalitice generate de prezența în compoziția gel coatului a oxizilor metalici semiconductori dopați. La iradierea acestui strat cu lumină din spectrul vizibil se generează la nivelul oxizilor metalici semiconductori dopați reacții fotochimice cu rol de protecție igienică.

### **Exemplul 3 - Compoziție de rășină polimerică fotocatalitică biocidă sub formă de email aplicat pe diferite suprafețe cu rol de protecție igienică**

Se prezintă un exemplu de realizare a invenției sub forma unei compoziții de rășină polimerică lichidă de tip EMAIL, ce se aplică prin roluire sau cu pensula și care se utilizează la protejarea suprafețelor din lemn (uși, ferestre, jaluzele, balustrade, pereți, mobilier de grădina, cabane etc.), la protejarea suprafețelor metalice grunduite, a suprafețelor de zidărie exploatate atât la exterior cât și la interior, precum și aplicarea în scop de protecție și pe suprafețe din PVC sau fibră de sticlă ori fibră de carbon. De asemenea, pot fi utilizate și pentru vopsirea corpurilor de încălzit (calorifere) care nu depășesc în funcționare temperatura de  $100^{\circ}C$ . Obiectele acoperite cu acest strat de email din rășină polimerică fotocatalitică biocidă pot fi folosite în zonele cu cerințe deosebite de igienă. Se realizează mai întâi procedura de dopare a oxidului metalic semiconductor de tip  $TiO_2$  sau  $ZnO$  cu ioni de metale tranziționale printr-un procedeu umed sau sol-gel. Se pot folosi ioni de **Ag**, sau **Cu**, **Au**, **Ni**, **Fe**, **Cr**, **Co**, **Mn**. Într-un reactor prevăzut cu agitator se adaugă 500 litri de soluție de  $NaOH$  1M în care se dizolvă 200 kg de  $ZnO$ . Se agită soluția timp de 15 - 30 minute. Se adaugă lent **oxid de cupru (I) -  $Cu_2O$**  - astfel încât masa de **ioni de cupru (I) -  $Cu^+$**  - să fie în proporție cuprinsă între 0.7 % și până la 4.5% părți din masa de  $ZnO$ . Se corectează pH soluției finale până la minim 8.5 – 9 prin adăugare de soluție de  $NaOH$  1M. Se continuă agitarea timp de 1 oră. Se decantează de surplusul de apă, se usucă și apoi se calcinează la o temperatură de 450 grade Celsius. Apoi se răcește lent și masa calcinată se aduce la granulația corespunzătoare prin măcinare în moară cu bile. Se poate folosi și oxid metalic semiconductor de tip  $TiO_2$  care se dopează cu **oxid de Cu (I)–  $Cu_2O$  oxid cupros monovalent**. Într-un reactor prevăzut cu agitator se adaugă 500 litri de soluție de  $NaOH$  1M în care se dizolvă 200 kg de  $TiO_2$ . Se agită soluția timp de 15 -30 minute.

Se adaugă lent **oxid de cupru (I) - Cu<sub>2</sub>O** - astfel încât masa de **ioni de cupru (I) - Cu<sup>+</sup>** - să fie în proporție cuprinsă între 0.7 % și până la 4.5% părți din masa de TiO<sub>2</sub>. Se corectează pH soluției finale până la minim 8.5 – 9 prin adăugare de soluție de NaOH 1M. Se continuă agitarea timp de 1 oră. Se decantează de surplusul de apă, se usucă și apoi se calcinează la o temperatură de 200 grade Celsius. Apoi se răcește lent și masa calcinată se aduce la granulația corespunzătoare prin măcinare în moară cu bile. Ca agent de dopare a oxidului metalic semiconductor se pot folosi și alte metale tranziționale sub formă de săruri sau oxizi de AgNO<sub>3</sub>, FeO, MnO<sub>2</sub> sau Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>. După ce se aduce pigmentul fotocatalitic la granulația corespunzătoare, se stochează în tancuri de stocaj din care se va introduce în procesul de fabricație. Se trece apoi la prepararea compoziției pe bază de rășină polimerică. Se prepară o compoziție de rășină polimerică lichidă de tip email prin amestecarea unor polimeri în stare lichidă, în raport de masă 60-70% - pe baza de rășină epoxidică, poliuretanică sau poliesterică sau se folosește o rășină hibridă epoxi-poliesterică, și la care se adaugă întăritori 10 -20%, agenți de umplură 15 – 20%, catalizator și apoi se adaugă până la 10% agentul fotosensibilizat, preparat înainte, sub forma de oxid metalic semiconductor de tip TiO<sub>2</sub> dopat sau ZnO dopat. Se adaugă apoi stabilizatori, emulgatori, și un agent tixotrop pentru a îmbunătăți condițiile de scurgere și pentru realizarea unei compoziții lichide vâscoase de tip email. Se omogenizează și se ambalează. Se trece apoi la aplicarea compoziției de rășină pe suportul pregătit în prealabil. Suprafețele ce se doresc a fi protejate (din lemn sub formă de uși, ferestre, jaluzele, balustrade, pereți, mobilier de grădină, cabane etc., sau suprafețe metalice, sau suprafețe de zidarie, ori suprafețe din PVC sau fibră de sticlă sau tapet pe bază de fibră de sticlă etc.) se pregătesc prin îndepărtarea straturilor mai vechi de vopsea, se șlefuiesc prin diferite tehnici și apoi se grunduiesc. După uscarea stratului de grund, se aplică compoziție de rășină polimerică preparată sub forma unui email. Pentru aplicarea tapetului de fibră de sticlă se curăță mai întâi pereții pe care apoi se aplică tapetul folosind un adeziv. După uscarea adezivului se aplică pe tapetul de fibră sticlă un strat de email sub formă de compoziție de rășină polimerică preparată ca în acest exemplu. Se formează la suprafața obiectelor un strat de protecție igienică cu proprietăți fotocatalitice ce este generat de prezența de pigment fotocatalitic de oxid metalic semiconductor dopat de tip TiO<sub>2</sub> sau ZnO.

#### **Exemplul 4 - Compoziție de rășină polimerică fotocatalitică biocidă aplicata pe suport flexibil de tip covor sistem de pardoseală vinilic**

Se prezintă un exemplu de realizare a invenției sub forma unei compoziții de rășină polimerică fotocatalitică biocidă ce se aplică pe suprafața superioară a unui sistem de pardoseală din rășină vinilică folosită cu rol de protecție igienică în domeniul medical, în învățământ, sau în spațiile cu trafic intens și care prezintă risc de contaminare bacteriană. Se recomandă a fi folosit în special



în încăperile ce prezintă o umiditate foarte ridicată cum sunt băile sau bucătăriile sau în alte încăperi cu umiditate ridicată. Sistemele de acoperire din vinil oferă aderență, sunt impermeabile și pot fi montate atât pe pardoseli cât și pe pereți. Pentru fabricarea lor se începe mai întâi cu realizarea procedurii de dopare a oxidului metalic semiconductor de tip  $\text{TiO}_2$  sau  $\text{ZnO}$  cu ioni de metale tranziționale folosindu-se fie un procedeu umed sau sol-gel. Se pot folosi ioni de **Ag, sau Cu, Au, Ni, Fe, Cr, Co, Mn**. Într-un reactor prevăzut cu agitator se adaugă 500 litri de soluție de  $\text{NaOH}$  1M în care se dizolvă 200 kg de  $\text{ZnO}$ . Se agită soluția timp de 15 -30 minute. Se adaugă lent **oxid de cupru ( I ) -  $\text{Cu}_2\text{O}$**  - astfel încât masa de **ioni de cupru ( I ) -  $\text{Cu}^+$**  - să fie în proporție cuprinsă între 0.7 % și până la 4.5% părți din masa de  $\text{ZnO}$ . Se corectează pH soluției finale până la minim 8.5 – 9 prin adăugare de soluție de  $\text{NaOH}$  1M. Se continuă agitarea timp de 1 oră. Se decantează de surplusul de apă, se usucă și apoi se calcinează la o temperatură de 450 grade Celsius. Apoi se răcește lent și masa calcinată se aduce la granulația corespunzătoare prin măcinare în moară cu bile. Se poate folosi și oxid metalic semiconductor de tip  $\text{TiO}_2$  care se dopează cu **oxid de Cu ( I ) –  $\text{Cu}_2\text{O}$  oxid cupros monovalent**. Într-un reactor prevăzut cu agitator se adaugă 500 litri de soluție de  $\text{NaOH}$  1M în care se dizolvă 200 kg de  $\text{TiO}_2$ . Se agită soluția timp de 15 - 30 minute. Se adaugă lent **oxid de cupru (I) -  $\text{Cu}_2\text{O}$**  - astfel încât masa de **ioni de cupru (I) -  $\text{Cu}^+$**  - să fie în proporție cuprinsă între 0.7 % și până la 4.5% părți din masa de  $\text{TiO}_2$ . Se corectează pH soluției finale până la minim 8.5 – 9 prin adăugare de soluție de  $\text{NaOH}$  1M. Se continuă agitarea timp de 1 oră. Se decantează de surplusul de apă, se usucă și apoi se calcinează la o temperatură de 200 grade Celsius. Apoi se răcește lent și masa calcinată se aduce la granulația corespunzătoare prin măcinare în moară cu bile. Ca agent de dopare a oxidului metalic semiconductor se pot folosi și alte metale tranziționale sub formă de săruri sau oxizi de  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MnO}_2$  sau  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ . După ce se aduce pigmentul fotocatalitic la granulația corespunzătoare, se stochează în tancuri de stocaj din care se va introduce în procesul de fabricație. Se trece la fabricarea sistemelor de acoperire tip vinil prin tehnologiile existente. Sistemele de pardoselile din rășină vinilică sunt formate, în principal, din straturi multiple diferite: stratul de bază, care se lipește pe șapă, se realizează un strat compact din fibră de sticlă țesută impregnat cu rășină vinilică, strat care asigură rezistența produsului și peste care se poate turna un alt strat de spumă poliuretanică care va asigura izolația termică și fonică a sistemului. Urmează un alt al treilea strat compact realizat din fibră de sticlă țesută impregnată cu rășină vinilică, strat care previne modificările dimensiunilor și a aspectului pardoselii, apoi un strat superior de imprimare și care poate asigura un design pardoselii. Urmează stratul final de uzură care este confecționat dintr-un lac epoxidic sau amestec de lac epoxidic și rășină vinilică în proporții egale, în care se adaugă prin dispersie pigment oxid metalic semiconductor de tip  $\text{TiO}_2$  dopat sau  $\text{ZnO}$  dopat în părți de masă între 5% și până la 15%, părți de masă raportate la masa lacului, și

preparat conform rețetei de mai sus. Se mai adaugă în acest strat catalizatori și întăritori. Se omogenizează foarte bine și apoi se aplică prin întinde sau extrudare ca ultim strat de uzură și protecție. Acest strat are proprietăți fotocatalitice ce sunt datorite prezenței în structura sa de oxizi metalici semiconductori de tip  $\text{TiO}_2$  dopat sau  $\text{ZnO}$  dopat. La iradierea acestui strat cu lumină din spectrul vizibil se generează reacții fotochimice cu rol de protecție igienic. Se formează în acest fel un sistem de acoperire pe bază de vinil cu o excelentă aderență și care are rol igienic, dezinfectant și biocid. Acest sistem de acoperire vinilic, fabricat după descrierea de mai sus, poate fi folosită în domeniul medical, în învățământ, sau în spațiile cu trafic intens și care prezintă risc de contaminare bacteriană. Se recomandă să fie folosit și în încăperile cu o umiditate foarte ridicată cum sunt băile, bucătăriile, deoarece aceste sisteme vinilice sunt impermeabile. Stratul final de lac de pe aceste sisteme vinilice formează la suprafața lor un strat de protecție fotocatalitic, cu rol igienic, ce este generat de prezența pigmentului fotocatalitic din oxid metalic semiconductor dopat de tip  $\text{TiO}_2$  sau  $\text{ZnO}$ . Aceste sisteme de vinil se pot monta atât pe pardoseli cât și pe pereți.

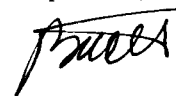
#### **Exemplul 5 - Compoziție de rășină polimerică fotocatalitică biocidă pentru îmbrăcămintă epoxidică pentru acoperirea și protecție igienică și a pardoselilor industriale**

Se prezintă un exemplu de realizare a invenției sub forma unei compoziții de rășină polimerică fotocatalitică biocidă de tip epoxidică bicomponentă ce se aplică pe suprafața pardoselilor din industria medicală, alimentară, în spațiile frigorifice sau în spațiile cu trafic intens și cerințe deosebite pentru păstrarea igienei cu risc de contaminare bacteriană. Sistemele de acoperire de tip îmbrăcaminte epoxidică oferă aderență, sunt impermeabile și asigură protecția împotriva răspândirii germenilor microbieni. Matricea combinată din rășini epoxidice formează o barieră temporară împotriva umidității ascendente și aceasta oferă un suport foarte puternic și rezistent. Acest strat intermediar uniform și omogen permite supraacoperirea cu straturi de rășini sau structuri de sistem pe bază de rășini solide. Mai întâi se realizează procedura de dopare a oxidului metalic semiconductor de tip  $\text{TiO}_2$  sau  $\text{ZnO}$  cu ioni de metale tranziționale printr-un procedeu umed sau sol-gel. Se pot folosi ioni de **Ag**, sau **Cu**, **Au**, **Ni**, **Fe**, **Cr**, **Co**, **Mn**. Într-un reactor prevăzut cu agitator se adaugă 500 litri de soluție de  $\text{NaOH}$  1M în care se dizolvă 200 kg de  $\text{ZnO}$ . Se agită soluția timp de 15 -30 minute. Se adaugă lent **oxid de cupru ( I ) -  $\text{Cu}_2\text{O}$**  - astfel încât masa de **ioni de cupru ( I ) -  $\text{Cu}^+$**  - să fie în proporție cuprinsă între 0.7 % și până la 4.5% părți din masa de  $\text{ZnO}$ . Se corectează pH soluției finale până la minim 8.5 – 9 prin adăugare de soluție de  $\text{NaOH}$  1M. Se continuă agitarea timp de 1 oră. Se decantează de surplusul de apă, se usucă și apoi se calcinează la o temperatură de 450 grade Celsius. Apoi se răcește lent și masa calcinată se aduce la granulația corespunzătoare prin măcinare în moară cu bile. Se mai poate folosi și oxid metalic

semiconductor de tip  $\text{TiO}_2$  care se dopează cu **oxid de Cu (I)–  $\text{Cu}_2\text{O}$  oxid cupros monovalent**. Într-un reactor prevăzut cu agitator se adaugă 500 litri de soluție de  $\text{NaOH}$  1M în care se dizolvă 200 kg de  $\text{TiO}_2$ . Se agită soluția timp de 15 - 30 minute. Se adaugă lent **oxid de cupru (I) -  $\text{Cu}_2\text{O}$**  - astfel încât masa de **ioni de cupru ( I ) -  $\text{Cu}^+$**  - să fie în proporție cuprinsă între 0.7 % și până la 4.5% părți din masa de  $\text{TiO}_2$ . Se corectează pH soluției finale până la minim 8.5 – 9 prin adăugare de soluție de  $\text{NaOH}$  1M. Se continuă agitarea timp de 1 oră. Se decantează de surplusul de apă, se usucă și apoi se calcinează la o temperatură de 200 grade Celsius. Apoi se răcește lent și masa calcinată se aduce la granulația corespunzătoare prin măcinare în moară cu bile. Ca agent de dopare a oxidului metalic semiconductor se pot folosi și alte metale tranziționale sub formă de săruri sau oxizi de  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MnO}_2$  sau  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ . După ce se aduce pigmentul fotocatalitic la granulația corespunzătoare, se stochează în tancuri de stocaj din care se va introduce în procesul de fabricație. Se trece la fabricarea sistemelor de îmbrăcăminte a pardoselilor prin tehnologiile existente. Aceste sisteme sunt formate în general din două componente: rășina epoxidică și întăritorul. Componentele sistemului de îmbrăcăminte se livrează separat. Pentru anumite pardoseli se recomandă aplicarea înainte a unei amorse-șape autonivelante. După aplicarea și uscarea amorsei se trece la prepararea îmbrăcăminții de rășină epoxi pentru protecția podelei. Se amestecă prin omogenizare rășina epoxidică cu întăritorul și se adaugă în procente de masă până la 15% pigment fotocatalitic realizat din oxizi metalici semiconductor dopați de tip  $\text{TiO}_2$  sau  $\text{ZnO}$ , preparați conform descrierii de mai sus. Se omogenizează foarte bine, circa 30 de minute, după care se aplică pe amorsă prin roluire sau cu o perie sau prin pulverizare. Se formează în acest fel un sistem de acoperire industrială de tip îmbrăcăminte epoxidică foarte rezistentă la solicitările mecanice, cu o excelentă aderență, care are rol igienic, dezinfectant și biocid, sistem de îmbrăcăminte ce poate fi folosit la protejarea suprafețelor pardoselilor din industria medicală, alimentară, în spațiile frigorifice sau în spațiile cu trafic intens și cerințe deosebite pentru păstrarea igienei cu risc de contaminare bacteriană. Sistemele de acoperire de tip îmbrăcăminte epoxidică oferă aderență, sunt impermeabile și asigură protecția împotriva răspândirii germenilor microbieni. Matricea combinată din rășini epoxidice formează o barieră temporară împotriva umidității ascendente. Prezența de oxid metalic semiconductor fotocatalitic formează la suprafața acestor îmbrăcăminți un strat de protecție igienică fotocatalitic ce este generat de fotoexcitarea pigmentului cu radiația luminoasă din spectrul vizibil.

#### **Exemplul 6 - Compoziție de rășină polimerică fotocatalitică biocidă sub formă de obiecte din rășini de mase plastice termorigide**

Se prezintă un exemplu de realizare a invenției sub forma unei compoziții de rășină polimerică folosită la fabricarea de obiecte din rășini de mase plastice termorigide sau compozite și



care au un strat exterior fotocatalitic biocid igienic. Obiectele de mase plastice termorigide sau compozite preparate după această compoziție pot fi folosite în zonele cu cerințe deosebite de igienă. Se realizează mai întâi procedura de dopare a oxidului metalic semiconductor de tip  $\text{TiO}_2$  sau  $\text{ZnO}$  cu ioni de metale tranzitionale printr-un procedeu umed sau sol-gel. Se pot folosi ioni de **Ag**, sau **Cu, Au, Ni, Fe, Cr, Co, Mn**. Într-un reactor prevăzut cu agitator se adaugă 500 litri de soluție de  $\text{NaOH}$  1M în care se dizolvă 200 kg de  $\text{ZnO}$ . Se agită soluția timp de 15 -30 minute. Se adaugă lent **oxid de cupru (I) -  $\text{Cu}_2\text{O}$**  - astfel încât masa de **ioni de cupru (I) -  $\text{Cu}^+$**  - să fie în proporție cuprinsă între 0.7 % și până la 4.5% părți din masa de  $\text{ZnO}$ . Se corectează pH soluției finale până la minim 8.5 – 9 prin adăugare de soluție de  $\text{NaOH}$  1M. Se continuă agitarea timp de 1 oră. Se decantează de surplusul de apă, se usucă și apoi se calcinează la o temperatură de 450 grade Celsius. Apoi se răcește lent și masa calcinată se aduce la granulația corespunzătoare prin măcinare în moară cu bile. Se poate folosi și oxid metalic semiconductor de tip  $\text{TiO}_2$  care se dopează cu **oxid de Cu (I)–  $\text{Cu}_2\text{O}$  oxid cupros monovalent**. Într-un reactor prevăzut cu agitator se adaugă 500 litri de soluție de  $\text{NaOH}$  1M în care se dizolvă 200 kg de  $\text{TiO}_2$ . Se agită soluția timp de 15 - 30 minute. Se adaugă lent **oxid de cupru (I) -  $\text{Cu}_2\text{O}$**  - astfel încât masa de **ioni de cupru (I) -  $\text{Cu}^+$**  - să fie în proporție cuprinsă între 0.7 % și până la 4.5% părți din masa de  $\text{TiO}_2$ . Se corectează pH soluției finale până la minim 8.5 – 9 prin adăugare de soluție de  $\text{NaOH}$  1M. Se continuă agitarea timp de 1 oră. Se decantează de surplusul de apă, se usucă și apoi se calcinează la o temperatură de 200 grade Celsius. Apoi se răcește lent și masa calcinată se aduce la granulația corespunzătoare prin măcinare în moară cu bile. Ca agent de dopare a oxidului metalic semiconductor se pot folosi și alte metale tranzitionale sub formă de săruri sau oxizi de  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MnO}_2$  sau  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ . După ce se aduce pigmentul fotocatalitic la granulația corespunzătoare, se stochează în tanc de stocaj, din care se va introduce în procesul de fabricație.

Se trece apoi la prepararea compoziției pe bază de rășină polimerică folosită pentru realizarea obiectelor din mase plastice sau compozite. Se prepară o compoziție ce folosește ca materie primă a rășină pentru fabricarea maselor plastice termorigide pe bază de polimer de precum polimetacrilatul de metil, acril-butadien-stiren, polietilena, polipropilena, policlorura de vinil, poliamida, policarbonați, politetrafluoroetilenă și în care se adaugă catalizatori, întăritori materiale de umplură sau pigmenți colorați sau de suport. În această masă de rășină se introduce până la 10% în procente de masă pigment fotosensibilizat pe baza de oxid metalic semiconductor de  $\text{TiO}_2$  dopat sau  $\text{ZnO}$  dopat, pigment ce a fost preparat ca mai sus. Compoziția de rășina pentru masa plastică termorigidă preparată astfel se omogenizează și se granulează. Granulele se folosesc în sisteme de injecție sau de turnare a diferitelor tipuri de obiecte sanitare sau de uz comun. Pe suprafața obiectelor termorigide sau compozitefabricate după această rețetă se formează astfel un

strat contact, ce are proprietăți fotocatalitice generate de prezența la suprafața compoziției a oxizilor metalici semiconductori dopați. La iradierea acestui strat cu lumină din spectrul vizibil se generează la nivelul oxizilor metalici semiconductori dopați reacții fotochimice cu rol de protecție igienică.

### **EXEMPLUL DE REALIZARE A METODĂ FOTOCATALITICĂ PENTRU DEZINFECȚIA SUPRAFETELOR ACOPERITE CU RĂȘINI POLIMERICE**

Pentru combaterea riscului transmiterii infecțiilor nozocomiale din incintele pentru care există cerințe ridicate de igienă și risc de infectare, se prepară după metodele descrise mai sus una sau mai multe tipuri de compoziție de rășină polimerică fotocatalitică cu care se acoperă suprafața podelelor, pereților, a tavanelor, se acoperă și suprafața obiectelor și a furniturilor metalice, plastice sau din fibre de sticlă folosite în zonele susceptibile de contaminare microbiană. Aceste compoziții de rășina polimerică fotocatalitică biocidă conțin în stratul de la suprafață pigment fotocatalitic preparat din oxid metalic semiconductor de tip  $\text{TiO}_2$  sau  $\text{ZnO}$ , ce a fost dopat cu ioni de metale tranziționale precum **Ag**, sau **Cu**, **Au**, **Ni**, **Fe**, **Cr**, **Co**, **Mn**. După realizarea aplicării stratului de protecție din rășină polimerică, se montează pe tavane sau pe pereții laterali lămpi de iluminat cu LED-uri. Lămpile conțin și surse ce emit și radiație electromagnetică sub formă de cuante de lumină din domeniul spectral cuprins între **lungimile de undă de 450 nm până la 500 nm**. Lămpile de iluminat cu LED-uri au funcția de a asigura necesarul de lumină al respectivelor incinte, dar realizează și iradierea cu unde din **domeniul spectral cuprins între 450 nm până la 500 nm** a pereților interiori și a podelelor incintelor, dar și a obiectelor din incintele respective care sunt acoperite cu o compoziție de rășină polimerică fotocatalitică pregătită conform exemplilor de mai sus. Radiația electromagnetică emisă de aceste lămpi, sub formă de unde din domeniul spectral cuprins între **lungimile de undă de 450 nm până la 500 nm**, cade incident pe compoziția de rășină polimerică și excită fotocatalitic pigmentul de oxid metalic semiconductor de tip  $\text{TiO}_2$  sau  $\text{ZnO}$  dopat, pigment ce a fost dispersat în compoziția de rășină. În acest mod, se declanșează procesele chimice fotocatalitice la nivelul pigmentilor de oxizi metalici semiconductori de tip  $\text{TiO}_2$  sau  $\text{ZnO}$  dopați și se inițiază funcția dezinfectantă, bactericidă și antifungică la suprafața acestei compoziții. Generarea proceselor chimice fotocatalitice, prin aplicarea acestei metode de activare fotocatalitică, activează apariția speciilor de oxigen reactiv de tip **oxigen singlet ROS** la suprafața compoziției de rășină polimerică fotocatalitică, specii chimice reactive ce distrug microorganismele. În acest mod, se realizează la suprafața stratului de rășină polimerică fotocatalitică, strat care este iluminat prin această metodă de activare fotocatalitică, o funcție fotocatalitică de dezinfecție biocidă și antifungică prin iradierea continuă, pulsatorie sau intermitentă cu lumină din domeniul spectral vizibil având lungimea de undă între 450 nm până la 500 nm. Metoda de activare fotocatalitică a

compoziției de rășină polimerică fotocatalitică, descrisă în prezenta invenție, se aplică pentru protecția suprafețelor expuse riscului microbiologic și asigură dezinfectia acestor suprafețe, eliminând riscul apariției și răspândirii infecțiilor nozocomiale. Lămpile folosite în realizarea metodei de activare fotocatalitică din prezenta invenție pot fi fixate pe plafonul încăperilor sau pe pereții laterali ai incintelor, sau sunt sub formă de benzi cu leduri aplicate pe pereții încăperilor, sau sunt lămpi mobile ce iluminează în funcție de cerințele de dezinfectie și au diferite forme, în funcție de necesități.

Evaluarea cantitativă a efectului antimicrobian al invenției **Compoziție de rășini polimerice de acoperire cu proprietăți fotocatalitice biocide și o Metodă fotocatalitică pentru dezinfectia suprafețelor acoperite cu rășini polimerice** s-a făcut prin compararea acțiunii de activare fotocatalitică generată de iradierea cu lungimea de undă din domeniul spectral vizibil cuprins între 450 nm și până la 500 nm a compoziției fotocatalitice preparate după exemplul de mai sus și pe care s-au dispersat celule bacteriene viabile.

S-au realizat teste de laborator pentru evaluarea cantitativă a efectului antimicrobian al invenției **Compoziție de rășini polimerice de acoperire cu proprietăți fotocatalitice biocide și o Metodă fotocatalitică pentru dezinfectia suprafețelor acoperite cu rășini polimerice**. S-au preparat mai întâi loturi identice de probe biologice cu celule bacteriene viabile, selectate din mai multe tipuri de tulpini microbiologice, care au fost dispersate pe suprafețe de rășini polimerice fotocatalitice preparate după exemplele din prezenta invenție și care conțin agent fotocatalitic biocid compus din oxizi metalici semiconductori de tipul  $TiO_2$  sau  $ZnO$ , oxizi ce au fost dopați cu ioni de metale tranziționale precum **Ag**, sau **Cu, Au, Ni, Fe, Cr, Co, Mn**. Un lot de probe biologice a fost expus la întuneric, altul la lumină solară, iar altui s-a realizat activarea fotocatalitică a compoziției prin iradierea cu lumină din domeniul spectral vizibil cu lungimile de undă între 450 nm și până la 500 nm. Evaluarea cantitativă a efectului antimicrobian al compoziției de rășină polimerică fotocatalitică biocidă, activată prin metodă fotocatalitică de iradiere cu lumină din domeniul spectral vizibil cu lungimile de undă între 450 nm și până la 500 nm, s-a făcut prin compararea și determinarea valorilor UFC/ml (conform metodei standard ISO 22196:2007 adaptată), exprimate logaritmice cu efectul radiațiilor luminii vizibile asupra celulelor bacteriene viabile dispersate pe suprafețe de rășină polimerică fotocatalitică. Rezultatele au evidențiat o reducere logaritmă a valorilor UFC/ml de peste 3 unități în cazul probelor ce au fost în contact cu masa de rășină polimerică fotocatalitică biocidă expuse la lumină din domeniul spectral vizibil cu lungimile de undă între 450 nm și până la 500 nm comparativ cu valorile obținute pentru aceleași probe expuse la lumină naturală, în aceleași condiții.

**COMPOZIȚIE DE RAȘINI POLIMERICE DE ACOPERIRE CU PROPRIETĂȚI FOTOCATALITICE BIOCIDICE ȘI O METODĂ FOTOCATALITICĂ PENTRU DEZINFECȚIA SUPRAFETELOR ACOPERITE CU RĂȘINI POLIMERICE**

**REVENDICĂRI**

- 1. Compoziție de rășini polimerice de acoperire cu proprietăți fotocatalitice biocide și o Metodă fotocatalitică pentru dezinfecția suprafețelor acoperite cu rășini polimerice caracterizată prin aceea că** compoziția de rășină polimerică fotocatalitică biocidă este realizată, conform invenției, dintr-o bază de rășină de tip rășină epoxidică, fie poliuretanică, vinilică, poliesterică, acrilică sau rășină hibridă epoxi-esterică sau epoxi-vinilică sau rășini pentru mase plastice termorigide precum polimetacrilatul de metil, acril-butadien-stiren, polietilena, polipropilena, policlorura de vinil, poliamida, policarbonați, politetrafluoroetilena și în care se dispersează, **între 3% până la 20% părți**, raportat la masa totală a compoziției de rășină, agent fotocatalitic biocid format din particule de oxizi metalici semiconductori de tipul **TiO<sub>2</sub>** sau **ZnO**, ce sunt dopați în structura lor cristalină cu ioni de **Ag**, sau **Cu**, **Au**, **Ni**, **Fe**, **Cr**, **Co**, **Mn** în proporții cuprinse între **0.7% și până la 4.5% părți** din masa oxidului metalic semiconductor, părțile fiind exprimate în greutate de masă.
- 2. Compoziție de rășini polimerice de acoperire cu proprietăți fotocatalitice biocide și o Metodă fotocatalitică pentru dezinfecția suprafețelor acoperite cu rășini polimerice caracterizată prin aceea că se descrie o metodă de activare fotocatalitică a rășinii definite la revendicarea 1, metodă** ce folosește lămpile de iluminare cu LED din incintele respective pentru iradierea rășinii polimerice cu lumină continuă, pulsatorie sau intermitentă din domeniul spectral vizibil cuprins **între 450 nm și până la 500 nm** și se asigură astfel o funcție de dezinfecție rășini polimerice fotocatalitice biocide realizând un proces de dezinfecție și prevenire a răspândirii factorilor microbieni, proces ce este controlat, reproductibil și reglabil prin intensitatea luminoasă a lămpile cu LED din incintele respective.

3. **Compoziție de rășini polimerice de acoperire cu proprietăți fotocatalitice biocide și o Metodă fotocatalitică pentru dezinfecția suprafețelor acoperite cu rășini polimerice caracterizată prin aceea că** conform metodei din prezenta invenției, se realizează mai întâi compoziția de rășină polimerică fotocatalitică biocidă, așa cum a fost definită la **revendicarea 1** și se aplică direct prin tehnologiile existente pe suprafețelor podelelor, pereților, tavanelor din incintele cu cerințe ridicate de igienă, pe suprafețele produselor și a furniturilor metalice, sau din lemn plin ori stratificat, din mase plastice, din fibre de sticlă, sau fibră de carbon și care sunt folosite în zonele susceptibile de contaminare microbiană, fie rășina polimerică se încorporează în obiectele realizate din mase plastice sau în sistemele folosite la realizarea protecție suprafețelor de ori ce fel din spațiile cu cerințe igienice deosebite; iar după aplicarea rășinii polimerice în conformitate cu **revendicarea 2** se face activarea rășinii fotocatalitice biocide, prin iradiere continuă, pulsatorie sau intermitentă a acestei rășini polimerice, cu lumină cuprinsă în **domeniul spectral vizibil între 450 și 500 nm**, lumină ce este emisă de lămpile de iluminare cu LED amplasate în incintele respective, lămpi ce asigură prin fluxul luminos emis de ele atât fotoactivarea agentului fotocatalitic biocid cât și necesarul de lumină pentru desfășurarea în bune condiții a activității din incintele în care s-a aplicat rășina polimerică fotocatalitică.
4. **Compoziție de rășini polimerice de acoperire cu proprietăți fotocatalitice biocide și o Metodă fotocatalitică pentru dezinfecția suprafețelor acoperite cu rășini polimerice caracterizată conform revendicării 1** agentul fotocatalitic biocid este format din cristale de oxizi metalici semiconductori de **TiO<sub>2</sub>** sau **ZnO** care sunt dopați în structura lor cristalină cu ioni de **Ag**, sau **Cu, Au, Ni, Fe, Cr, Co, Mn**. în proporții **cuprinse între 0.7% și până la 4.5%**, **părți din masa de oxid metalic semiconductor dopat** și ce se încorporează în formula de baza de rășină polimerică fotocatalitică biocidă ce acoperă suprafețele cu cerințe igienice ridicate.
5. **Compoziție de rășini polimerice de acoperire cu proprietăți fotocatalitice biocide și o Metodă fotocatalitică pentru dezinfecția suprafețelor acoperite cu rășini polimerice caracterizată prin aceea că** agentul fotocatalitic biocid compus din oxid metalic semiconductor de **TiO<sub>2</sub>** sau **ZnO** realizat, prin doparea cristalelor de **TiO<sub>2</sub>** sau **ZnO** cu ioni de **Ag**, sau **Cu, Au, Ni, Fe, Cr, Co, Mn** lărgimea benzii interzise a acestor oxizi metalici semiconductori (energia de excitare a benzii interzise) se modifică, iar lungimea de undă a radiației electromagnetice necesare pentru excitare fotochimică a acestor oxizi

semiconductori dopați se deplasează spre domeniul spectral vizibil cuprins **între 450 nm și 500 nm.**

6. **Compoziție de rășini polimerice de acoperire cu proprietăți fotocatalitice biocide și o Metodă fotocatalitică pentru dezinfecția suprafețelor acoperite cu rășini polimerice caracterizată prin aceea că** agentul fotocatalitic biocid realizat oxid metalic semiconductor dopat de tip TiO<sub>2</sub> sau ZnO și dispersat în compoziția de rășină polimerică fotocatalitică biocidă la iradierea rășinii cu lumină vizibilă din **domeniul spectral vizibil cuprins între 450 și 500 nm** generează reacții chimice fotocatalitice ce au ca rezultat apariția la suprafața stratului de rășină de specii reactive ale oxigenului de tip singlet, cu afinitate chimică față de microorganismele bacteriene sau fungice prezente pe suprafețele acoperite cu rășină polimerică preparată conform descrierii din prezenta invenție,
  
7. **Compoziție de rășini polimerice de acoperire cu proprietăți fotocatalitice biocide și o Metodă fotocatalitică pentru dezinfecția suprafețelor acoperite cu rășini polimerice caracterizată prin aceea că** lămpile de iluminare cu LED, descrise în metoda de activare fotocatalitică, conțin surse de lumină ce sunt folosite atât pentru asigurarea necesarului de lumină din incintele respective cât și pentru activarea funcției fotocatalitice a rășinii polimerice cu lumină din domeniul spectral vizibil cuprins **între 450 nm și până la 500 nm.**

