

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

35 461

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

C23C 30/00 (2006.01)
C23C 14/06 (2006.01)
C23C 14/14 (2006.01)
A61L 101/26 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2021-39131**
(22) Přihlášeno: **31.08.2021**
(47) Zapsáno: **12.10.2021**

(73) Majitel:
Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň, Jižní
Předměstí, CZ

(72) Původce:
prof. Ing. Petr Zeman, Ph.D., Plzeň, Radobyčice,
CZ
doc. Ing. Pavel Baroch, Ph.D., Plzeň, Litice, CZ
Ing. Radomír Čerstvý, Ph.D., Moravské
Budějovice, CZ
Ing. Michaela Červená, Plzeň, Jižní Předměstí, CZ

(54) Název užitého vzoru:
**Ochranný antibakteriální tenkovrstvý
povlak**

Ochranný antibakteriální tenkovrstvý povlak

Oblast techniky

5

Technickým řešením je ochranný antibakteriální tenkovrstvý povlak vhodný zejména na kovový podklad.

10

Dosavadní stav techniky

Antibakteriální povlaky jsou rychle se rozvíjející oblastí na trhu nových materiálů. Jsou schopny ochránit povrchy od škodlivých mikroorganismů, a tím eliminovat šíření infekcí a zápachu. Zároveň mohou nahradit chemické dezinfekční látky, a tím šetřit životní prostředí. Jejich aplikační potenciál ve zdravotnických zařízeních, veřejných dopravních prostředcích a budovách je proto velmi vysoký. Problémem je však jejich dlouhodobá funkčnost v reálných podmínkách. Ze stavu techniky jsou známa řešení, kupříkladu z dokumentu EP 0298726 B1, kde je popsán ochranný antibakteriální materiál pro lékařskou péči, který má antibakteriální účinek proti *pseudomonas aeruginosa*, *staphylococcus aureus*, *escherichia coli* a plísním. Práškový zeolit, kde kovy obsažené v něm jsou nahrazeny alespoň jedním druhem iontově vyměnitelných kovů vybraných ze skupiny prvků Ag, Cu a Zn, je nanesen na potahový materiál vyrobený ze silikonového kaučuku. Z dokumentu EP 2557932 B1 je známa ochranná antibakteriální vrstva vznikající rozprašováním terče za vzniku vrstvy obsahující $Zn_xZr_yO_z$ na skleněném substrátu. V dokumentu CZ 305045 B6 je zase předmětem řešení antibakteriální hybridní vrstva působící proti patogenním bakteriím, zejména proti bakteriálnímu kmeni MRSA, tvořená hybridním polymerem vzniklým reakcí 3-propylmethakrylátu a/nebo 3-propylakrylátu s 3-glycidoxypropyltrialkoxysilanem, alkoxidem titaničitým a alkoxidem křemičitým s přídavkem rozpustných solí stříbra, mědi a zinku a případně i s přídavkem nanočástic oxidu titaničitého a/nebo přídavkem rozpustných solí chromu a/nebo vanadu. Až 90 % mol. 3-propylmethakrylátu může být nahrazeno ekvimolární směsí methylmethakrylátu a alkoxidu křemičitého a obdobně až 90 % mol. 3-propylakrylátu může být nahrazeno ekvimolární směsí methylakrylátu a alkoxidu křemičitého. Dále se popisuje vytvoření antibakteriální hybridní vrstvy působící proti patogenním bakteriím, zejména proti bakteriálnímu kmeni MRSA, nanesením solu připraveného metodou sol-gel na povrch substrátu a následnou polymerací této vrstvy. Rovněž je známo kupříkladu řešení popsané v CZ 30777 U1, kde antibakteriální povlak s fotokatalytickým účinkem je určen pro povlakování implantátů za účelem zabránění tvorby mikrobiálního biofilmu na jejich povrchu a následného vzniku infekce i po provedené implantaci. Povlak sestává ze soustavy jednotlivých na sebe postupně nanesených vrstev, a to z nejméně jedné fotokatalyticky aktivní vnější vrstvy a z nejméně jedné spodní vrstvy s izolačním účinkem pro zabránění průniku nežádoucích iontů z materiálu implantátu do fotokatalyticky aktivní vnější vrstvy a rušících její fotokatalytický efekt. Fotokatalyticky aktivní vnější vrstva je tvořena systémem pravidelně prostorově uspořádaných uniformních nanočástic fotokatalyticky aktivních oxidů kovů, zejména TiO_2 , ve formě nanoklastrů o velikosti 15 až 60 nm, stejnoměrně rozvrstvených na povrchu a tvořených shlukem nanočástic menších než 1 nm, přičemž se na jeho spodní vrstvu nanáší v roztoku prekurzoru za spolupůsobení ultrazvuku o frekvenci 70 až 85 kHz a výkonovém faktoru 30 až 50 % v ultrazvukové lázni. Po nanesení všech vrstev se pak povlak podrobuje závěrečné tepelné úpravě vyhříváním při teplotě v rozmezí 250 až 700 °C po dobu 2 až 5 hodin.

50

Podstata technického řešení

Podstatou technického řešení je ochranný antibakteriální tenkovrstvý povlak, vhodný zejména na kovový podklad. Povlak obsahuje 10 až 15 atomových %, resp. 11,8 až 17,6 hmotnostních % mědi (Cu), zbytek tvoří zirkonium (Zr) a dusík (N) ve formě nitridu zirkonu. Povlak je na bázi nanokompozitní struktury tvořené dvěma fázemi. Jedna fáze, nitrid zirkonia (ZrN), je tvrdá

a zajišťuje mechanickou odolnost, druhá fáze, měď (Cu), poskytuje požadovanou antibakteriální účinnost.

5 Tenkovrstvý povlak Zr-Cu-N na bázi nitridu zirkonia (ZrN) a mědi (Cu) byl připraven fyzikální metodou reaktivní magnetronové depozice využitím dvou skloněných a nepřímo chlazených magnetronů s terčovými kruhovými katodami Zr, průměr 50,8 mm; tloušťka 6 mm; čistota 99,7 %, a jednoho skloněného a nepřímo chlazeného magnetronu s terčovou kruhovou katodou Cu (průměr 50,8 mm; tloušťka 6 mm; čistota 99,99 %). Tloušťka tenkovrstvého povlaku byla vyhodnocována pomocí povrchové profilometrie z měření schodu vytvořeného zakrytím části povrchu substrátu 10 před depozicí. Krystalová struktura (fázové složení) byla analyzována pomocí rentgenové difrakce pod malým úhlem, povrchová morfologie pomocí optické a řádkovací elektronové mikroskopie, prvkové složení pomocí vlnově disperzní rentgenové spektroskopie a mechanické vlastnosti (tvrdost a modifikovaný Youngův modul pružnosti, elastická vratnost) pomocí mikroindentace (indentor typu Vickers, zatížení 20 mN). Antibakteriální aktivita povrchové vrstvy byla 15 vyhodnocována na základě růstu a přežití enterobakterií E. coli (NiCo21 (DE3)) umístěných ve formě roztoku na povrch testovaného vzorku.

Výhodné je, pokud ochranný antibakteriální tenkovrstvý povlak obsahuje 10 až 15 at. % mědi (Cu). V takovém případě je docíleno dostatečné antibakteriální účinnosti a mechanické odolnosti 20 povlaku.

Výhodné je, pokud ochranný antibakteriální tenkovrstvý povlak obsahuje stejné at. % zirkonia (Zr) a dusíku (N). Stechiometrie prvků je rovna jedné. V takovém případě je docíleno optimálních mechanických vlastností tvrdé fáze (ZrN). 25

Výhodné je, pokud ochranný antibakteriální tenkovrstvý povlak má tloušťku alespoň 1 μm . Taková vrstva zajišťuje požadovanou dlouhodobou funkčnost.

30 Příklad uskutečnění technického řešení

Ochranný tenkovrstvý povlak Zr-Cu-N o tloušťce 2,0 μm s prvkovým složením 44 at. % Zr, 12 at. % Cu a 44 at. % N, tvořený nanokompozitní denzifikovanou nesloupcovou strukturou tvořenou fázemi ZrN a Cu, tvrdostí 24 GPa, modifikovaným Youngovým modulem 218 GPa, 35 elastickou vratností 75 %, hladkým povrchem, dobrou adhezí a vysokou antibakteriální účinností, a to až 100% po 90 min, byl dlouhodobě testován po dobu 70 dní na základě měření stability jeho prvkového složení, struktury, mechanických vlastností, a především antibakteriální účinnosti. Vše v pravidelných intervalech 14 dní v reálných podmínkách. Vzorek ochranného povlaku na ocelovém substrátu byl vsazen do předem připraveného otvoru dveřní kliky a vystaven častému, 40 tzn. každodennímu, kontaktu s lidskou rukou několika osob.

NÁROKY NA OCHRANU

- 5 1. Ochranný antibakteriální tenkovrstvý povlak, vhodný zejména na kovový podklad, **vyznačující se tím**, že obsahuje 10 až 15 at. % mědi (Cu), zbytek tvoří zirkonium (Zr) a dusík (N) ve formě nitridu zirkonia.
- 10 2. Ochranný antibakteriální tenkovrstvý povlak podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že zirkonium (Zr) a dusík (N) jsou ve stejném poměru at. %.
3. Ochranný antibakteriální tenkovrstvý povlak podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že povlak je na bázi nanokompozitní struktury tvořené dvěma fázemi, mědí (Cu) a nitridem zirkonia (ZrN).
- 15 4. Ochranný antibakteriální tenkovrstvý povlak podle nároku 1, 2 nebo 3, **vyznačující se tím**, že povlak má tloušťku alespoň 1 μm .