UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:
28 103

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

B82Y 20/00	(2011.01)
B82Y 30/00	(2011.01)
G01J 1/50	(2006.01)
G01J 5/48	(2006.01)

(19) ČESKÁ REPUBLIKA

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2014-30367**
(22) Přihlášeno: **03.12.2014**
(47) Zapsáno: **20.04.2015**

(73) Majitel:
Vysoké učení technické v Brně, Brno, CZ
Centrum organické chemie s.r.o., Rybitví, CZ
INVOS, spol. s r.o., Svárov, CZ
Ústav chemických procesů AV ČR, Praha 6, CZ
Univerzita Karlova v Praze
Lékařská fakulta v Hradci Králové , Praha 1, CZ

(72) Původce:
doc. Ing. Michal Veselý, CSc., Brno, CZ
Ing. Petr Dzik, Ph.D., Brno, CZ
Ing. Lubomír Kubáč, Ph.D., Rybitví, CZ
Ing. Jiří Akrman, CSc., Lázně Bohdaneč, CZ
Ing. Jiří Svoboda, CSc., Olomouc, CZ
MVDr. Tomáš Obr, Prostějov, CZ
doc. Ing. Dr. Petr Klusoň, Praha 4, CZ
Ing. Magdalena Morozová, Ph.D., Frýdek- Místek, CZ
doc. MUDr. Karel Ettler, CSc., Hradec Králové, CZ
MUDr. Wertzová Veronika, Ph.D., Slatiňany, CZ

(74) Zástupce:
UTB ve Zlíně, Univerzitní institut, Ing. Jan Görig, Nám. T. G. Masaryka 5555, 760 01 Zlín

(54) Název užitného vzoru:

Plošný tenkovrstvý element k vizuální indikaci expoziční dávky kalibrovatelnou fotochemicky indukovanou barevnou změnou

CZ 28103 U1

Úřad průmyslového vlastnictví v zápisném řízení nezjišťuje, zda předmět užitného vzoru splňuje podmínky způsobilosti k ochraně podle § 1 zák. č. 478/1992 Sb.

Plošný tenkovrstvý element k vizuální indikaci expoziční dávky kalibrovatelnou fotochemicky indukovanou barevnou změnou

Oblast techniky

Technické řešení se týká plošného tenkovrstvého elementu k vizuální indikaci expoziční dávky kalibrovatelnou fotochemicky indukovanou barevnou změnou, zejména pro použití ve fototerapii. Tenké vrstvy, které vykazují na čase závislou a odpovídajícím způsobem kalibrovatelnou barevnou změnu, představují mimořádně efektivní nástroj pro jednoduché vizuální až intuitivní posouzení (vyhodnocení) časové proměnné. Jde v podstatě o paměťový element, který kontinuální časovou osu s téměř libovolnou přesností převádí do kumulativní podoby, jež může být poté vyhodnocena a vnímána například jako dávka určitého typu záření, doba bezpečné expozice, doba expirace, mez světelné odolnosti nebo trvanlivosti, atd. Při širším uplatnění jde o mimořádně efektivní a ekonomicky výhodný nástroj pro monitorování času s možností přímého posouzení na čase závislé proměnné.

Dosavadní stav techniky

Prioritními oblastmi nasazení výše uvedených tenkovrstvých elementů jsou ochrana zdraví osob a zvířat, ochrana spotřebitelů, ochrana archiválií a jiných historicky cenných předmětů, dokumentů a monumentů, a dále stavebnictví a architektura.

Záření v UV oblasti má značný terapeutický význam pro léčbu řady kožních onemocnění, jako například psoriázy, atopického ekzému, acne vulgaris a další. Využívají se světelné zdroje v UV-B a UV-A oblasti. Je zřejmé, že dozimetrické sledování pacienta je při těchto léčebných postupech žádoucí. Spotřebitelsky jednoduchý a laciný sensor pro tyto účely není v současné době k dispozici.

V aplikační oblasti zahrnující klinickou ochranu zdraví jsou v současné době v medicínské praxi dále hojně využívanými postupy fototerapie a fotodynamické terapie. První je založena na pozitivním účinku světla určité vlnové délky z viditelné oblasti spektra, především na lidskou psychiku. Terapie má zvláštní postavení v psychiatrii a v psychoterapii při alternativním zvládání depresivních stavů. Druhá oblast zahrnuje léčení kožních nemocí, povrchových defektů a novotvarů pomocí fotosenzitivních porfyrinoidních látek. V obou případech je nutné monitorovat, a to více nezávislými postupy, dávku a intenzitu světelného záření, které byl pacient, případně lékařský personál, vystaven. Spotřebitelsky jednoduchý a laciný sensor pro tyto účely není v současné době k dispozici.

Ve veterinární oblasti je v posledních letech velkým problémem řady evropských chovů vepřového dobytka přítomnost a šíření vysoce resistentních a patogenních stafylokoků označovaných zkratkou MRSA (Methicilin Resistant Staphylococus aureus). V některých zemích, především v Dánsku, Holandsku a Belgii jsou již uváděny značné počty geneticky prokázaného přenosu infekce ve směru k běžné populaci. Bylo navrženo a testováno mnoho preventivních i jiných opatření pro vepřové chovy. Ustájení a chov vepřů je ve většině evropských zemí veden intenzivním způsobem, kdy je jateční váha zvířete dosažena velmi rychle, během několika měsíců. Proto mohla být testována strategie, kdy jsou chovy vybaveny osvětlením s určitým zvýšeným podílem UV složky, aniž by došlo po dobu života zvířete k jeho zdravotnímu poškození, především k poškození očí. Zavedení tohoto opatření je nyní veterinárními autoritami na úrovni Evropské komise zvažováno. Právě pro tyto aplikace by byl vhodný senzor pro časovou detekci světelné expozice ideálním řešením. Mohl by sloužit jak pro naplnění etických principů chovu, tedy nepoškodit po dobu života zvířete jeho zrak, tak pro zaměstnance vepřína, aby ani u nich nedošlo k poškození zdraví, při dodržení nařízených bezpečnostních opatření. Vhodný sensor pro tyto účely není ale v současné době k dispozici.

Historické předměty, a to nejenom staré rukopisy, tisky a obrazy, vyžadují dodržování přísného světelného režimu. Jejich uskladnění, podmínky archivace i krátkodobého, případně dlouhodobého muzejního vystavení, jsou pevně vázány na znalost světelné expoziční historie.

K monitorování se používá řada sofistikovaných systémů a aparátů, které poskytují celé spektrum informací. Pro jednotlivé artefakty jsou dokonce v jejich jakémsi pasportu uváděny přesné limity, kdy a za jakých podmínek může být předmět opět vynesen na běžné světlo, případně na světlo specifické vlnové délky a intenzity. Je však třeba zdůraznit, že podobné pozornosti se těší jen zlomek historických předmětů, samozřejmě těch, které jsou považovány dnes za nejvzácnější. Více než 95 % archivních dokumentů je pak uskladněno běžným způsobem. Přesto i v případě tzv. běžných předmětových památek a archiválií by bylo jistě užitečné, a to nejenom například pro restaurátory, znát přesnější světelnou expoziční historii. Při obrovském množství stále se rozšiřujících sbírkových fondů, například z oblasti starých a starších tisků, je jasné, že monitorovací elementy musí být velmi levné, velmi jednoduché, avšak postačí, aby byly jen přibližně přesné, vzhledem k typicky dlouhé době uskladnění. Navíc nesmějí vykazovat žádný negativní vliv na samotné archiválie a to ani za nepředvídatelných okolností, jakými jsou například požár nebo povodeň. Sami musí být taktéž dostatečně stabilní, aby mohly svou funkci spolehlivě plnit desítky let. Jde tedy o velmi specifické aplikace, které vyžadují velmi specifický přístup. Jednoduchý a laciný sensor pro tyto účely není v současné době k dispozici.

Také řada dnešních stavebních prvků obsahuje složky, které nejsou fotostabilní. Typickým příkladem je umělý kámen. Ten nyní cenově několikanásobně převyšuje kámen klasický. Pojivem používaným při výrobě umělého kamene není, jak tomu bývalo v minulosti, již cement, ale polyesterová pryskyřice. Ta je ovšem, jak je všeobecně známo, značně UV nestabilní. Po určitém čase dochází k její degradaci, tím ztrácí svou funkci pojiva, materiál se drolí a jeho estetická úroveň velmi značně klesá. Řada architektů a stavitelů používajících umělý kámen, a to jak v exteriérech tak interiérech, volá po jednoduché metodice, která by jim umožnila rychlý a efektivní odhad trvanlivosti umělého kamene za konkrétních podmínek, případně jim zajistila určitou právní ochranu do budoucna. V současnosti samozřejmě opět existují různé testy, např. zkoušky urychleného stárnutí pomocí tzv. QUV panelu. Ty jsou však provozovány buď přímo výrobcem, případně jen několika specializovanými institucemi. Často se stává, že zákazník fasádu nebo jiný povrch s pojivem ošetřuje nebo upravuje nevhodným způsobem. Případně si zakoupí pro své účely naprosto nevhodný materiál. Následné poškození pak přičítá nízké fotostabilitě pojiva, kterou měl architekt nebo stavitel předvídat a upozornit na ni. Jednotlivé materiály disponují údaji o své stabilitě v čase při určitém stupni a době světelné expozice. Při jejich nevhodném použití, opracování nebo úpravě však může dojít k problémům. Těm by měly předejít jednoduché indikační časové elementy, které by jednoznačně ukázaly, po jakou dobu byl materiál vystaven světlu a také, jaká byla přibližně jeho intenzita. Pokud by míra poškození neodpovídala těmto údajům, mohlo by se jednat o poškození jiného druhu, například mechanické nebo chemické. Vhodné indikační elementy bohužel ale v současné době nejsou k dispozici.

Podstata technického řešení

K odstranění nedostatků současného stavu techniky, zejména pak absence vhodných indikačních elementů pro časovou detekci světelné expozice, přispívá plošný tenkovrstvý element k vizuální indikaci expoziční dávky kalibrovatelnou fotochemicky indukovanou barevnou změnou podle předloženého technického řešení.

Podstata technického řešení spočívá v tom, že tento plošný tenkovrstvý element obsahuje polymerní podkladovou vrstvu a na ní vytvořený světlocitlivý nános na bázi fotochemického reakčního systému s barevnou složkou, která sama není fotostabilní, nebo vykazuje sníženou fotostabilitu ve spojení se syntetickými senzitizátory s tím, že její barevná změna vykazuje kalibrovatelnou kinetiku.

Polymerní podkladová vrstva s výhodou na bázi bílé nebo čiré PVC nebo PET fólie může mít dále na části svého povrchu nanesenu přijímací vrstvou pro inkjetový tisk etalonu barevných změn světlocitlivého nánosu, případně může být opatřena lepivými plochami pro snadné uchycení.

Plošný tenkovrstvý element podle technického řešení může být také vytvořen jako součást balicí fólie.

Četné sloučeniny, organické i anorganické, mění na světle barvu a barevná změna může být využita při monitorování radiační dávky. Z anorganických sloučenin se na světle například zabarvují oxalát stříbrný a amoniummolybdát.

Světlo indukuje chemickou reakci rovněž u sloučenin bezbarvých a při expozici dojde k vývoji zabarvení, které je vizuálně dobře vyhodnotitelné. Příklady takových sloučenin jsou diazoniové soli a leukoformy barviv. Chemická reakce, obvykle oxidace, potřebuje ke svému průběhu vzdušný kyslík, vodu a popřípadě také vodíkové ionty. K úspěšnému vývoji barvy stačí vzdušná vlhkost, nebo se do systému přidá zvlhčovadlo, například glycerín. Zdrojem vodíkových iontů mohou být fotolatentní kyseliny. Fotolatentní kyseliny jsou sloučeniny, které se působením světla, například UVA záření, rozkládají a uvolňují kyselinu. Příklady fotolatentních kyselin jsou trifenylsulfonium chlorid, trifenylsulfonium triflát a difenyljodonium chlorid. Rovněž halogenované sloučeniny se působením UV světla rozkládají a produkují kyselinu. Příklady takových halogenovaných sloučenin jsou bromal, chloral, sodná sůl trichloroctové kyseliny, tetrabrombenzen, 1,2-dibromtetrachlorethan a polyvinylchlorid. Alifatické halogenované sloučeniny reagují převážně na UVB záření. Polyvinylchlorid je možné současně využít jako fotolatentní kyselinu a jako pojivo v nátěru. Mnohá barviva, konkrétně pH indikátory, změní barvu, v přítomnosti fotolatentní kyseliny po ozáření UV světlem. Například methyloranž změní barvu z oranžové do žluté a thymolová modř mění okyselením barvu ze žluté do červené.

Jinou barevnou změnou je fotolýza barviv, tj. blednutí barviv na světle. Pro světelné dozimetry jsou více vhodná barviva, která se rozpadají na světle na bezbarvé rozkladné produkty. Výhodné jsou také směsi dvou barviv s rozdílnou fotostabilitu, umožní to sestavit dozimetr s více zřetelně barevně odlišenými stupni. Příkladem směsi dvou barviv je Toluidinová modř O a Eosin Y. Ve směsi vybledne nejdříve modř a zůstane červené barvivo Eosin Y, které také zcela vybledne v průběhu pokračující expozice.

Běžně dostupná barviva jsou pro potřeby sestavení UV nebo VIS dozimetru příliš fotostabilní. Fotostabilita barviv se proto reguluje přídavkem fotosenzibilizátorů. Fotosenzibilizátory způsobí zrychlené blednutí barviv. Příkladem fotosenzibilizátorů jsou kvarterní amoniové soli jako je tetrabutylamonium jodid nebo benzalkonium chlorid nebo jodoniové soli jako je difenyljodonium chlorid nebo difenyljodonium nitrát.

Technická podstata řešení může spočívat také ve využití světlocitlivé látky, která učinkem fotonů o příslušné energii uvolňuje chlorovodík. Tenká vrstva této sloučeniny je v kontaktu s acidobazickým indikátorem. Ten reaguje na náhlou změnu pH, vyvolanou kyselinou chlorovodíkovou, vizuálně dobře indikovantelným barevným přechodem. Citlivost tohoto typu sensoru je zajišťována úpravou koncentrace (tloušťkou vrstvy) světlocitlivé složky v tenkém filmu dozimetru. Množství uvolňovaného chlorovodíku přímo souvisí s tloušťkou této vrstvy při jinak konstantním fotonovém toku na sensor. Sensor je schopen reagovat na různé vlnové délky v závislosti na chemické struktuře použité světlocitlivé látky. Mezi dominantní světlocitlivé sloučeniny patří především arylyodoniové soli (difenylyodonium chlorid a jeho další deriváty) a dále chloralhydrát a benzalkonium chlorid. Bez ohledu na typ použité molekuly je mechanismus přihlašovaného účinku stejný. Jde o reakci uvolňovaného chlorovodíku s acidobazickým indikátorem s následným barevným přechodem. Rychlost tohoto barevného přechodu je kalibrovatelná a velmi dobře reprodukovatelná.

Obecný princip technického řešení vyvinutých detekčních tenkovrstvých elementů je tedy založen na využití barevné změny fotochemického reakčního systému k vizuální indikaci absorbované expoziční dávky. Základním vyhodnocovaným parametrem je kinetika (rychlost) barevné změny a formy barevných přechodů. Tyto parametry souvisejí s optickým charakterem barevného systému, se strukturními, chemickými, morfologickými a fyzikálními vlastnostmi fotochemicky aktivní tenké vrstvy a s celkovým nastavením (optimalizací detekčního systému). Podle povahy reakčního systému a optických vlastností reaktantů a produktů může docházet v průběhu měření expoziční dávky k odbarvení, zbarvení nebo změně barvy.

Z hlediska designu navržených dosimetrů připadají v úvahu dva koncepty – binární nebo inkrementální. V případě binárního dosimetru je reakční systém navržen tak, aby došlo k náhlé ba-

revné změně po dosažení určité expoziční dávky a její překročení už není dále indikováno. V případě inkrementálního dosimetru je reakční systém navržen tak, aby docházelo k postupné barevné změně v průběhu širokého rozpětí expozičních dávek. Dozimetr potom může indikovat různé expoziční dávky na základě vizuálního porovnání a barevným etalonem přiloženým do bezprostření blízkosti fotoreaktivní plochy.

UV-B a UV-A záření se používá při léčbě kožních onemocnění typu psoriázy atd. Uskutečňuje se osvícením pacienta, po přesně stanovenu dobu, pomocí příslušných světlených zdrojů. Pacient by měl být vybaven tenkovrstvým osobním dosimetrem sledujícím kumulativně získanou dávku. Podobný dozimetr je žádoucí i pro zdravotnický personál. Tyto dosimetry jsou velmi dobře realizovatelné s využitím plošného tenkovrstvého elementu k vizuální indikaci expoziční dávky podle technického řešení.

Fototerapie se realizuje pobytem pacienta v místnosti s intenzivním viditelným světlem, obvykle v oblasti 500 až 750 nm. Toto světlo není v žádném případě možné považovat za škodlivé, ovšem právě terapeutická dávka ve specifickém prostředí, za specifických okolností je stěžejní. Terapeutická místnost by měla být vybavena dobře viditelnou signální natištěnou vrstvou, která by postupně měnila svou barvu, pravděpodobně by se jednalo o změnu z oranžové, žluté nebo červené až na bílou. Případně by detekční element přechovával pacient dlouhodobě u sebe, po celou dobu terapie a používal by jej opakovaně. Odpadlo by takto měření expozičního času. I tyto dosimetry jsou velmi dobře realizovatelné s využitím plošného tenkovrstvého elementu k vizuální indikaci expoziční dávky podle technického řešení.

Ve srovnání s dosud používanými postupy jednoduchého, vizuálního měření času expoziční dávky představuje plošný tenkovrstvý element pro časovou detekci světelné expozice barevnou změnou podle předloženého technického zásadní posun především v přesnosti, jednoduchosti, ceně a rozsahu aplikačních možností. Navrhované časově detekční systémy jsou pro jednotlivé oblasti vždy charakteristické nízkými investičními (pořizovacími) náklady, absencí provozních nákladů, minimální znalostní náročností pro správné vyhodnocení výsledků v praxi, atd.

Od stávajících řešení se vyvinuté systémy odlišují možností efektivního a technicky schůdného řešení měření časové proměnné na základě barevné změny u speciálně vyvinuté tenké senzorické kompositní vrstvy aplikovatelné na polymerní fólie tiskovými technologiemi. Dochází tak ke zlepšení užitných vlastností materiálů, které mají potenciál pro využití ve více oborech. Ve specifických oblastech jejich praktického použití neexistují v současné době žádné ekonomicky a procesně srovnatelné systémy. Případně jde o aplikační oblasti, kde se v současnosti ani žádné technologie nepoužívají, přestože by to bylo žádoucí.

Příklady uskutečnění technického řešení

Příklad 1

V příkladném provedení byl plošný tenkovrstvý element k vizuální indikaci expoziční dávky podle technického řešení prakticky aplikován pro UV dozimetr indikující jednu erytemálně účinnou dávku (pro fototyp 2) UV záření.

Pro vytvoření světlocitlivého nánosu byl připraven fotosenzibilní inkoust rozpuštěním 5 g molybdenanu amonného a 10 g polyvinylalkoholu ve 100 g vody; inkoust byl bezbarvý. Na bílou kartu z PVC byla nanášecím zařízením se spirálou 50 mikrometrů natřena vrstva inkoustu a nátěr usušen v sušárně při teplotě 50 °C.

Karta se světlocitlivým nánosem byla rozstříhána na proužky o rozměrech 3 x 1 cm. UV dozimetr byl testován vystavením na přímé polední slunce v červnu. Ve Střední Evropě je v letních měsících kolem poledne dosaženo erytemálně účinné dávky UV záření za 20 až 30 minut expozice. Kontrolní proužek dozimetru byl umístěn ve stínu. Po 20 minutách sluneční expozice se proužek zbarvil do hněda, přičemž proužek umístěný ve stínu zůstal bílý.

Příklad 2

V příkladném provedení byl plošný tenkovrstvý element k vizuální indikaci expoziční dávky podle technického řešení prakticky aplikován pro UV dozimetr reagující na UVA záření.

Pro vytvoření světlocitlivého nánosu byl připraven fotosenzibilní inkoust: ve 100 ml rozpouštědla Dowanol PM (chemicky 1-methoxy-2-propanol) se rozpustilo 22 g polyvinylacetátu, molekulová hmotnost Mw=100 000, 0,15 g barviva thymolová modř a 0,2 g difenyljodonium chloridu. Inkoust byl natřen spirálou 50 mikrometrů na podložku z bílého PVC. Nátěr měl po vysušení žlutou barvu. Podložka s nátěrem se rozřezala na proužky 1 x 3 cm.

Dozimetr se testoval pod UVA zářičem – Philips Home Solárium. Při vzdálenosti 20 cm od tohoto zdroje bylo radiometrem naměřena radiace UVA (320 nm až 400 nm) 1700 $\mu W/cm^2$ a prakticky žádné UVB záření. Dozimetr byl ozařován po dobu, aby obdržel dávku UVA záření 10 J/cm^2. Dozimetr měl po získání dávky 3 J/cm^2 původní žlutou barvu, po dávce 5 J/cm^2 se barva změnila v béžovou a po expozici dávkou 8 J/cm^2 byla barva dozimetru růžová.

Příklad 3

V příkladném provedení byl plošný tenkovrstvý element k vizuální indikaci expoziční dávky podle technického řešení prakticky aplikován v dozimetru pro viditelné světlo.

Pro vytvoření světlocitlivého nánosu byl připraven fotosenzibilní inkoust: ve 100 ml rozpouštědla Dowanol PM se rozpustilo 14 g Paraloidu B72 (chemicky kopolymer ethylmetakrylát-methylakrylát), 0,1 g barviva leukokrystalová violeť a 0,4 g chloralhydrátu. Za použití připraveného inkoustu byl vytvořen nátěr 50 mikrometrů na polyesterové folii 100 mikrometrů s bílým pigmentem ve hmotě. Nátěr na folii se sušil v sušárně při teplotě 45 °C po dobu 3 hodin. Potom se folie rozstříhala na zkušební proužky. Nátěr je bezbarvý, respektive má bílou barvu PET podložky. Dozimetr se testoval na panelu Q-Sun. Q-Sun je zdroj umělého slunečního záření produkovaného xenonovou výbojkou s Daylight filtrem. Ozařování dozimetru se provedlo při radiaci 0,40 $W.m^{-2}.nm^{-1}$ při 340 nm a teplotě černého panelu maximálně 45 °C. S použitím dat spektrální radiace zdroje a hodnot erytémového akčního spektra byla vypočítána doba expozice 24 minut na dosažení minimální erytémové dávky. Dozimetr umístěný na Q-Sun panelu měnil postupně barvu. Zpočátku bílá barva se změnila po 15 minutách na slabě zelenou, po 24 minutách byla fialová a po 40 minutách byla barva dozimetru sytě fialová. Kontrolní vzorek dozimetru umístěný 6 dní v laboratoři na stole a vystavený dennímu světlu barvu nezměnil.

Příklad 4

V příkladném provedení byl plošný tenkovrstvý element k vizuální indikaci expoziční dávky podle technického řešení prakticky aplikován v dozimetru pro viditelné světlo.

Pro vytvoření světlocitlivého nánosu byl připraven fotocitlivý lak. Ten se připravil rozpuštěním 0,025 g barviva methylvioleť, 0,03 g barviva bromthymolová modř, 0,2 g difenyljodonium chloridu a 25 g polyvinylacetátu v 100 ml Dowanol PM. Dowanol PM je tiskařské rozpouštědlo, chemickým složením 1-methoxy-2-propanol. Lak se natřel na bílou polyvinylchloridovou podložku v tloušťce vrstvy 50 mikrometrů za mokra. Nátěr se sušil 2 hodiny v sušárně při teplotě 35 °C. Natřená podložka se rozřezala na proužky 1 x 3 cm. Vyrobený dozimetr se testoval při osvětlení 500 lux. Osvětlení 500 lux se nastavilo jako vzdálenost od zdroje, měřeno radiometrem. Pro LED světlo s reflektorem o příkonu 8 W se jednalo o vzdálenost 65 cm. Den – 24 hodin – osvětlování představuje dávku 12 000 luxhod. Dozimetr se při osvětlování pravidelně kontroloval. Původně fialová barva se po expozici 64 000 luxhodin změnila na zelenou. Po expozici 144 000 luxhodin měl dozimetr barvu béžovou a při 480 000 luxhodin byla barva dozimetru velmi světlá, téměř bílá.

Příklad 5

V příkladném provedení byl plošný tenkovrstvý element k vizuální indikaci expoziční dávky podle technického řešení prakticky aplikován v dozimetru pro viditelné světlo.

Lak pro světlocitlivý nános se připravil rozpuštěním 0,02 g krystalové violeti, 0,2 g thymolové

modři, 0,2 g difenyljodonium chloridu a 15 g polyvinylacetátu ve 100 ml Dowanol PM. Připravený lak se natřel spirálou na bílou PVC podložku v tloušťce vrstvy 50 mikromerů za mokra. Po vysušení se podložka nařezala na proužky.

Dozimetr se umístil pod LED světlo 500 lux. Původně fialová barva po 68 000 luxhod vybledla do středně fialové. V průběhu další expozice 96 000 luxhod se barva změnila na zelenou. Po expozici 326 000 luxhod byla barva dozimetru světle zelená a po 580 000 luxhodinách byla bílá.

Příklad 6

V příkladném provedení byl plošný tenkovrstvý element k vizuální indikaci expoziční dávky podle technického řešení prakticky aplikován v dozimetru pro viditelné světlo.

Pro vytvoření světlocitlivého nánosu byl připraven fotocitlivý lak: v 100 ml Dowanolu PM se rozpustilo 0,025 g barviva Eosin Y, 0,025 g barviva Toluidinová modř O, 0,2 g benzalkonium chloridu, 1 g glycerínu a 22 g polyvinylacetátu. Lak se natřel na podložku PVC s bílým pigmentem ve hmotě. Natřená podložka se sušila v sušárně 3 hodiny při teplotě 35 °C a potom se rozřezala na proužky.

Proužky se umístily pod LED světlo 500 lux a sledovaly se barevné změny v průběhu expozice. Výchozí barva dozimetru byla modrofialová. Po osvětlení 44 000 luxhodin se barva dozimetru změnila na purpurovou. Po dávce 130 000 luxhodin byla barva růžová a nad 432 000 dozimetr úplně vyblednul do bílé, do barvy podložky.

Průmyslová využitelnost

Prioritními aplikačními oblastmi plošných tenkovrstvých elementů k vizuální indikaci expoziční dávky podle technického řešení jsou ochrana zdraví osob a zvířat, ochrana spotřebitelů, ochrana archiválií a jiných historicky cenných předmětů, dokumentů a monumentů, a dále stavebnictví a architektura. Inovační princip byl jednoznačně verifikován výrobou dozimetrů pro různé aplikační směry a ve všech případech i dlouhodobou zkouškou.

Ve srovnání s dosud používanými postupy jednoduchého, vizuálního měření času (expoziční dávky) představují navržené systémy zásadní posun v přesnosti, jednoduchosti, ceně, rozsahu aplikačních možností, atd. Tyto sensory jsou sestavovány na základě fotochemických a fotokatalytických principů s doplňkovými složkami. Od stávajících řešení se vyvinuté systémy odlišují možností efektivního a technicky schůdného řešení měření časové proměnné na základě barevné změny u speciálně vyvinuté tenké senzorické kompositní vrstvy aplikovatelné na polymerní fólie tiskovými technologiemi. Dochází tak ke zlepšení užitných vlastností materiálů, které mají potenciál pro využití ve více oborech. Ve specifických oblastech jejich praktického použití neexistují v současné době žádné ekonomicky a procesně srovnatelné systémy. Případně jde o aplikační oblasti, kde se v současnosti ani žádné technologie nepoužívají, přestože by to bylo žádoucí. Jak již bylo opakovaně uvedeno, mezi oblasti použití patří především lékařství, běžná ochrana zdraví, ochrana muzejních předmětů a archiválií a stavebnictví. Navržené časové detekční elementy jsou snadno použitelné, ekonomicky výhodné, technologicky dobře použitelné, přitom vysoce přesně dle potřeb specifické aplikace.

Plošné tenkovrstvé elementy využívají progresivního spojení procesů fotokatalýzy a fotochemie s procesy povrchové sorpce a nanopovrchového inženýrství. Částicové vrstvy jsou vytvářeny pomocí nanotechnologických manipulačních technik.

Současná technika bezesporu umožňuje monitorování intenzity aktinického záření i kumulativní expoziční dávky elektronickými měřicími přístroji. Jejich rutinní a extenzivní nasazení je ale omezováno pořizovacími i provozními náklady, často obtížnou integrací elektronických měřících systémů do stávajících procesů a prostředí a také komplikacemi při sběru, uchovávání, zpracování a interpretaci naměřených dat. Předložené řešení integruje všechny funkce konvenčních elektronických radiometrických systémů do kompaktního plošného prvku. Tím se zásadně zjednodušuje a zlevňuje možnost radiometrické kontroly procesů v široké škále aplikačních oblastí. Obecné účinky tedy spočívají ve snížení pořizovacích i provozních nákladů na radiometerickou

kontrolu procesů, zvýšení uživatelského komfortu při radiometrické kontrole a v celkovém zvýšení dostupnosti exaktní radiometrické kontroly i pro procesy, kde by konvenční elektronické systémy nebyly vhodné.

Díky využití technik konvenčního a tzv. "materiálového" tisku pro výrobu navrhovaných dozimetrů je možno tyto elementy vyrábět velmi efektivně na tiskových strojích. Senzorické plošky je možné v jedné výrobní operaci kombinovat s doplňkovým tiskem (doprovodný text, porovnávací barevné škály atd.), případně je integrovat do obalů výrobků. Tímto přístupem je zajištěna ekonomická racionalizace navrženého řešení, takže i přes jednorázovou povahu zajistí navržené detekční elementy úsporu pořizovacích i provozních nákladů v porovnání s elektronickými radiometrickými systémy.

V celé řadě aplikací by přineslo zavedení radiometrické kontroly zvýšení bezpečnosti procesů, ale konvenční elektronické měřící systémy spojené s nutností záznamu a vyhodnocení naměřených dat by představovali neúnosnou časovou zátěž pro personál. Díky integraci měřicí, kumulativní a indikativní funkce do jednoho elementu se zásadně zjednodušuje jejich použití a zvyšuje se uživatelský komfort.

Konkrétním účinkem vyvinutých sensorů v aplikační oblasti fototerapie je přímá dozimetrická ochrana pacienta a zdravotnického personálu. Jinými slovy tedy zvýšení bezpečnostních standardů při tomto typu terapeutických postupů v kožním lékařství. Tato skutečnost vyplývá z možnosti zavedení osobních dozimetrů pro pacienty. Ty jsou citlivé, kumulativní, a navíc ekonomicky velmi dostupné ve srovnání s elektronickými přístroji.

NÁROKY NA OCHRANU

1. Plošný tenkovrstvý element k vizuální indikaci expoziční dávky kalibrovatelnou fotochemicky indukovanou barevnou změnou, zejména pro použití ve fototerapii, **vyznačující se tím**, že obsahuje polymerní podkladovou vrstvu a na ní vytvořený světlocitlivý nános na bázi fotochemického reakčního systému s barevnou složkou, která sama není fotostabilní, nebo vykazuje sníženou fotostabilitu ve spojení se syntetickými senzitizátory s tím, že její barevná změna vykazuje kalibrovatelnou kinetiku.

2. Plošný tenkovrstvý element podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že jeho polymerní podkladová vrstva obsahuje na části svého povrchu nanesenou přijímací vrstvu pro inkjetový tisk etalonu barevných změn světlocitlivého nánosu.

3. Plošný tenkovrstvý element podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že polymerní podkladovou vrstvu je bílá nebo čirá PVC nebo PET fólie.

4. Plošný tenkovrstvý element podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že polymerní podkladová vrstva je opatřena lepivými plochami pro snadné uchycení.

5. Plošný tenkovrstvý element podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že je vytvořen jako součást balicí fólie.

Konec dokumentu