



(19) **HU**

MAGYAR KÖZTÁRSASÁG
Magyar Szabadalmi Hivatal

(11) Lajstromszám: **225 723**

(13) **B1**

SZABADALMI LEÍRÁS

(21) A bejelentés ügyszáma: **P 01 01145**

(51) Int. Cl.: **C08J 7/04** (2006.01)

(22) A bejelentés napja: **2001. 03. 21.**

(40) A közzététel napja: **2003. 01. 28.**

(45) A megadás meghirdetésének dátuma a Szabadalmi
Közlöny és Védjegyértesítőben: **2007. 07. 30.**

(72) Feltaláló:
dr. Forster Tibor, Budapest (HU)

(73) Jogosult:
Izotóp Intézet Kft., Budapest (HU)

(74) Képviselő:
**Frankné dr. Machytka Daisy szabadalmi
ügyvivő, Gödölle, Kékes, Mészáros & Szabó
Szabadalmi és Védjegy Iroda, Budapest**

(54) **Eljárás műanyag tárgyak felületének bevonására**

(57) Kivonat

A találmány tárgya olyan eljárás műanyagok felületének bevonására, amely tartalmazza a következő lépéseket:

elnyeletik legalább egy „belső reagens” gőzét a bevonandó műanyagban, ahol a legalább egy „belső reagens” olyan anyagok közül választják, amelyek nem reagálnak a műanyaggal, érintkeztetnek legalább egy

„külső reagens” a bevonandó műanyag felületével, ahol a legalább egy „külső reagens” oldatban van, a bevonandó műanyag határfelületére diffundáló legalább egy „belső reagens” és a legalább egy „külső reagens” közötti kémiai reakcióval kapott reakcióterméket, kivánt esetben segédanyag jelenlétében a bevonandó műanyag felületén immobilizálják.

HU 225 723 B1

A találmány tárgya új eljárás műanyag tárgyak felületének bevonására.

Ismert, hogy a technika fejlődésével a műanyagok alkalmazása egyre elterjedtebb, jelentőségük egyre nagyobb. Az ipar igen nagy mennyiségben gyárt különböző műanyagokat, melyeket a gazdaság minden területén, a legkülönbözőbb feladatok megoldására használnak. A különböző anyagok felhasználásánál gyakori eset, hogy egészen más tulajdonságokkal kell rendelkeznie az anyag felületének, mint magának az anyagnak. A műanyagok felhasználásánál is gyakori probléma, hogy bizonyos szempontból ideális tulajdonságokkal rendelkeznek, de a felhasználás más szempontjai szerint nem felelnek meg.

Gyakori eset például, hogy egy indifferens műanyag kiváló szerkezeti anyag, de rosszul festhető, rosszul ragasztható, nehéz funkciós csoportokat létrehozni a felületén, túl nagy a gázáteresztő képessége vagy más hiányossággal rendelkezik. Ilyen esetekben a műanyag tárgy felületének módosításával, például egy arra alkalmas réteggel való borításával lehet a helyzetet javítani.

Abban az esetben, amikor biológiailag aktív vegyületek immobilizálására – a felhasználás során kölcsönhatásba nem lépő – indifferens műanyagok alkalmazására lenne szükség, viszont a biológiailag aktív vegyületek kovalens megkötéséhez szükséges funkciós csoportokkal a hordozó nem rendelkezik, ekkor az indifferens hordozó funkciós csoportokkal rendelkező réteggel való borítása kínálkozik jó megoldásnak.

A szakirodalom számos megoldást közöl, amelyek a műanyag tárgyak felületének bevonására szolgálnak. Így a 6 030 662 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírás szerinti eljárásban többlépcsős bevonat készítésével képeznek bevonatot. Első lépésben a bevonandó tárgyat egy reaktív csoportokat tartalmazó bevonóanyag oldatába mártják, majd megszárazítják. A tárgyat ezután a bevonóanyaggal reagálni képes második oldatba mártják, olyan körülmények között, hogy a kialakuló polimer film továbbra is tartalmazzon reaktív csoportokat. A harmadik bevonat készítésénél a tárgy felületére történik, mely egyrészt képes reagálni a polimer filmbevonattal, továbbá alacsony energiájú funkciós csoportja révén kötődni képes a bevonandó tárgyhöz, biztosítva a réteg stabil kötődését. Ez az eljárás több hátrányt mutat, így meglehetősen munka-, anyag- és időigényes. Az alacsony energiájú funkciós csoportot is tartalmazó anyaggal való utólagos stabilizálás nem szerencsés megoldás, mivel az anyagnak csak az a töredék része hasznosul, mely a filmréteg belső oldalával reagál. A filmréteg külső oldalán vagy belsejében elreagáló rész viszont káros, mivel nagymértékben megváltoztatja a film eredeti tulajdonságait.

A 3 619 246 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírásban közölt megoldás szerint fotoszenzitív anyagokkal és UV-besugárással kezelik az alacsony felületi energiájú polimereket. Szerves szilikonvegyületek alkalmazásával a bevonandó anyagon egy átmeneti, a bevonandó anyagnál magasabb felületi energiájú bevonatot képeznek, mely a további bevonat (elsősorban festés) alapjául szolgál.

Az 5 039 549 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírás szerint úgy járnak el, hogy aromás keton típusú fotoszenzitív anyag oldatában duzzasztják a bevonandó poliolefint, majd az oldat eltávolítása után a felületet egy telítetlen szervessav-monomerből, telítetlen szerves szulfonsavból, vinilmonomerből, aromás ketonból és alacsony forráspontú alkoholból vagy ketonból álló eleggyel vonják be. A bevonat poliolefint ezután besugárzás hatásának teszik ki, amit mosás és szárítás követ. A monomerből így kialakuló réteg a poliolefint ragaszthatóvá teszi.

A két fenti eljárás legfőbb hátránya, hogy külön be rendezést igényel, a homogén UV-megvilágítás még szabályos alakú testeknél is nehezen megvalósítható. A bevonat létrehozását csak többlépcsős előkezelés után lehet megvalósítani.

Az 5 851 726 számú, illetve az 5 700 559 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírás szerint úgy járnak el, hogy UV-megvilágítás, illetve plazma segítségével aktiválják a felületet, majd bevonóanyagba mártva képeznek filmszerű bevonatot; az első eljárás esetében kémiai adszorpció, a második esetében ionos kötés segítségével. Az eljárások hátránya, hogy csak filmszerű bevonatok kialakítására alkalmasak, mivel a felülettel közvetlenül érintkező bevonóanyag és az aktivált felület között alakul ki kapcsolat.

Az 5 455 108 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírás szerint polimer szövetek proteinadszorpciós tulajdonságának csökkentése érdekében bevonatot képeznek a polimer szöveten. A szövetet különböző felületaktív anyagok oldatával kezelik, majd koronakisülésnek vetik alá. Az eljárás hátránya, hogy a szövetet alkotó szálak bevonása az eltérő geometriai viszonyok miatt inhomogén, továbbá külön berendezést igényel ez az eljárás.

Az 5 583 211 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírás szerint az első lépésben nukleofil (elsősorban amin-) csoportokat hoznak létre plazmaenergiával polipropilénfelületen, majd ezekhez kovalens kötéssel biopolimereket (peptideket, oligonukleotidokat, fehérjéket, oligoszacharidokat) kapcsolnak. Bár az eljárás megoldja azt a régi igényt, hogy biológiailag aktív molekulákat indifferens hordozóhoz lehessen kapcsolni, de a plazmaaktiválás csak síkfelületek, például lap (film)-, illetve szálformátum esetén használható.

Az 5 049 403 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírásban ismertetett megoldásnál a bevonandó felületre nagy molekulású poliamint adszorbeálnak, amelyet az adszorpcióval egyidejűleg – vagy külön lépésben – krotonaldehid keresztkötéssel stabilizálnak. Az így előállított első réteget anionos poliszahariddal (például dextrán-szulfáttal) kezelik egy második réteg kialakítása céljából. A lépéseket felváltva ismételve és keresztkötés nélküli poliaminos réteggel befejezve alakítják ki a szabad amincsoportokkal borított réteget, melyet ioncserés vagy kovalens kötésre lehet felhasználni. Az eljárás súlyos hátránya, hogy az így kialakított réteg nem elég stabil, mivel a réteget összetartó kötéseknek csak egy része kovalens. Az adszorpcióval egyidejű keresztkötés laza csapadék-

szerű réteget képez, míg a kétlépéses eljárás során rendkívül vékony monomolekuláris réteg képződik. Az eljárás a lépések ismételtetése miatt meglehetősen hosszadalmas és nehézkes.

Az 5 914 182 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírás szerinti megoldásban a bevonandó polimer felületét felületaktív polimerrel kezelik, majd ezt keresztkötéssel stabilizálják. Az első réteg csak részben elreagált keresztköttő ágensének felhasználásával kovalensen köti a második réteget, mely biológiailag aktív anyagok kovalens megkötésére alkalmas funkció csoportokat tartalmaz. Az eljárás meglehetősen hosszadalmas, sok lépésből álló folyamat, mely csak rendkívül vékony filmszerű bevonatok előállítására alkalmas.

Ismert az is a szakirodalomból, hogy a műanyag tárgyak felületének bevonattal való ellátása gyakori feladat. Bevonatok képzésére számos eljárás létezik, így például szórással, bemeletéssel, ecseteléssel, adszorpcióval, kémiai reakcióval, plazmaenergiával, porlasztással lehet ezt a feladatot megoldani. Az úgynevezett indifferent műanyagok bevonása különösen nehéz feladat, mivel kis felületi energiájuk miatt a fizikai kölcsönhatáson alapuló bevonómódszerek, reakcióképes funkció csoportok hiánya miatt a kémiai kölcsönhatáson alapuló bevonómódszerek alkalmazása nehéz vagy lehetetlen. A feladat különösen nehéz, ha síkfelülettől eltérő geometriai alakzattal rendelkező tárgyat kell bevonni.

A találmány célja tehát olyan – műanyag tárgyak bevonására szolgáló – eljárás kidolgozása, mely a fent elemzett nehézségeket kiküszöböli, és alkalmazásával a hagyományos bevonóeljárásokkal nem vagy nehezen megoldható feladatok is kivitelezhetők. Nevezetesen, az eljárásnak alkalmasnak kell lennie bonyolult geometriai alakzattal rendelkező műanyag tárgyak felületének bevonására is.

Fontos célkitűzés az is, hogy a nehezen bevonható úgynevezett indifferent műanyag tárgyak is bevonhatóak legyenek. További cél, hogy a műanyag tárgyon létrehozott bevonat szükség esetén tartalmazzon a felületén olyan reakcióképes funkció csoport(ka)t, melyekkel – önmagukban vagy kémiai átalakítás után – tetszőleges fizikai, illetve kémiai tulajdonsággal rendelkező réteget alakíthatunk ki. További szempont a fenti célok és feladatok legegyszerűbb, legkisebb költséggel történő megoldása volt.

A találmány azon a felismerésen alapul, hogy a műanyag tárgyak felületét a műanyagban elnyeletett úgynevezett belső reagens és a műanyaggal érintkező térben elhelyezkedő úgynevezett külső reagens reakciója által képződő réteggel vonható be. Meglepő módon azt tapasztaltuk, hogy ezek a műanyag tárgyak – tulajdonságuktól függően – akár jelentős mennyiségű reakcióképes anyagokat képesek elnyelni, majd változatlan formában kibocsátani. Felismertük, hogy ezt a jelenséget fel lehet használni bevonatok előállítására is.

Kísérleteink azt igazolták, hogy a műanyag tárgyból kidiffundáló belső reagens a megfelelően kiválasztott, a bevonandó műanyag tárgyon kívül elhelyezkedő külső

reagenssel reakcióba lépve réteget képez a műanyag tárgy felületén. A bevonóréteg előállításához olyan belső reagenst kell választani, mely képes az adott műanyag tárgyban dúsulni, majd a körülmények megváltoztatásakor onnan kidiffundálni, továbbá a megfelelően megválasztott külső reagenssel képes olyan reakcióba lépni, melynek terméke réteggéként immobilizálódik a bevonandó műanyag tárgy felületén.

A fentiek alapján a találmány olyan eljárás műanyagok felületének bevonására, amely tartalmazza a következő lépéseket:

elnyeletjük legalább egy „belső reagens” gőzét a bevonandó műanyagban, ahol a legalább egy „belső reagens” olyan anyagok közül választjuk, amelyek nem reagálnak a műanyaggal, érintkeztetünk legalább egy „külső reagenst” a bevonandó műanyag felületével, ahol a legalább egy „külső reagens” oldatban van,

a bevonandó műanyag határfelületére diffundáló legalább egy „belső reagens” és a legalább egy „külső reagens” közötti kémiai reakcióval kapott reakcióterméket, kívánt esetben segédanyag jelenlétében a bevonandó műanyag felületén immobilizáljuk.

A találmány szerinti eljárásban tehát egy vagy több „belső reagenst” és ugyancsak egy vagy több „külső reagenst” alkalmazunk.

A találmány szerinti műanyag tárgyak bevonására szolgáló eljárás tulajdonképpen két lépésre bontható folyamat. Az első lépés a „telítés”: a belső reagens elnyeletése a bevonandó műanyag tárgyban. A második lépés a „bevonás”: a belső reagenssel telített műanyag tárgy és a külső reagens érintkeztetése.

A bevonandó tárgy és a bevonandó felület geometriai alakjától és elrendezésétől függően a bevonóréteg kialakítására két eltérő lehetőség van. A réteg kialakítása lehet szakaszos, amikor a telítés és a bevonás két egymást követő lépésből áll, illetve folyamatos, amikor a telítés és a bevonás egyidejű folyamat. A szakaszos üzemre minden esetben van lehetőség, a folyamatosra csak speciális esetekben.

Folyamatos üzemben készíthető bevonat, amikor a reagens műanyag tárgyban való elnyeletésére és a bevonására szolgáló felület térben elkülöníthető. Ilyenkor lehetőség van arra, hogy a belső reagensen keresztül diffundáltassuk a bevonandó műanyag tárgyon. Például cső belső felületén készíthetünk úgy bevonatot, hogy a cső belseje tartalmazza a külső reagenst, míg a cső külső felületével érintkezik a belső reagens. Így a cső anyagán keresztülhatoló belső reagens a cső belső felületén reagál a külső reagenssel. Külső bevonat készítésénél fordítva kell eljárunk.

Amikor a teljes felületet borítani akarjuk (például egy kocka alakú test, fonal esetén) vagy a bevonandó és az elnyelető felület nem különíthető el (amikor egy szabálytalan alakú test belső felületét kell csak bevonni), akkor csak szakaszos üzemben lehetséges a réteg előállítása. Nevezetesen, első lépésben elnyeletjük a belső reagenst a műanyag tárgyban, majd a második lépésben a műanyag tárgyat a külső reagenssel érintkezésbe hozva a kidiffundáló belső reagens segítségével képezzük a réteget.

A legalább egy „belső reagenst” előnyösen oxalil-klorid, szulfuril-klorid, foszgén, diklór-dimetil-szilán, triklór-metil-szilán, acetaldehid és etilén-diamin közül választjuk.

Előnyösen a bevonandó műanyag egy indifferens műanyag, előnyösen a bevonandó műanyagot az alábbiak közül választjuk: szilikon, poliamid, polietilén, polipropilén, teflon, polietilén-tereftalát.

A találmány szerinti megoldás előnyös változata, amikor a műanyagban elnyeletett belső reagenst nem önmagában, hanem a diffúziót segítő, a reagenst hígító inert oldószerrel együtt alkalmazzuk. Különösen nagy reakcióképességű, könnyen diffundáló reagenseket (például foszgént, diklór-dimetil-szilánt és másokat) célszerű inert anyagokkal hígítani, csökkentve a reagensszükségletet és csökkentve a reakció hevességét.

Sok esetben a külső reagens mellett is célszerű adalékokat alkalmazni, javítandó a képződő réteg tulajdonságait. Például egy felületi feszültséget csökkentő adalék anyag javíthatja a képződő réteg tapadási tulajdonságát. A felületi feszültséget csökkentő adalék anyag nemcsak inert anyag, hanem például több reaktív csoporttal rendelkező polimer [így poli(vinil-alkohol)] is lehet.

A találmány szerinti eljárás egyik előnyös változatában külső reagensként olyan, sok reakcióképes csoporttal rendelkező polimer oldatot alkalmazunk, mely valamilyen mértékig dúsul a bevonandó műanyag felületén. Ilyen rendszer lehet például a polietilén-imin vizes oldata és a polipropilén. Ebben a rendszerben a polietilén-imin-molekulák úgy rendeződnek, hogy a műanyag felület felé hidrofób és az oldat felé hidrofil felükkel fordulnak egy fokozatosan növekvő felületi energiájú átmeneti réteget képezve. Ezt a határreteget „in situ” fixálhatjuk, ha a műanyag tárgyból kiáramló belső reagensekkel a polimer aminocsoportjai között keresztkötéseket hozunk létre. Erre alkalmas reagens például a bifunkciós oxalil-klorid, mely hidakat képez a polietilén-imin aminocsoportjai között. A polietilén-imin tercier aminjai nem reagálnak az oxalil-kloriddal, továbbá – külsőreagens-felesleg esetén – nem mindegyik aminocsoport lép reakcióba a belső reagenssel. A reakció végeredményeként primer, szekunder és tercier aminokat tartalmazó, –CO–CO– hidakkal keresztbe kötött, térhálós szerkezetű polietilén-iminből álló, a polipropilén felületéhez jól tapadó réteget kapunk. A réteg által a polipropilén felülete hidrofíllé és így festhetővé, ragaszhatóvá válik. Az aminocsoportok alkalmasak további funkciós csoportok kialakítására, illetve derivatizálás nélkül a réteg mint ioncserélő funkcionálhat.

A találmány szerinti eljárás – mely gyökeresen eltér bármilyen ez ideig alkalmazott bevonati réteg előállítására szolgáló eljárástól – legfőbb előnye az, hogy lehetőséget ad eddig megoldhatatlan vagy nehezen megoldható feladatok kivitelezésére. Mivel a találmány szerinti eljárással létrehozott bevonati réteg a bevonandó anyag határfelületén képződik, a legkülönbözőbb geometriai alakzatú tárgyak bevonására van lehetőség. Így például lehetséges indifferens műanyagból készült kapilláris csövek belső felületének bevonására. A kapillá-

riserő, valamint a kis felületi energia miatt a cső belső felületén fizikai kölcsönhatáson alapuló hagyományos bevonóeljárások nem alkalmazhatók, hagyományos kémiai alapú bevonóeljárások alkalmazását pedig a funkciós csoportok hiánya teszi lehetetlenné. A speciális geometriai alakzat miatt funkciós csoportok létrehozására nincs is lehetőség az eddig ismert módszerek alkalmazásával. A találmány szerinti eljárást használva a bevonás ilyen esetben sem jelent gondot, akár folyamatos üzemben is kivitelezhető az eljárás.

A találmány szerinti eljárás további előnye, hogy segítségével olyan réteg is előállítható, mely a felületén reakcióképes funkciós csoportot tartalmaz. A külső és az elnyeletett belső reagens mennyiségi arányainak változtatásával elérhető, hogy az előbbi vagy az utóbbi legyen feleslegben, meghatározva ezáltal a réteg felületén lévő funkciós csoportokat. A funkciós csoportok tovább is alakíthatók, így tetszőleges fizikai tulajdonságokkal rendelkező felület előállítására van lehetőség. A funkciós csoportok kialakíthatóságának további előnye, hogy új kémiai karaktert kölcsönöznek a bevont tárgynak. Így például egy inert hordozó ioncserélővé alakítható, vagy biológiailag aktív vegyületek kovalens kötését teszi lehetővé.

A találmány szerinti eljárás alkalmazása előnyös abból a szempontból is, hogy jól tervezhetők az előállítandó bevonatok fizikai és kémiai jellemzői is. Belső reagensként olyan anyagokat célszerű megválasztani, melyek nem lépnek reakcióba a bevonandó műanyaggal, de a bevonat előállításához szükséges mennyiségben elnyelődnek benne. Külső reagens megválasztásánál szempont, hogy viszonylag gyorsan reagáljon a belső reagenssel, és a képződő reakciótermék immobilizálódjon a felületen. Mivel a reagensek között lejátszódó reakció diffúziókontrollált, alkalmazhatók olyan reagensek is, melyek közvetlenül nem reagáltathatók egymással a reakció túl heves lejátszódása miatt. A rétegeképzés miatt előnyösek a gyors, egyértelmű reakciómenetek, ami egyben azt jelenti, hogy jól tervezhetők a réteget alkotó reakciótermékek összetétele, szerkezete.

A találmány szerinti eljárás alkalmazása előnyös abból a szempontból is, hogy a kialakított réteg „in situ” képződik, vagyis a külső reagens molekulái a bevonás alatt energetikailag legstabilabb elhelyezkedés közben rögzülnek. A bevonás mintegy befagyasztja a bevonáskori állapotot, és így a bevonóréteg energetikailag stabil (például apoláris-poláris) átmenetet képez a bevonandó műanyag és a külső reagens közege között.

A találmány szerinti megoldás nagy előnye, hogy széles körű alkalmazást tesz lehetővé. A találmány szerinti eljárást használva – műanyag tárgyak fizikai tulajdonságát megváltoztató egyszerű bevonóréteggel való borítástól, biológiailag aktív anyagok immobilizálásán keresztül műanyag tárgyak fémréteggel való borításáig – számos lehetőség kielégítésére nyílik lehetőség.

A találmány szerinti eljárással gazdaságosan lehet különböző bevonati rétegeket előállítani, mivel az eljárás egyszerűen kivitelezhető, nincs különösebb esz-

közigénye, a bevonáshoz használatos reagensek általában olcsók.

A következőkben az alábbi, nem korlátozó jellegű példákkal írjuk le a találmányt részletesebben:

1. példa

A műanyag tárgyak szakaszos üzemű bevonásánál a belső reagenssel való telítést az alábbi kísérleti elrendezésben végezzük:

20 ml-es, menetes kupakkal zárható edény belsejébe 2 ml-es nyitott edényt helyezünk. A 2 ml-es nyitott edénybe töltjük a belső reagenst. A 20 ml-es edénybe, a reagenst tartalmazó edény mellé helyezünk a bevonandó műanyag tárgyakat, majd a külső edény zárása után különböző időtartamokig inkubáljuk a rendszert. Az elrendezés révén biztosítjuk, hogy a reagens közvetlenül ne, csak gőzein keresztül érintkezzen a bevonandó műanyag tárggyal.

2. példa

Az 1. példánál leírt elrendezésben három külön edényben 12 mm külső átmérőjű és 2 mm falvastagságú szilikongumiból készült, ismert tömegű csődarabokat telítünk 100-100 µl (2/a) klór-trimetil-szilán-, (2/b) diklór-dimetil-szilán-, illetve (2/c) triklór-metil-szilán-reagensekkel. 6 órás inkubáció után megmérjük a műanyag darabok súlynövekedését, majd a csődarabokat 0,1 mol/l NaOH-oldatba helyezzük, és az oldatot egy éjszakán át keverjük. A csődarabokat desztillált vízzel háromszor átmoszuk, majd 6 órán át szárítjuk 150 °C-on, vákuum-száritószekrényben. A (2/a), illetve (2/b) esetben szemmel látható változás nem történt a csődarabokkal, a (2/c) esetben a csődarabot egy egyenletes, fényes felületű, fehér színű réteg borítja. A réteg kb. 0,5 mm vastag, a felülethez jól tapadt. [A tömegmérések eredményeit az 1. táblázat (2/a, 2/b, 2/c példa) tartalmazza.]

A tömegmérés eredményeiből látható, hogy a bevonandó szilikon műanyag viszonylag rövid idő alatt jelentős mennyiségű (5,9–8,6 tömeg%) reagenst képes elnyelni. A belső reagenst – a klóratomok számának megfelelően – egy, kettő, illetve három reakcióképes funkciós csoporttal rendelkeznek. A külső reagens – jelen esetben a víz – egy gyors ($X-Cl+HOH \rightarrow X-OH+HCl$), illetve egy lassú ($X-OH+X-OH \rightarrow X-O-X+H_2O$) reakcióra képes a belső reagensekkel. (A külső reagens mellett található NaOH a melléktermékként felszabaduló sósav megkötését szolgálja.)

A fentieknek megfelelően a (2/a) esetben dimer, a (2/b) esetben láncszerű molekula és a (2/c) esetben térhálós szerkezetű réteg képződésére van lehetőség. A (2/a) és (2/b) esetben csak egy viszonylag kis molekulából álló, gyengén tapadó réteg keletkezhet, míg a (2/c) esetben egy stabil réteg keletkezésére van lehetőség (elvéleg az egész réteg egyetlen molekula).

A (2/c) esetnek megfelelő eljárással kezelt csődarabok a keletkezett réteg hatására a szilikongumi cső ragaszhatóvá vált. Kezeletlen és kezelt csődarabokat Loctite 406 pillanatragasztóval összenyomva egyórás száradás után megvizsgáltuk. Míg a kezeletlen csődarabok könnyedén szétválaszthatók voltak, a kezelt cső-

darabok szilárdan rögzültek egymáshoz. A jelenség igazolta, hogy a keletkezett réteg megváltoztatta a bevonandó anyag tulajdonságát.

3. példa

Az 1. példánál leírt elrendezésben egy 12 mm külső átmérőjű és 2 mm falvastagságú szilikongumiból készült, ismert tömegű csődarabot telítünk 100 µl diklór-dimetil-szilán-reagens felhasználásával. 2,5 órás inkubáció után megmérjük a műanyag cső súlynövekedését, majd a csődarabot poli(vinil-alkohol) 1%-os vizes oldatába helyezzük, és az oldatot egy éjszakán át keverjük. A csődarabot desztillált vízzel háromszor átmoszuk, majd 5 órán át szárítjuk 150 °C-on, vákuum-száritószekrényben.

A tömegmérések eredményéből (1. táblázat: 3. példa) látható, hogy ugyanazt a belső reagenst alkalmazva, mint a 2/b példánál, a külső reagens megváltoztatásának hatására a bevonóréteg tömege megnő (0,9%→2,8%). Ebben az esetben ugyanis mind a víz, mind a poli(vinil-alkohol) külső reagensként szerepel. Mivel a poli(vinil-alkohol) sok reakcióképes funkciós csoportot (–OH) tartalmazó makromolekula, a reagensből és vízből képződő láncszerű molekulák a poli(vinil-alkohol) bekapcsolódása révén térszerkezetű réteggé állhatnak össze.

A bevonóeljárás hatására a szilikongumi csődarab optikai tulajdonsága megváltozott. A cső felülete olajosan fénylett. A korábbi áttetsző, opálos kinézet helyett a cső anyaga átlátszóvá vált.

4. példa

Ugyanazon a szilikongumi csődarabon először a 3. példánál leírt, majd ezután a 2/c példánál leírt bevonási eljárást végezzük el. A cső vizuális megfigyelése és a súlymérések (1. táblázat: 4/a, 4/b példák) igazolják, hogy két, egymástól eltérő tulajdonságú réteg keletkezett. Tehát a már borított műanyag tárgyon további – akár eltérő reakciótermékekből álló – rétegek hozhatók létre.

5. példa

Megismételjük a 2/c példánál leírt eljárást. A belső reagens elnyelésére a 2/c példánál alkalmazottal azonos időt alkalmazunk, de a bevonási időt 6 órától 1,5 órára csökkentjük. Súlymérésekkel (1. táblázat, 5. példa) igazoltuk – mint ahogy az várható volt –, a bevonási idő csökkentésével a képződött réteg tömege is csökken. Mivel a geometriai méretek megegyeztek mind a két esetben, a bevonati réteg kisebb tömege egyben azt jelenti, hogy a keletkezett réteg vékonyabb is. Ugyancsak csökkenthető vagy növelhető a bevonati réteg vastagsága az elnyeletett belső reagens mennyiségének változtatásával. Mivel a bevonási eljárás többször ismételtető (lásd 4. példa), a találmány szerinti eljárás paramétereinek változtatásával szabályozható vastagságú bevonati réteg előállítására van lehetőség.

6. példa

Az 1. példánál leírttal megegyező körülmények mellett egy poliamidszálakból álló szövetet diklór-dimetil-

szilán és klór-trimetil-szilán 1:1 arányú elegyből álló reagens páraterebe helyezünk. Egy éjszakán át történő inkubálás után a reagensekkel telítődött, bevonandó anyag súlya jelentősen növekedett. A reagensekkel telített poliamidszövetet polietilén-imin 5%-os vizes oldatába helyezzük, melyet éjszakán át keverünk. A poliamidszövetet alapos, többszöri desztillált vizes mosás után vákuum-szárítószekrényben 60 °C-on szárítjuk egy éjszakán át. Tömegmérés után (1. táblázat: 6. példa) a szövetet – egy kezeletlen kontrollal együtt – 50 ml metanol, 10 ml ecetsav és 40 ml desztillált víz elegyében oldott 0,1 g Coomassie Brilliant Blue festékkoldatba (gyártó: Loba Chemie, Ausztria) helyezzük 5 percig. A festés után a poliamidszövetet 50 ml metanol, 10 ml ecetsav és 40 ml desztillált víz elegyből készült oldattal mosunk 5 percig, majd levegőn, szobahőmérsékleten szárítjuk. A kontrollminta nem festődött, megtartotta eredeti színét, a kezelt minta mélykék színnel festődött.

7. példa

Az 1. példánál leírt elrendezésben 3 db 200 µl-es, polipropilénből készült pipettahegyet egy éjszakán át 5 µl oxalil-kloridból mint belső reagensből és 100 µl triklór-etilénből mint indifferens oldószerből álló eleggyel inkubálunk. Súlymérés után (1. táblázat: 7. példa) a pipettahegyek belsejébe 30-30 µl polietilén-imin 3%-os vizes oldatát szívjuk fel, majd a külső reagens oldatát tartalmazó hegyeket éjszakán át páraszekrényben inkubáljuk. Az oldat eltávolítása után a csöveket vízzel, alkohollal mostuk, majd vákuum-szárítószekrényben 80 °C-on 3 órán át szárítottuk. A pipettahegyek belsejében képződött réteget a 6. példában leírt festési eljárással tettük láthatóvá. A pipettahegy belsejében kép-

ződött, amincsoportokat tartalmazó réteg a polietilén-imin-oldat mennyiségének megfelelő magasságig homogén, sötétkék színnel festődött.

8. példa

Az 1. példánál leírt elrendezésben 2 db 200 µl-es, polipropilénből készült, vékony falú PCR-reakcióedényt helyezünk 50 µl szulfuril-klorid gőzterébe 2 órán keresztül. Súlymérés után (1. táblázat: 8. példa) a reakcióedényekbe 100 µl polietilén-imin – mint külső reagens – 5%-os vizes oldatát mérjük be. Egyórás inkubálás után az oldatot eltávolítjuk és a reakcióedényt desztillált vízzel többször átmoszuk, végül vákuum-szárítószekrényben 3 órán keresztül 80 °C-on szárítjuk. A reakcióedények belsejében képződött réteget a 6. példában leírt festési eljárással tettük láthatóvá. A reakcióedények belsejében képződött, amincsoportokat tartalmazó réteg a külső reagens oldatának megfelelő magasságig kék színnel festődött. A keletkezett réteg a külsőreagens-oldat meniszkuszanak megfelelő magasságban kisebb inhomogenitást mutatott.

9. példa

A 8. példánál leírt eljárást megismételjük azzal az eltéréssel, hogy több belső reagenst alkalmazunk, továbbá a bevonáshoz 100 µl polietilén-imin 5%-os vizes oldatából mint külső reagensből és 1 µl poli(vinil-alkohol) 10%-os vizes oldatából mint segédanyagból álló elegyet mérünk be a reakcióedényekbe. A segédanyag felületi feszültséget csökkentő hatását mutatta, hogy a 8. példával azonos festési eljárás teljesen homogén réteg kialakulását jelezte, továbbá a réteg sötétebb színnel festődött (1. táblázat: 9. példa).

1. táblázat

Példa	Bevonandó műanyag		Telítés		Bevonás	
	név	tömeg (mg)	belső reagens	tömegváltozás (mg) (%)	külső reagens	tömegváltozás (mg) (%)
2/a	szilikon	426,4	klór-trimetil-szilán	25,2 (5,9%)	víz	-0,9 (-0,2%)
2/b	szilikon	521,5	diklór-dimetil-szilán	37,2 (7,1%)	víz	4,8 (0,9%)
2/c	szilikon	459,4	triklór-metil-szilán	39,4 (8,6%)	víz	11,3 (2,5%)
3.	szilikon	514,2	diklór-dimetil-szilán	47,5 (9,2%)	víz+poli(vinil-alkohol)	14,5 (2,8%)
4/a	szilikon	348,2	diklór-dimetil-szilán	32,1 (9,2%)	víz+poli(vinil-alkohol)	9,8 (2,8%)
4/b	szilikon	358	triklór-metil-szilán	36,6 (10,2%)	víz	19,7 (5,5%)
5.	szilikon	460,5	triklór-metil-szilán	41,8 (9,1%)	víz	6,1 (1,3%)
6.	poliamid	31,9	diklór-dimetil-szilán/klór-trimetil-szilán (1:1)	10,9 (34,2%)	5%-os PEI (polietilén-imin)	0,2 (0,6%)
7.	polipropilén	350	oxalil-klorid/triklór-etilén	21,1 (6,0%)	3%-os PEI	0,9 (0,2%)
8.	polipropilén	104,1	szulfuril-klorid	1,3 (1,2%)	5%-os PEI	0 (0%)

1. táblázat (folytatás)

Példa	Bevonandó műanyag		Telítés		Bevonás	
	név	tömeg (mg)	belső reagens	tömegváltozás (mg) (%)	külső reagens	tömegváltozás (mg) (%)
9.	polipropilén	104,3	szulfuril-klorid	3,3 (3,2%)	5%-os PEI 0,1% PVA	0,2 (0,2%)
16.	polipropilén	103,6	oxalil-klorid	5,2 (5,0%)	1 mg/ml BSA	0,1 (0,1%)
17/a	szilikon	385,1	oxalil-klorid	41,3 (10,7%)	etilén-diamin (gőz)	2,1 (0,5%)
17/b	szilikon	384,4	oxalil-klorid	38,5 (10,0%)	2 M etilén-diamin	7,2 (1,9%)
18.	szilikon	439,3	etilén-diamin	14,6 (3,3%)	oxalil-klorid	2,0 (0,5%)
19.	szilikon	467,5	etilén-diamin	4,3 (0,9%)	Ag ⁺	5,5 (1,2%)
20.	polietilén	304,3	acetaldehid	3,2 (1,1%)	Ag ⁺	0,9 (0,3%)
21.	polietilén-tereftalát	131,4	acetaldehid	4,0 (3,0%)	Ag ⁺	2,9 (2,2%)

10. példa

A 7. példánál leírt eljárással azonos módon vonunk be pipettahegyeket, de a festési eljárás helyett az alább leírt módon készített bevonat ioncserélőként való alkalmazhatóságát teszteltük.

A bevont pipettahegyekbe 1 mol/l ecetsavat szívnunk fel és 10 percig inkubáljuk. Az ecetsav eltávolítása után a hegyeket desztillált vízzel mossuk át háromszor. Titrálóelegyet készítettünk az alábbiak szerint:

197 µl 0,1 mmol/l Tris-acetát pH=5,0

2 µl 0,5 mmol/l adenzin-trifoszfát

1 µl γ-[³²P] adenzin-trifoszfát

Az acetát formára cserélt ioncserélő réteggel rendelkező pipettahegyekbe 25-25 µl titrálóoldatot szívnunk fel és a pipettahegyeket 5 percig szobahőmérsékleten inkubáljuk. Az inkubáció után a hegyekben lévő folyadékot egy mérőedénybe nyomjuk, majd a pipettahegyeket desztillált vízzel és alkohollal mossuk. Ezután a pipettahegyekbe 25 µl 1 mol/l koncentrációjú Tris bázist szívnunk fel és ezzel inkubáljuk a hegyeket 5 percig. Végül a folyadékot eltávolítjuk a hegyekből egy másik mérőedénybe. Az eredeti, illetve a mérőedényekben gyűjtött minták radioaktivitásának mérésével megállapítható volt, hogy a pipettahegyekben lévő réteg az eredeti aktivitás, és így a jelzett nukleotid 98,74%-át megkötötte és a megkötött anyag 91,54%-a eluálható volt a rétegről. A kontrollként, kezeletlen csöveken végzett mérések nem mutattak ioncserére utaló tulajdonságot. A kezelt csöveknél végzett mérések gyenge anioncserélőkre jellemző tulajdonságot mutattak, ami azt jelzi, hogy a polipropilén csöveket stabil, amincsoportokat tartalmazó tartalmú réteggel sikerült borítani.

11. példa

A pipettahegyek belső felületét a 7. példánál leírt módon borítjuk. A bevonati réteg amincsoportjait borostyánkősavanhidrid 40 mmol/l-es acetónitriles oldatával derivatizáljuk. A kezelés során változatlanul maradt

amincsoportokat végül ecetsavanhidrides kezeléssel elimináljuk. A hegyeket mossuk és szárítjuk. Az eljárás segítségével a szabad amincsoportokat tartalmazó réteget szabad karboxilcsoportokat tartalmazó réteggé alakítottuk. Szabad karboxilcsoportokat tartalmazó réteg további derivatizálást (például aktívészter-képzésen keresztüli enzimimmobilizálást), illetve gyenge kationcserélőként alkalmazást tesz lehetővé. A kezelés hatását, vagyis az amincsoportok acileződését mutatja, hogy a 6. példánál leírt festési eljárást elvégezve a 11. példában leírt kezeléssel módosított réteg nem festődött.

12. példa

Folyamatos üzemű bevonás

Egy 1 m hosszú, 0,5 mm belső, 1 mm külső átmérőjű tefloncsövet egy 100 ml térfogatú, zárt üvegedényen vezetünk keresztül oly módon, hogy a tefloncső bemeneti és kimeneti részén szorosan illeszkedett az üvegedény nyílásába, biztosítva a légmentes csatlakozást. A tefloncső teljes hosszából 80 cm-t az üvegedény belsejében, hurkokban felcsavarva helyezzük el. Az üvegedény belsejébe 10 ml triklór-etilént mint oldószert és vákuumrendszeren keresztül 0,1 ml foszgent mint belső reagenst adagolunk. A hurokba felcsavart kapilláriscső egy része a folyadékba lógott, más része viszont csak a reagens gőzterével érintkezett. A tefloncső belsejében lassú áramlással 5%-os polietilén-imin-oldatot cirkuláltatunk 2 órán keresztül. A rendszer megbontása után a csövet desztillált vízzel mossuk, majd vákuum-szárítószekrényben 105 °C-on 5 órán keresztül szárítjuk. A szárítás után a csövet a 6. példánál leírt módon festjük és mossuk. A festés eredményeként láthatóvá válik a cső belső felületét borító egyenletes, kék színeződéssel festődő réteg.

13. példa

A 12. példánál leírt bevonási eljárást megismételjük különböző belső reagensekkel (oxalil-klorid, fosz-

gén), különböző külső reagensekkel (polilizin, polifenil-alanin-lizin, polietilén-imin) és különböző műanyagból készült csövekkel (teflon, polietilén, polipropilén). Az eljárást a belső reagensek, a külső reagensek és a bevonandó műanyag tárgyak minden variációjában elvégezve, eredményül minden esetben különböző intenzitású, de egyenletesen festődő rétegeket mutatunk ki.

14. példa

Megismételjük a 12. példánál leírt bevonóeljárást, de a festés helyett a cső belsejébe biotin-N-hidroxi-szukcinimid 10 mmol/l dimetil-szulfoxidos oldatot adagolunk. A csövet 2 óra inkubáció után dimetil-szulf oxiddal, etanollal, vízzel mossuk, majd szárítjuk. A kezelés hatására az előállított, polietilén-imin-tartalmú réteg szabad amincsoportjaira kovalens kötéssel biotin kötődhet. A réteg biotineződését jelzett ¹²⁵I-streptavidin-oldattal történő titrálás segítségével igazoltuk. 10 cm hosszúságú csődarabba 400 000 cpm/ml radioaktív koncentrációjú ¹²⁵I-streptavidin/PBS (pH=7,4) oldatot (PBS=Phosphate Buffered Saline; az alábbi összetételben: 8 g nátrium-klorid, 0,2 g kálium-klorid, 1,15 g dinátrium-hidrogén-foszfát 2 mol kristályvízzel, 0,2 g kálium-dihidrogén-foszfát desztillált vízzel 3 literre hígítva, nátrium-hidroxiddal pH=7,4-re állítva) adagoltunk, és 1 óra hosszat inkubáltuk szobahőmérsékleten. A titrálóoldat eltávolítása után a csövet háromszor mostuk PBS (pH=7,4) oldattal, majd mértük a cső radioaktivitását. Megállapítható, hogy a cső a jelzett streptavidin 97,4%-át megkötötte. A mérés alapján igazolható, hogy a példa szerinti eljárás alkalmas funkciós csoportokat tartalmazó réteg előállítására, mely megfelelő reagensek felhasználásával módosítható.

15. példa

Megismételjük a 14. példánál ismertetett eljárást, de a biotin jelenlétének kimutatása helyett a csőbe 0,01 mg/ml koncentrációjú streptavidin/PBS (pH=7,4) oldatot adagolunk. Kétórás inkubáció után a csövet PBS-sel mossuk. A biotin-streptavidin közötti kötés hatására a biotinnal borított réteg streptavidinnal borított réteggé alakul. Mivel egy streptavidinmolekula összesen négy biotin megkötésére képes, az immobilizált streptavidinréteg további biotin, illetve biotinnal jelzett molekulák megkötésére képes. Az immobilizált streptavidinréteget 5' végén biotinnal, 3' végén P-32 izotóppal jelzett oligomerrel (dT₂₅) mutatjuk ki. Egy 10 cm-es csődarabot jelzett oligomer (40 000 Bq/μl, 1 pmol/μl) oldatával 2 órán keresztül inkubáljuk. Az inkubáció után a jelzett oldatot eltávolítjuk, majd 0,1% Triton X-100 detergenst (gyártó: Reanal, Magyarország) tartalmazó 1 mol/l NaCl sóoldattal háromszor átmostuk a csövet. A cső által megkötött oligomer mennyiségét Cserenkov-sugárzás segítségével mérjük.

Megállapítható, hogy a réteg a bevitt biotínalt oligomer 96,5%-át megkötötte. Így a találmány szerinti eljárással előállított réteg megfelelő derivatizálás után alkalmas biológiai aktív vegyületek immobilizálására.

16. példa

Az 1. példánál leírt elrendezésben 2 db 200 μl-es, polipropilénből készült vékony falú PCR-reakcióedényt helyezünk 50 μl oxalil-klorid gőzterébe egy éjszakán keresztül. Súlymérés után (1. táblázat: 16. példa) a reakcióedényekbe 1 mg/ml koncentrációjú BSA-oldatot készítünk. A reakcióedényeket kupakkal lezárjuk és egy éjszakán át szobahőmérsékleten inkubáljuk. A BSA-oldat eltávolítása után a reakcióedényeket háromszor átmostuk detergenst tartalmazó PBS-pufferrel, majd vákuum-száritószekrényben 80 °C-on 3 órán át szárítjuk. A 6. példánál leírt eljárással megfestettük a reakcióedényeket. A festés eredményeként láthatóvá vált, hogy a bevonásra használt BSA-oldat magasságig a reakcióedény belső felületén kéken festődő, homogén réteg keletkezett. A kísérlet igazolja, hogy a találmány szerinti eljárást alkalmazva lehetőség van a hagyományos adszorpciós eljárással nem vagy csak rossz hatásokkal borítható polipropilén BSA-val történő bevonására is.

17. példa

Az 1. példánál leírt elrendezésben 2 db ismert tömegű szilikongumi csődarabot oxalil-klorid gőzében inkubálunk 2,5 órán át. Súlymérés után az egyiket etilén-diamin gőzterébe (1. táblázat: 17/a példa), a másikat pedig etilén-diamin 2 mol/l koncentrációjú vizes oldatába (1. táblázat: 17/b példa) helyezzük. Éjszakán át történő inkubálás után a tárgyakat desztillált vízzel mossuk, majd 80 °C-on vákuum-száritószekrényben szárítjuk 2,5 órán át. Az eljárás végén fehéres színű bevonatot kapunk mindkét esetben. A csődarabok elvesztették „szilikonos”, sikamlós jellegüket és jól ragaszthatókká váltak. Így bizonyítható, hogy a bevonandó műanyag tárgyon kívüli reagens – ha a feltételek adottak – mind folyadék-, mind gázfázisban alkalmazható.

18. példa

A 17. példánál leírt eljárást úgy hajtjuk végre, hogy megcseréljük a két reagenst, nevezetesen a szilikongumi csődarabot etilén-diaminban inkubáljuk egy éjszakán át, majd súlymérés után (1. táblázat: 18. példa) oxalil-klorid gőzében helyezzük 20 percig. Az etilén-diamin-felesleg biztosítása érdekében a csődarabot 2 órán át szabad levegőn inkubáljuk. Ezután desztillált vízzel mossuk, majd 80 °C-on vákuum-száritószekrényben szárítjuk 2,5 órán át. Az eljárás végén a 17. példánál leírthoz hasonló, fehéres, jól ragasztható réteget kapunk. A példa azt bizonyítja, hogy a külső, illetve belső reagensek adott esetben felcserélhetők.

19. példa

Az 1. példánál leírt elrendezésben egy ismert tömegű szilikongumi csődarabot etilén-diamin (1. táblázat: 19. példa) gőzében inkubálunk 6 órán át. Súlymérés után a csődarabot 5 ml Tollens-reagenst tartalmazó poli-etilénküvetébe helyezzük. (Tollens-reagens készítése: 1 g ezüst-nitrátot 10 ml vízben oldunk, továbbá 1 g nátrium-hidroxidot szintén 10 ml vízben oldunk. 1 ml ezüst-nitrát-oldathoz 1 ml nátrium-hidroxid-oldatot

adunk. A kiváló ezüst-oxid oldódásáig tömény ammóniát adagolunk a reagenshez.) Néhány perc után megkezdődött a fémezüst kiválása a szilikongumi csődarabok teljes felületén. A küvetákat egy órán át rázogatójuk, majd a bevont csődarabot desztillált vízzel öblítjük, végül 80 °C-on vákuum-szárítószekrényben szárítjuk 2,5 órán át. A találmány szerinti eljárást alkalmazva sikerült a csődarabok teljes felületét fémesen csillogó ezüstréteggel bevonni. A redukálóreagens műanyag tárgyból való kiáramlása által keltett gradiens hatására a műanyag tárgy teljes felülete bevonódott, míg a bevonásra alkalmazott műanyag küvetta falán nem alakult ki ezüstréteg.

20. példa

Az 1. példánál leírt elrendezésben egy 15 cm hosszú, 0,5 mm belső, 1 mm külső átmérőjű polietilén csődarabot acetaldehid gőzében inkubálunk egy éjszakán át. Súlymérés után (1. táblázat: 20. példa) a csődarab végét egy polipropilén pipettahegyre húzzuk és a pipetta segítségével Tollens-reagenst szívunk fel a polietilén cső belsejébe. Néhány perc múlva megkezdődött az ezüstréteg kialakulása. A Tollens-reagenst időről időre frissítjük a pipetta segítségével. Egyórás inkubáció után a csövet desztillált vízzel átmoszuk, majd 80 °C-on vákuum-szárítószekrényben szárítjuk 2 órán át. A bevonás eredményeként a cső belsejét ezüsttűkörreteg borítja.

21. példa

Az 1. példánál leírt elrendezésben acetaldehid gőzében egy 2×1 cm méretű, 0,5 mm vastag polietilén-tereftalát-lemezt inkubálunk egy éjszakán át. Súlymérés után (1. táblázat: 21. példa) 5 ml Tollens-reagenst tartalmazó polietilénküvetába helyezük a műanyag lemezt. A 19. és 20. példában leírttal teljesen megegyező eredményt kapunk: a csődarabot fémesen csillogó ezüstréteg vonja be. Az előző példánál alkalmazott vákuumszekrényben való szárítás helyett, az ezüsttel bevont lemezdarabot desztillált vizes öblítés után katódnak kötve, réz-szulfát-oldatban elektrolizáljuk. Néhány perces elektrolízis után rézréteg vált ki az ezüstözött felületre. Az elektrolízissel létrehozott vastag rézréteg mechanikailag sokkal erősebben tapad a felületre, mint az ezüsttűkör. Így igazolható, hogy a találmány szerinti eljárást alkalmazva lehetőség van műanyag tárgyak ezüsttel való bevonására, mely jó alapot szolgáltat a további fémrétegek felvitelére.

SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Eljárás műanyagok felületének bevonására, *azzal jellemezve*, hogy tartalmazza a következő lépéseket:
 - 5 elnyeletjük legalább egy „belső reagens” gőzét a bevonandó műanyagban, ahol a legalább egy „belső reagenst” olyan anyagok közül választjuk, amelyek nem reagálnak a műanyaggal, érintkeztetünk legalább egy „külső reagenst” a bevonandó műanyag felületével, ahol a legalább egy „külső reagens” oldatban van, a bevonandó műanyag határfelületére diffundáló legalább egy „belső reagens” és a legalább egy „külső reagens” közötti kémiai reakcióval kapott reakcióterméket, kívánt esetben segédanyag jelenlétében a bevonandó műanyag felületén immobilizáljuk.
 - 20 2. Az 1. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy az elnyeletési és az érintkeztetési lépést egymás után végezzük.
 - 20 3. Az 1. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy az elnyeletési és az érintkeztetési lépést egyidejűleg végezzük.
 - 25 4. Az 1–3. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a legalább egy „külső reagens” egy legalább két funkciós csoportot tartalmazó polimer.
 - 25 5. Az 1–4. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a polimer oldat polietilén-imin vizes oldata.
 - 30 6. Az 1–5. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a legalább egy „belső reagenst” az alábbiak közül választjuk: oxalil-klorid, szulfuril-klorid, foszgén, diklór-dimetil-szilán, triklór-metil-szilán, acetaldehid, etilén-diamin.
 - 35 7. Az 1–6. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a műanyag egy indifferens műanyag.
 - 40 8. Az 1–7. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a műanyagot az alábbiak közül választjuk: szilikon, poliamid, polietilén, polipropilén, teflon, polietilén-tereftalát.
 - 40 9. Az 1–8. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a bevonatot segédanyag jelenlétében képezzük.
 - 45 10. Az 1–9. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a segédanyag egy felületi feszültséget csökkentő anyag.