

## **Antymikrobowy lakier proszkowy oraz sposób wytwarzania antymikrobowego lakieru proszkowego**

Przedmiotem wynalazku jest antymikrobowy lakier proszkowy oraz sposób wytwarzania antymikrobowego lakieru proszkowego, mającego zastosowanie zwłaszcza do zabezpieczania powierzchni różnych materiałów: kompozytów tworzyw sztucznych, drewna, materiałów drewnopochodnych oraz metali w różnych sektorach gospodarki, w tym w środkach transportu, obiektach użyteczności publicznej, przemyśle lotniczym, spożywczym oraz urządzeniach sanitarnych i medycznych.

Typowe wyroby powłokowe proszkowe zawierają stałe żywice poliestrowe, epoksydowe lub akrylowe oraz środki sieciujące, środki pomocnicze (związki ułatwiające nanoszenie powłok, przyspieszające odgazowanie, zwiększające rozlewność) oraz różne dodatki funkcyjne w zależności od zastosowania (pigmenty, wypełniacze, katalizatory, inhibitory korozji, biocydy, antypireny, antyoksydanty). Lakiery proszkowe charakteryzują się dobrymi właściwościami użytkowymi, takimi jak dobra elastyczność, przyczepność do różnego typu powierzchni, odporność na ścieranie i zarysowanie, a także doskonała odporność chemiczna oraz na promieniowanie UV. W ostatnich latach wzrasta zainteresowanie materiałami i powierzchniami, które zapobiegają rozwojowi mikroorganizmów, takich jak bakterie czy wirusy.

Ze stanu techniki znane są sposoby zapobiegania rozwojowi mikroorganizmów na powłokach.

W literaturze (Molling, J. W., Seezink, J. W., Teunissen, B. E., Muijters-Chen, I. and Borm, P. J., *Nanotechnology Sci. Appl.*, 2014, 7, 97) można spotkać doniesienia dotyczące stosowania nanosrebra jako dodatku przeciwdrobnoustrojowego do powłok ochronnych, które były bardzo skuteczne w

hamowaniu wzrostu bakterii *Escherichia Coli*. Wartość logarytmu redukcji tych bakterii wynosiła około 6.

Srebro ma bardzo dobre właściwości przeciwdrobnoustrojowe, ale ma również kilka wad, takich jak ograniczona dostępność, wysoki koszt, możliwość bioakumulacji podczas częstego kontaktu (Blaster S.A., Scheringer M., MacLeod M., Hungerbuhler K., *Sci. Total. Environ.*, 2008, 390, 396), a także możliwość indukowania oporności bakterii, w niektórych przypadkach (Panáček, A., Kvítek, L., Smékalová, M., Večeřová, R., Kolář, M., Röderová, M., Dyčka, F., Šebela, M., Pruček, R., Tomanec, O., Zbořil, R. *Nat. Nanotechnol.* 2018, 13,65, Sutterlin S, Dahlo M, Tellgren-Roth C, Schaal W, Melhus A. *J. Hosp. Infect.* 2017, 96, 256). Liczne badania wskazują na możliwy immunotoksyczny potencjał zapalny cząstek nanosrebra (Li, W., Chang, H., Yang, W. et al. *Sci. Rep.* 2018, 8, 5593, Orłowski P, Krzyżowska M, Winnicka A, Chwalibóg A, Sawosz . *Cent. Eur. J. Immunol.* 2012, 37, 123–130).

Powłoki mające prawie 100% zdolność redukcji bakterii, można uzyskać w wyniku dodatku  $\text{TiO}_2$ , czwartorzędowych soli amoniowych, triklosanu lub pirytionianu cynku. Triklosan kumuluje się w środowisku i zaburza gospodarkę hormonalną, co może mieć negatywny wpływ na zdrowie ludzi i zwierząt, ponadto pod wpływem światła słonecznego może ulegać fotodegradacji do bardziej toksycznych dioksyn (Dhillon, G. S., Kaur, S., Pulicharla, R., Brar, S. K., Cledón, M., Verma, M., & Surampalli, R. Y. *Int. J. Environ. Res. Public. Health* 2015, 12, 5657, Wu JL, Ji F, Zhang H, et al. *J Hazard Mater.* 2019, 367, 128).

Dwutlenek tytanu, ze względu na możliwość działania fotokatalitycznego może katalizować powstawanie reaktywnych form tlenu, które zabijają niektóre bakterie odporne na wiele leków (Kühn K.P., Chaberny I.F., Massholder K., Stickler M., Benz V.W., Sonntag H-G., Erdinger L. *Chemosphere*, 2003, 53, 71). Jednak niektóre szczepy bakterii są mniej podatne na dezynfekcję fotokatalityczną ( Gerba C.P. Titanium Dioxide as Disinfectant. In: Kretsinger R.H., Uversky V.N., Permyakov E.A., *Encyclopedia of Metalloproteins*. Springer, New York 2013, Tsai, T.-M., Chang, H.-H., Chang, K.-C., Liu, Y.-L. and Tseng, C.-C., *J. Chem. Technol.*

Biotechnol., 85, 2010, 1642-1653). Działanie przeciwdrobnoustrojowe powłok zawierających  $\text{TiO}_2$  zależy od wilgotności względnej, natężenia światła UV i czasu naświetlania. W świetle widzialnym działanie antybakteryjne  $\text{TiO}_2$  jest słabsze (V. Nandakumar, Z. Han, Z. Fritz, V. Krishna, B. Koopman, B. Moudgil, KONA Powder Part. J., 34, 2016, 234-240). Znane są także powłoki z dodatkiem fenotriazyny, których działanie przeciwdrobnoustrojowe opiera się na podobnym mechanizmie (Yao T.T., Wang J., Xue Y.F., et al. J Mater Chem B. 2019, 7, 5089-5095).

Obecnie najczęściej stosowane dodatki antybakteryjne do lakierów proszkowych bazują na układach srebra lub nanosrebra np. Silversan (PPG), Interpon D AM (Akzo Nobel), Guardian AM (Stardust) i Alesta AM (Axalta). Antybakteryjne działanie srebra polega na reakcji jonów  $\text{Ag}^+$  z grupami elektronodonorowymi błon komórkowych drobnoustrojów zawierającymi fosfor i siarkę (Lemire J.A., Harrison J.J., Turner R.J. Antimicrobial activity of metals: mechanisms, molecular targets and applications. Nat Rev Microbiol. 2013, 11, 371–384). Główną zaletą lakierów proszkowych zawierających Ag jest wysoka zdolność zwalczania pleśni, bakterii i wirusów. Wadą – oprócz wspomnianych wyżej wysokich kosztów, bioakumulacji i potencjału immunotoksycznego Ag – jest wrażliwość na wysoką temperaturę utwardzania i tendencja do żółknięcia powłok.

Aby zmniejszyć ilość srebra, stosuje się mieszanki z innymi jonami np. dwuskładnikowe ( $\text{Ag}^+ - \text{Zr}^{2+}$ ) – znane np. z japońskiego opisu wynalazku JPH 0625561 A – lub ( $\text{Ag}^+ - \text{Cu}^{2+}$ ) a także trójskładnikowe ( $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  i  $\text{Zn}^{2+}$ ) ( M. I. Binay, S. K. Kirdeciler, B. Akata, Appl. Clay Sci., 182, 2019, 105251, J. Cui, R. Yeasmin, Y. Shao, H. Zhang, H. Zhang, and J. Zhu, Ind, Eng, Chem, Res, 2020, 59, 751-762).

Z japońskiego opisu wynalazku JPH 0860036 A znane są lakiery proszkowe o działaniu antybakteryjnym i przeciwgrzybiczym zawierające jony srebra interkalowane na zeolicie.

Z chińskiego opisu wynalazku CN 111763464 A znane są również

kombinacje srebra z czwartorzędowymi solami amoniowymi (QAC) lub imidazolem. QAC mają strukturę chemiczną typu  $R_1R_2R_3R_4 N^+X^-$  i powinny mieć co najmniej jeden podstawnik o długim hydrofobowym łańcuchu węglowodorowym zdolnym do penetracji drobnoustrojów w celu przzerwania błon komórkowych, natomiast dodatnie grupy amoniowej przyciąga ujemnie naładowane drobnoustroje (Li F, Weir MD, Xu HH. *J. Dent. Res.* 2013, 92, :932-8). QAC wykazują aktywność zarówno wobec bakterii, jak i wirusów zawierających otoczki lipidowe (takich jak koronawirus SARS-CoV-2) (Baker N, Williams AJ, Tropsha A, Ekins S. *Pharm Res.* 2020, 37, 104). Wadą QAC, jest to, że bakterie mogą rozwinąć oporność na te związki (Hegstad K, Langsrud S, Lunestad BT, Scheie AA, Sunde M, Yazdankhah SP. *Microb Drug Resist.* 2010, 16, 91-104).

Antymikrobowe lakiery proszkowe uzyskano w wyniku dodatku nanocząstek srebra interkalowanych na modyfikowanym chitozanie i montmorylonicie (Chen K., Ye W., Cai S., Huang L., Zhong T., Chen L., Wang X., J. *Experimental Nanoscience*, 2015, 11, 1360-1371)

Wśród bezsrebrowych przeciwdrobnoustrojowych lakierów proszkowych znane są kompozycje zawierające nanotlenek cynku (BS Hadavand, M Ataefard, HF Bafghi, *Composites Part B: Engineering* 2015, 82, 190-195), dwutlenek nanotytanu (chińskie opisy wynalazków CN 105218039 A, CN 105419559 A) oraz związki bizmutu (międzynarodowy opis wynalazku WO 2016187618 A1). Zastosowanie nanocząstek metali i tlenków metali może powodować problemy z rozdziałem faz i agregacją nanocząstek. Aby zapobiec występowaniu takich problemów, konieczna jest odpowiednia modyfikacja ich powierzchni. Inną problematyczną kwestią jest możliwe działanie toksykologiczne nanocząstek (Yao Y, Zang Y, Qu J, Tang M, Zhang T. *Int J Nanomedicine.* 2019;14:8787-8804).

W amerykańskim opisie wynalazku US 006093407 A ujawniono antymikrobowe lakiery proszkowe z dodatkiem dibromocyanoacetamidu (Amerstat), 2-bromo-2-nitropropano-1,3-diolu (Canguard), 3,5-dimetylotetrahydro-1,3,5-2H-tiazyno-2-tionu (Nuosept), N-(trichlorometylo)-tioftalimidu (Fungitrol E), p-hydroksybenzoesanu butylu (Butyl Parabens),

dijodometylo-p-tolilosulfonu (Amical) i dinitrylu kwasu tetrachloroizoftalowego (Nuocide).

Znane ze stanu techniki antymikrobowe lakiery proszkowe, nie pozwalają na uzyskanie powłok w każdych warunkach skutecznie zabezpieczających materiały przed przenoszeniem drobnoustrojów, które są jednocześnie bezpieczne dla środowiska i zdrowia człowieka.

Celem wynalazku jest dostarczenie lakierów proszkowych całkowicie bezpiecznych dla środowiska i zdrowia człowieka i jednocześnie tworzących w każdych warunkach skuteczne zabezpieczenia materiałów przed przenoszeniem drobnoustrojów w porównaniu do wyrobów z dodatkiem klasycznych biocydów.

Antymikrobowy lakier proszkowy na bazie żywicy akrylowej, według wynalazku charakteryzuje się tym, że zawiera od 92 do 94% wag. żywicy akrylowej bazującej na metakrylanie metylu oraz od 1 do 3% wag. nietoksycznego biocydu w postaci chitozanu interkalowanego na montmorylonicie, a ponadto inicjator, środek zwiększający rozlewność oraz środek ułatwiający odgazowanie.

Korzystnie jako inicjator zawiera antymikrobowy lakier zawiera heksafluorofosforan triarylosulfonianu w ilości 2% wag.

Dalsze korzyści uzyskiwane są, jeśli jako środek ułatwiający odgazowanie antymikrobowy lakier zawiera benzoinę w ilości od 1 do 2% wag.

Kolejne korzyści uzyskiwane są, jeśli żywica akrylowa zawiera 36,19% wag. metakrylanu glicydyli, 50,98% wag. metakrylanu metylu, 10,88% wag. akrylanu butylu oraz azobisizobutyronitryl.

Sposób otrzymywania antymikrobowego lakieru proszkowego, według wynalazku charakteryzuje się tym, że w pierwszym etapie bazującą na metakrylanie metylu żywicę akrylową w ilości od 92% do 94% wag. homogenizuje się z nietoksycznym biocydem w postaci chitozanu interkalowanego na montmorylonicie w ilości od 1 do 3% wag., środkiem ułatwiającym odgazowanie oraz środkiem poprawiającym rozlewność, po czym w drugim etapie uzyskaną

kompozycje chłodzi się, kruszy, miele i przesiewa przez sito o średnicy oczek wynoszącej od 30 do 200 $\mu$ m.

Korzystnie w pierwszym etapie jako inicjator stosuje się heksafluorofosforan triarylosulfonianu w ilości 2% wag.

Dalsze korzyści uzyskiwane są, jeśli w pierwszym etapie jako środek ułatwiający odgazowanie stosuje się benzoinę w ilości od 1 do 2% wag.

Następne korzyści uzyskiwane są, jeśli przed przystąpieniem do etapu pierwszego, dla wytworzenia żywicy akrylowej, realizuje się etap wstępny, w którym metakrylanu glicydydu w ilości 36,19% wag., metakrylanu metylu w ilości 50,98% wag., akrylanu butylu w ilości 10,88% wag. oraz inicjator miesza się podgrzewając, a po wzroście lepkości żywicę wylewa się na folię teflonową, podgrzewa oraz chłodzi do temperatury pokojowej.

Kolejne korzyści uzyskiwane są, jeżeli w etapie wstępnym jako inicjator stosuje się azobisizobutyronitryl w ilości 1,95% wag.

Dalsze korzyści uzyskiwane są, jeżeli w etapie wstępnym w podczas mieszania składników całość podgrzewa się do temperatury 70°C, a po wylaniu żywicy na folię teflonową, podgrzewa się do 100°C, a następnie chłodzi się do temperatury pokojowej.

Następne korzyści uzyskiwane są, jeżeli w etapie drugim stosuje się sito o średnicy oczek wynoszącej od 60 do 150 $\mu$ m.

Rozwiązania według wynalazku znajdują zastosowanie w wytwarzaniu udoskonalonych lakierów proszkowych. Wynalazki pozwalają na uzyskanie powłok utwardzanych promieniowaniem UV o większej (100%) zdolności do zwalczania drobnoustrojów niż wyroby znane ze stanu techniki. Lakiery proszkowe wytworzone na bazie receptury według wynalazku są kompatybilne z typowymi metodami przetwórstwa i nanoszenia, w szczególności metodą Tribo i Corona. Zastosowanie lakieru według wynalazku pozwala na otrzymanie systemów proszkowych, które są przezroczyste i bezbarwne. W przypadku konieczności zapewnienia krycia można wprowadzić do nich typowe pigmenty stosowane w

przemysle farb proszkowych, np. biel tytanową rutyłową,  $\text{TiO}_2$ . Powłoki utwardzane za pomocą UV, na bazie żywicy akrylowej, wykonane z lakierów proszkowych, w których wykorzystany został wynalazek charakteryzowały się 100% zdolnością zwalczania drobnoustrojów. W wyniku przeprowadzonych badań potwierdzono nie tylko skuteczność w redukcji bakterii z rodzaju *Escherichia coli*, ale także, nieoczekiwanie, redukcję kolonii bakterii *Staphylococcus aureus*.

Antymikrobowy lakier proszkowy oraz sposób wytwarzania antymikrobowego lakieru proszkowego bliżej wyjaśniono w przykładach wykonania i realizacji.

Lakier proszkowy, w przykładzie porównawczym zawiera 2,00% wag. inicjatora: heksafluorofosforanu triarylosulfonianu, 95,00% wag. żywicy akrylowej bazującej na metakrylanie metylu, 1,00% wag. środka ułatwiającego odgazowanie – benzoiny oraz 2,00% wag. – środka zwiększającego rozlewność – Resiflow PV 88. Uzyskany lakier należy stopić w temp.  $130^\circ\text{C}$ , a następnie utwardzić pod wpływem promieniowania UV.

Zastosowana w lakierze żywica akrylowa zawiera 36,19% wag. metakrylanu glicydyłu, 50,98% wag. metakrylanu metylu, 10,88% wag. akrylanu butylu oraz 1,95% wag. azobisisobutyronitrylu.

Antymikrobowy lakier proszkowy, według wynalazku w pierwszym przykładzie wykonania zawiera 2,00% wag. inicjatora: heksafluorofosforanu triarylosulfonianu, 94,00% wag. żywicy akrylowej, 1,00% wag. nietoksycznego biocydu w postaci chitozanu interkalowanego na montmorylonicie, 1,00% wag. środka ułatwiającego odgazowanie – benzoiny oraz 2,00% wag. środka zwiększającego rozlewność – Resiflow PV 88. Uzyskany lakier należy stopić w temperaturze  $130^\circ\text{C}$ , a następnie utwardzić pod wpływem promieniowania UV. Zastosowana w lakierze żywica akrylowa jest taka jak w przykładzie porównawczym.

Antymikrobowy lakier proszkowy, według wynalazku w drugim przykładzie wykonania zawiera 2,00% wag. inicjatora: heksafluorofosforanu triarylosulfonianu, 93,00% wag. żywicy akrylowej, 2,00% wag. nietoksycznego biocydu w postaci chitozanu interkalowanego na montmorylonicie, 1,00% wag. środka ułatwiającego odgazowanie – benzoiny oraz 2,00% wag. środka zwiększającego rozlewność – Resiflow PV 88. Uzyskany lakier należy stopić w temp. 130°C, a następnie utwardzić pod wpływem promieniowania UV. Zastosowana w lakierze żywica akrylowa jest taka jak w przykładzie porównawczym.

Antymikrobowy lakier proszkowy, według wynalazku w trzecim przykładzie wykonania zawiera 2,00% wag. inicjatora: heksafluorofosforanu triarylosulfonianu, 92,00% wag. żywicy akrylowej, 3,00% wag. nietoksycznego biocydu w postaci chitozanu interkalowanego na montmorylonicie, 1,00% wag. środka ułatwiającego odgazowanie – benzoiny oraz 2,00% wag. środka zwiększającego rozlewność – Resiflow PV 88. Uzyskany lakier należy stopić w temp. 130°C, a następnie utwardzić pod wpływem promieniowania UV. Zastosowana w lakierze żywica akrylowa jest taka jak w przykładzie porównawczym.

Sposób wytwarzania lakieru proszkowego w porównawczym przykładzie realizacji polega na wytworzeniu żywicy akrylowej – w etapie wstępnym, a następnie zhomogenizowaniu jej z inicjatorem – heksafluorofosforanem triarylosulfonianu, benzoiną oraz środkiem zwiększającym rozlewność Resiflow PV 88 – w kolejnych etapach. Wytwarzanie żywicy akrylowej, w etapie wstępnym, prowadzi się w kolbie trójszyjnej zaopatrzonej w mieszadło, chłodnicę zwrotną, termometr i rurkę z doprowadzeniem azotu. Do kolby w pierwszym kroku wprowadza metakrylan glicydyłu w ilości 426,45 g; 3 mol, metakrylan metylu w ilości 600,73 g; 6 mol, akrylan butylu w ilości 128,17g; 1 mol oraz inicjator w postaci azobisisobutyronitrylu w ilości 22,96 g 0,14 mol. Następnie zawartość

kolby miesza się podgrzewając do temperatury 70°C. W momencie nagłego wzrostu lepkości, żywicę wylewa na folię teflonową i podgrzewa do ok. 100°C w celu dobiegnięcia do końca reakcji polimeryzacji. Następnie żywicę chłodzi się do temperatury pokojowej. Po ochłodzeniu, żywica zestala się, tworząc przezroczystą, bezbarwną masę o temperaturze zeszklenia 36,70°C i liczbowo średniej masie cząsteczkowej 7792 g/mol.

Następnie przechodzi się do etapu pierwszego, w którym wytworzoną żywicę akrylową w ilości 95,00 % wag. miesza się z inicjatorem: heksafluorofosforanem triarylosulfonianu w ilości 2,00% wag. oraz z 1,00% wag. środka ułatwiającego odgazowanie – benzoiną, oraz 2% wag. środka zwiększającego rozlewność – Resiflow PV 88. Po czym przechodzi się do etapu drugiego, w którym odważone surowce wstępnie miele się, a następnie otrzymany proszek wytłacza na wytłaczarce dwuślimakowej współbieżnej w temperaturze 125°C. Wytłoczoną mieszankę kruszy się i miele ponownie w młynie, a następnie w celu wyeliminowania zbyt dużych cząstek przesiewa przez sito o średnicy oczek wynoszącej 100µm.

Sposób wytwarzania lakieru proszkowego w pierwszym przykładzie realizacji polega na wytworzeniu żywicy akrylowej, w etapie wstępnym, a następnie zhomogenizowaniu jej z heksafluorofosforanem triarylosulfonianu, chitozanem interkalowanym na montmorylonicie, benzoiną oraz Resiflow PV 88 w kolejnych etapach.

W etapie wstępnym wytwarzanie żywicy akrylowej prowadzi się analogicznie jak ujawniono w przykładzie porównawczym.

Następnie przechodzi się do pierwszego etapu, w którym wytworzoną żywicę akrylową w ilości 94% wag. miesza się z inicjatorem: heksafluorofosforanem triarylosulfonianu w ilości 2% wag., nietoksycznym biocydem w postaci chitozanu interkalowanego na montmorylonicie w ilości 1% wag., a także z dodatkiem 1% wag. środka poprawiającego odgazowanie – benzoiny oraz 2% wag. środka poprawiającego rozlewność – Resiflow PV 88. Po

czym przechodzi się do etapu drugiego, w którym odważone surowce wstępnie miele się, a następnie otrzymany proszek wytłacza się na wyłaczarce dwuślimakowej współbieżnej w temperaturze 125°C. Wytłoczoną mieszkankę kruszy się i miele ponownie w młynie, a następnie w celu wyeliminowania zbyt dużych cząstek przesiewa przez sito o średnicy oczek wynoszącej 100µm.

Sposób wytwarzania lakieru proszkowego w drugim przykładzie realizacji polega na wytworzeniu żywicy akrylowej, w etapie wstępnym, a następnie zhomogenizowaniu jej z heksafluorofosforanem triarylosulfonianu, chitozaniem interkalowanym na montmorylonicie, benzoiną oraz Resiflow PV 88, w kolejnych etapach.

W etapie wstępnym wytwarzanie żywicy akrylowej prowadzi się analogicznie jak ujawniono w przykładzie porównawczym.

Następnie przechodzi się do pierwszego etapu, w którym wytworzoną żywicę akrylową w ilości 93,00% wag. miesza się z inicjatorem: heksafluorofosforanem triarylosulfonianu w ilości 2,00% wag., nietoksycznym biocydem w postaci chitozanu interkalowanego na montmorylonicie w ilości 2,00% wag., a także z dodatkiem 1,00% wag. środka ułatwiającego odgazowanie – benzoiną oraz 2,00% wag. środka zwiększającego rozlewność – Resiflow PV 88. Po czym przechodzi się do etapu drugiego, w którym odważone surowce wstępnie miele się, a następnie otrzymany proszek wytłacza się na wyłaczarce dwuślimakowej współbieżnej w temp. 125°C. Wytłoczoną mieszkankę kruszy się i miele ponownie w młynie, a następnie w celu wyeliminowania zbyt dużych cząstek przesiewa przez sito o średnicy oczek wynoszącej 100µm.

Sposób wytwarzania lakieru proszkowego w trzecim przykładzie realizacji polega na wytworzeniu żywicy akrylowej, w etapie wstępnym, a następnie zhomogenizowaniu jej z heksafluorofosforanem triarylosulfonianu, chitozaniem interkalowanym na montmorylonicie, benzoiną oraz Resiflow PV 88, w kolejnych etapach.

W etapie wstępnym wytwarzanie żywicy akrylowej prowadzi się analogicznie jak ujawniono w przykładzie porównawczym.

Następnie przechodzi się do pierwszego etapu, w którym wytworzoną żywicę akrylową w ilości 92,00% wag. miesza się z inicjatorem: heksafluorofosforanem triarylosulfonianu w ilości 2,00% wag., nietoksycznym biocydem w postaci chitozanu interkalowanego na montmorylonicie w ilości 3,00% wag., a także z dodatkiem 1,00% wag. środka ułatwiającego odgazowanie – benzoiną oraz 2,00% wag. środka zwiększającego rozlewność – Resiflow PV 88. Po czym przechodzi się do etapu drugiego, w którym odważone surowce wstępnie miele się, a następnie otrzymany proszek wyłacza się na wyłaczarce dwuślimakowej współbieżnej w temperaturze 125°C. Wytłoczoną mieszanke kruszy się i miele ponownie w młynie, a następnie w celu wyeliminowania zbyt dużych cząstek przesiewa przez sito o średnicy oczek wynoszącej 100µm.

Z wykorzystaniem lakierów proszkowych przygotowanych tak jak opisano w powyższych przykładach, wykonuje się powłoki nanosząc przesianą frakcję proszku metodą elektrostatyczną za pomocą pistoletu ręcznego PEM X-1 z wbudowaną elektrodą oraz sterownika EPG Sprint X na podłoże stalowe lub kompozytowe i stapia w temperaturze 130°C. Powłoki sieciuje się za pomocą lampy rtęciowej Dymax UVC-5 Compact Light-Curing Conveyor System. Próbkę lakierów proszkowych i powłok opisane w przykładach wykonania charakteryzują się właściwościami przedstawionymi w poniższej tabeli.

Mierzony parametr	Przykład 0 (porównawczy)	Przykład I	Przykład II	Przykład III
chropowatość (Ra/Rz), $\mu\text{m}$ PN-EN ISO 12085	0,71/3,84	1,54/6,45	1,83/7,5	2,06/9,85
połysk, 60°, GU PN-EN ISO 2813	85,91	88,1	67,76	54,68
przyczepność do podłoża stalowego, (0-najlepsza, 5-najgorsza) PN-EN ISO 2409	1	1	1	1
twardość względna PN-EN ISO 2815	0,59	0,56	0,57	0,60
odporność na zarysowanie, g PN-EN ISO 1518-1	500	300	250	200
log redukcji, % redukcji kolonii bakterii z rodzaju Escherichia coli PN-EN ISO 22196	Log całkowitej ilości komórek 5,92	4,60 99,998	4,18 99,993	- 100
log redukcji, % redukcji kolonii bakterii z rodzaju Staphylococcus aureus PN-EN ISO 22196	Log całkowitej ilości komórek 6,31	-	-	3,97 99,989
Grubość powłoki, $\mu\text{m}$ PN-EN ISO 2808	72,32	70,8	61,2	63,18



PODPIS ZAUFANY

PIOTR  
OKARMUS

27.02.2023 22:02:44 [GMT+1]

Dokument podpisany elektronicznie  
podpisem zaufanym