

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

145 779

Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 85 03 25 (P. 252 549)

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 86 10 07

Opis patentowy opublikowano: 89.05.31

CZ. 1. ELNIA

Urząd Patentowy
Niniejszy Patent

Int. Cl.⁴ C23F 15/00
C09D 3/56

Twórcy wynalazku: Zbigniew Jedliński, Jerzy Majnusz, Zbigniew Uziel,
Wiesław Wróblewski, Marek Matożyński, Witold Świątkiewicz,
Jerzy Bradecki, Marzenna Mączyńska

Uprawniony z patentu: Zakłady Aparatury Chemicznej "Metalchem", Opole; Politechnika
Śląska im. Wincentego Patrowskiego, Gliwice (Polska)

SPOSÓB WYTWARZANIA POWŁOK Z TERMOUTWARDZALNEGO ŚRODKA POWŁOKOWEGO

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania powłok z termoutwardzalnego środka powłokowego na powierzchniach metalowych szczególnie aparatury chemicznej narażonej na działanie destrukcyjnych czynników termicznych i chemicznych.

Znane są termoutwardzalne powłoki antykorozyjne, które tworzy jedna lub kilka warstw o łącznej grubości do 250 μm , zawierające jako składnik błonotwórczy głównie mieszaniny żywio fenolowoformaldehydowych, epoksydowych czy silikonowych. W środkach przeznaczonych do otrzymywania powłok, obok składnika żywicznego, znajdują się wypełniacze, pigmenty środki tiksotropujące, katalizatory.

W zależności od zastosowanych żywio, ich stosunków wagowych oraz dodatków uszlachetniających, znane środki mają różne przeznaczenia. W znanych rozwiązaniach do ochrony antykorozyjnej stosowane są epoksydowe żywice dianowe o średnich masach cząsteczkowych powyżej 1000 i liczbie epoksydowej poniżej 0,2 gramorównoważnika grup epoksydowych na 100 g żywicy oraz żywice fenolowe (Z. Brojer, Z. Hertz, P. Penczek - Żywice epoksydowe, WNT, Warszawa 1982, s. 353). Stosowanie takich żywio epoksydowych w mieszaninie z żywiami fenolowymi daje według K. Weigela najlepsze wyniki przy stosowaniu żywicy epoksydowej do żywicy fenolowej, jak 70 : 30 do 80 : 20 (K. Weigel - Epoxidharzlaacke Vissenschafthele Verlagsgrellschaf Stuttgart, 1965 s. 232-234). Dla poprawy własności środków powłokowych wprowadza się dodatki na przykład żywice poliwinylbutyralowe, stosuje się mieszaniny różnych żywio epoksydowych (opis patentowy nr 80 718). Poprawę własności antykorozyjnych powłok odpornych na działanie wysokich temperatur, wilgoci i chemikaliów uzyskano w rozwiązaniu znanym z opisu patentowego nr 81 558 w składzie, którego w miejsce żywicy epoksydowej wprowadzono utleniony polimer dienowy lub kopolimer dienowy używając go w przewodzie w stosunku do żywicy fenolowej. Znane sposoby wytwarzania powłok termoutwardzalnych polegają przeważnie na wielowarstwowym nanoszeniu środków powłokowych, suszeniu poszczególnych warstw a następnie ich termicznym utwardzaniu. Nanoszenie poszczególnych warstw środka może być bardzo różne i zależy głównie od jego lepkości, a jest charakterystyczne dla poszczególnych środków. Poszczególne firmy za-

leającą, przy otrzymywaniu powłok, polewanie, zalewanie, natrysk pneumatyczny bądź malowanie ręczne pędzlem czy wałkiem. Istotne jest, by powłoka była jednorodna, bez pęcharzyków powietrza. Suszenie powłok przeprowadza się przeważnie w temperaturach otoczenia i w zależności od zawartości składników lotnych w środku, etap ten trwa od kilkadziesiąt minut do kilkunastu godzin. Istotnym dla uzyskania powłoki termoutwardzalnej o odpowiednim zespole właściwości termomechanicznych jest etap jej termicznego utwardzania. Powłokę jednowarstwową zawierającą żywice epoksydowe i fenolowoformaldehydowe wysuszone wstępnie w temperaturze otoczenia utwardza się w temperaturze 463 K przez około 30 minut lub w temperaturze 478 K przez 20 minut. Podobne warunki utwardzania zaleca się dla powłok wielowarstwowych stosując krótsze czasy utwardzania dla poszczególnych warstw, utwardzając ostatnią warstwę, przy takich samych parametrach powłokę jednowarstwową (K. Weigel - Epoxidharzlaacke Vissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart, 1965, s. 235). Znane sposoby wytwarzania powłok termoutwardzalnych ze znanych środków na bazie żywic fenolowoformaldehydowych i epoksydowych dają powłoki o ograniczonej odporności na działanie silnie agresywnych czynników chemicznych czy wody i jej pary działających w podwyższonych temperaturach i przy występowaniu gradientu temperatury w powłoce. Do ochrony powierzchni metalowych stosuje się wielowarstwowe wymalowania z wyrobów fenolowych, epoksydowych i modyfikowanych. Powłoki takie wykazują odporność na działanie kwasów jednakże ulegają całkowitej destrukcji po dwutygodniowym działaniu 10% roztworu ługu sodowego w temperaturze pokojowej. Powłoki poddane działaniu wody i pary w temperaturze 373 K przy spadającym do podłoża gradientie temperatury rzędu 50 K ulegają spęcherzeniu w ciągu 10 godzin. Odporne na wysokie temperatury powłoki uzyskuje się przez nałożenie na podłoże metalowe warstw farby silikonowej uzupełnionej następnie warstwami emalii silikonowej. Powłoki tak uzyskane nie zabezpieczają podłoża przed korozyjnym działaniem wody i pary w temperaturach powyżej 350 K oraz w przypadku, gdy powłoka narażona jest na działanie roztworów kwasów nieorganicznych i organicznych o podwyższonych stężeniach. Znane termoutwardzalne środki powłokowe i sposoby wytwarzania z nich powłok nie nadają się do zabezpieczania metalowych powierzchni aparatów wymiany ciepła, reaktorów chemicznych, zbiorników, rurociągów, pomp, armatury przemysłowej - narażonych na działanie destrukcyjnych czynników termicznych i chemicznych.

Istota wynalazku polega na wytwarzaniu powłok o podwyższonej odporności chemicznej i termicznej z termoutwardzalnego środka powłokowego przez nałożenie, suszenie i utwardzanie termiczne na starannie oczyszczonym podłożu metalowym kilku warstw termoutwardzalnego środka powłokowego składającego się z 4 - 18 części wagowych żywicy epoksydowej o średniej masie cząsteczkowej poniżej 700 i liczbie epoksydowej powyżej 0,4 gramorównoważnika grup epoksydowych na 100 g żywicy; 15 - 44 części wagowych żywicy fenolowo-formaldehydowej, w której składnik fenolowy może zawierać pierścień aromatyczny podstawiony 1 - 3 grupami alkilowymi o 1 - 8 atomach węgla, a żywica może być ewentualnie zetyfikowana alkoholem o rodniku alkilowym o 1 - 8 atomach węgla, 15 - 30 części wagowych rozpuszczalników oraz ewentualnie 1 - 3 części wagowych katalizatorów, 1 - 5 części wagowych środków poprawiających tworzenie się powłoki i 20 - 54 części wagowych wypełniaczy i pigmentów w taki sposób, by łączna grubość powłoki zawarta była w granicach 100 - 500 μm , przy czym poszczególne warstwy poddaje się suszeniu w temperaturze 283 - 323 K przez 1 - 24 godzin, a po nałożeniu 1 - 3 warstw utwardza termicznie ogrzewając je z szybkością 1 - 5 K/min. stosując dodatkowo powyżej 390 K 1 - 3 izotermiczne 10 - 60 minutowe wygrzewania aż do uzyskania maksymalnej temperatury rzędu 500 K, po czym chłodzi uzyskaną powłokę z szybkością nie większą niż 5 K/min. W sposobie według wynalazku nanoszenie poszczególnych warstw może być dowolne, na przykład ręczne, pędzlem, wałkiem, przez natrysk pneumatyczny lub bezpowietrzny. Najkorzystniejsze wyniki uzyskuje się przez polewanie, zalewanie lub sposobem zanurzeniowym. Uzyskana sposobem według wynalazku na metalowym podłożu powłoka stanowi warstwę utrudniającą dyfuzję, szczególnie pary wodnej, utrudnia gromadzenie się osadów na ich powierzchniach, odznacza się odpowiednim zespolem właściwości mechaniczno-ciepłnych koniecznych dla prawidłowego współdziałania z powierzchniami elementów aparatury, w których zachodzi wymiana ciepła. Uzyskane powłoki są szczególnie odporne na działanie czynników chłodzonych i grzanych przy jednoczesnym występowaniu gradientu temperatury w powłokach. Ponadto powłoki są odporne na działanie agre-

sywnych mediów chemicznych na przykład powłoka poddana działaniu pary wodnej i wody w temperaturze 573 K w warunkach spadającego w kierunku podłoża gradientu temperatury wykazuje odporność 2000 do 3000 godzin. Otrzymana sposobem według wynalazku powłoka zachowuje zdolność ochronną podczas 15 miesięcznego działania stężonego roztworu amoniaku, 40% ługu sodowego, 20% kwasu solnego, 38% kwasu siarkowego w temperaturach otoczenia. Własności takie uzyskano nieoczekiwanie dzięki zastosowaniu w sposobie według wynalazku kontrolowanej szybkości narostu temperatury oraz naprzemiennego stosowania wygrzewania z określonym narostem temperatury i wygrzewania izotermicznego. Dzięki sposobowi według wynalazku uzyskano nieoczekiwanie zmniejszenie wad powłok prowadzących do spękań i odprysków, zwiększenie odporności na działanie agresywnych mediów, a szczególnie na działanie pary wodnej i wody w podwyższonych temperaturach w warunkach spadającego w kierunku podłoża gradientu temperatury. Uzyskane sposobem według wynalazku powłoki nadają się szczególnie do zabezpieczania metalowych powierzchni aparatów wymiany ciepła, reaktorów chemicznych, zbiorników, rurociągów, pomp, armatury przemysłowej narażonych na działanie destrukcyjnych czynników termicznych i chemicznych.

P r z y k ł a d I. Dno oraz powierzchnie wewnętrzne rurkowego wkładu aparatu wymiany ciepła odtłuszczone i oczyszczone strumieniowo-ściernie korundem do zupełnego usunięcia zanieczyszczeń tlenowych. Na tak oczyszczonej powierzchni naniesiono przez zalewanie warstwę środka składającego się z 15 części wagowych dianowej żywicy epoksydowej o liczbie epoksydowej 0,42; -37 części wagowych żywicy formaldehydowej III-rzędowego butylofenolu eteryfikowanego etanolem; 23 części wagowych metyloetyloketonu; 15 części wagowych czerwieni żelazowej i 10 części wagowych mikrotalku. Wkład i dno aparatu pozostawiono w temperaturze otoczenia na 12 godzin w pozycji umożliwiającej cyrkulację powietrza wewnątrz rurek, po czym powtórnie naniesiono i suszono w temperaturze otoczenia kolejną warstwę środka a po jej wyschnięciu trzecią warstwę. Uzyskaną po wysuszeniu powłokę poddano utwardzaniu podgrzewając wkład i dno aparatu w suszarce przy wzroście temperatury 3 K/min. Po uzyskaniu 433 K utrzymywano ją przez 30 min. Po ochłodzeniu elementów aparatu z szybkością nie przekraczającą 5 K/min. naniesiono i suszono w opisany sposób jeszcze dwa razy po dwie warstwy środka. Poszczególne warstwy suszono w temperaturze 298 - 300 K. Po wysuszeniu drugiej warstwy przeprowadzono utwardzenie podobnie jak przy pierwszej przy zachowaniu wzrostu temperatury 3 - 5 K/min. ogrzewając elementy wymiennika do temperatury 453 K utrzymując ją przez 30 min. a w utwardzaniu trzeciej warstwy powłoki do temperatury 473 K w czasie 20 min. Po utwardzaniu elementy aparatury ochłodzono z szybkością taką samą jak przy pierwszym utwardzaniu. Uzyskano powłokę o grubości rzędu 200 - 250 μm , która nie uległa zmianom i chroniła skutecznie wkład aparatu przed korozją w czasie 3000 godzin działania wody i jej pary w 373 K przy spadającym gradiencie temperatury 50 - 60 K.

P r z y k ł a d II. Powierzchnię wewnętrzną stalowego zbiornika oczyszczono w sposób jak w przykładzie I, po czym naniesiono natryskiem bezpowietrznym 3 podwójne warstwy termoutwardzalnego środka powłokowego o składzie jak w przykładzie I, stosując 6 - 8 godzinne suszenie powłoki i utwardzenie pierwszych dwu podwójnych warstw jak warstwy pierwszej a warstwy trzeciej jak warstwy drugiej z przykładu I. Następnie naniesiono podwójną warstwę termoutwardzalnego środka powłokowego nie zawierającego pigmentu ani wypełniacza, suszono jak warstwy poprzednie a utwardzono jak warstwę trzecią z przykładu I wygrzewając końcowo w temperaturze 473 K przez 30 min. Uzyskano tym sposobem powłokę o grubości 350 \pm 30 μm pozbawioną kraterów, spękań i odprysków. Powłoka nie uległa zmianom w czasie 15 miesięcznego przechowywania w zbiorniku lodowatego kwasu octowego, stężonego wodnego roztworu amoniaku 20% roztworu ługu sodowego i skutecznie chroniła stalowe podłoże przed działaniem wymienionych mediów.

P r z y k ł a d III. Wężownicę grzejną oraz zbiornik zatężacza solenki oczyszczono wstępnie gorącą wodą z detergentem a następnie strumieniowo-ściernie ciętym drutem stalowym do uzyskania czystej metalicznej powierzchni. Na tak oczyszczone podłoże naniesiono pędzlem w odstępach 4 godzin dwie warstwy środka składającego się z 4 części wagowych żywicy aminoepoksydowej o liczbie epoksydowej 0,80 val/100 g; 38 części wagowych żywicy ksylenowo-formaldehydowej eteryfikowanej heksanolem; 15 części wagowych metyloetyloketonu; 1 część wagową

żywicy metylofenylosilikonowej; 20 części wagowych zieleni chromowej i 22 części wagowych szpatu ciężkiego. Po 1 godzinie suszenia powłoki w temperaturze 323 K węzownice i zbiornik zatępacza poddano utwardzaniu w suszarce stosując szybkość wzrostu temperatury 1 K/min. do 430 K, utrzymując w tej temperaturze przez 30 min. po czym schłodzono z szybkością nie większą niż 3 K/min. doprowadzając do temperatury otoczenia. W opisany sposób nałożono, suszono i schłodzono po utwardzeniu trzy dalsze podwójne warstwy środka, przy czym pierwszą utwardzano z szybkością narostu temperatury 2 K/min. do temperatury 450 K i wygrzewając w tej temperaturze przez 30 min., drugą utwardzano z szybkością narostu temperatury 3 K/min. doprowadzając do temperatury 450 K i wygrzewając w tej temperaturze przez 20 min. a następnie ogrzewając z tą samą szybkością do temperatury 465 K i wygrzewając w niej przez 15 min., trzecią warstwę utwardzano z szybkością narostu temperatury 4 K/min. do temperatury 450 K wygrzewając w tej temperaturze przez 30 min. po czym ogrzano z tą samą szybkością do temperatury 500 K i wygrzano w niej przez 15 min. Uzyskano powłokę o grubości 220 - 260 μm , jednorodną bez kraterów, która skutecznie chroniła przed korozją wewnętrzną powierzchnię zbiornika i węzownicę pracujących przy wzrastającym do podłoża gradiencie temperatury w czasie procesu zagęszczania solanki w temperaturze około 375 K przez co najmniej 5000 godzin.

P r z y k ł a d IV. Powierzchnię wewnętrzną zbiornika magazynowego przeznaczonego do przechowywania zagęszczonych soków owocowych oczyszczono w sposób jak w przykładzie I, po czym naniesiono pędzlem warstwę środka powłokowego składającego się z 16 części wagowych dianowej żywicy epoksydowej o liczbie epoksydowej 0,48 val/100 g; 23 części wagowych 3,4,5-trimetylofenolowo-formaldehdydowej żywicy; 26 części wagowych rozpuszczalnika; 3 części wagowych roztworu poliwinylbutyralu; 22 części wagowych bieli tytanowej i 10 części wagowych kaolinu. Powłokę suszono nawiewem powietrza o temperaturze 290 - 300 K przez 8 godzin, po czym utwardzano w suszarce przy szybkości narostu temperatury 3 K/min. do temperatury 440 K następnie izotermicznie w temperaturze 440 K przez 30 min. po czym powłokę schłodzono przy szybkości spadku temperatury nie większym niż 5 K/min. Dalsze warstwy środka nakładano i suszono analogicznie jak warstwę pierwszą a utwardzano i ochłodzono po utwardzeniu pierwszej warstwy jak w przykładzie III z tą różnicą, że trzecią warstwę po izotermicznym utwardzeniu w temperaturze 450 K ogrzano do temperatury 475 K i utwardzono w niej przez 20 min. Uzyskano jednorodną powłokę pozbawioną pęcherzy, kraterów o grubości 200 - 250 μm . Tak uzyskana powłoka chroniła skutecznie zbiornik przed korozją przechowywanych w nim zagęszczonych soków: jabłkowego, truskawkowego i malinowego w dziesięciu cyklach około 1 miesięcznych, pomiędzy którymi myto zbiornik parą wodną o temperaturze bliskiej 373 K. Przechowywane w zbiorniku soki nie były zanieczyszczone związkami żelaza ani substancjami chemicznymi pochodzącymi z powłoki. Dla porównania podobny zbiornik zabezpieczono środkiem powłokowym zawierającym żywicę epoksydową o średniej masie cząsteczkowej powyżej 1000 i liczbie epoksydowej około 0,40 val/100 g utwardzonym poliaminami w temperaturze około 300 K wykazywał on po trzecim cyklu miesięcznym znaczne wady powłoki powodujące korozję zbiornika co stwierdzono przez zawartość związków żelaza i zmianę barwy oraz smaku przechowywanych soków.

P r z y k ł a d V. Oczyszczone jak w przykładzie I wewnętrzne powierzchnie rurek i dna rurkowego wymiennika ciepła pokryto przez zalanie a dno przez nakładanie dwukrotne pędzlem w odstępie 8 godzin środkiem powłokowym składającym się z 10 części wagowych żywicy epoksydowej o liczbie epoksydowej 0,56 val/100 g; 15 części wagowych żywicy oktylofenolowo-formaldehdydowej; 30 części wagowych ksylenu; 24 części wagowych ozerwieni żelazowej; 10 części wagowych mączki mikowej; 10 części wagowych grafitu i 1 część wagową roztworu kwasu fosforowego. Powłokę po drugim nałożeniu pozostawiono na 24 godziny w temperaturze 283 - 303 K po czym utwardzono w suszarce z szybkością narostu temperatury 2 K/min. do temperatury 440 K utrzymując ją przez 30 min., po czym schłodzono z szybkością nie większą niż 4 K/min. Uzyskane wewnętrzne powłoki zabezpieczono nakładkami i przeprowadzono oczyszczanie zewnętrznych rurek oraz dna, po czym na oczyszczone powierzchnie nałożono przez polewanie środek powłokowy składający się z 18 części wagowych żywicy epoksydowej o liczbie epoksydowej >0,40 val/100g; 44 części wagowych żywicy krezolowo-formaldehdydowej eteryfikowanej izopropanolem; 30 części wagowych rozpuszczalników; 5 części wagowych roztworu poliwinylbutyralu; 3 części wagowych roztworu soli morfolinowej kwasu p-toluenosulfonowego powłokę suszy przez 12 godzin w tem-

peraturze otoczenia, po czym utwardza i chłodzi jak warstwę środka na wewnętrznej powierzchni rurek. W podobny sposób nakłada się i suszy 2 krotnie naprzemiennie kolejne warstwy, oddzielnie środka na wewnętrzne powierzchnie rurek i oddzielnie środka na zewnętrzne powierzchnie rurek. Utwardzanie powłok przeprowadzono łącznie dla powłok z obydwu środków, z tym, że stosuje się szybkości wzrostu temperatury w czasie utwardzania rzędu 2 - 4 K/min. ogrzewa do temperatury 440 K, utrzymuje w niej przez 30 min., po czym podnosi temperaturę po pierwszej warstwie o 450 K a po drugiej warstwie do 460 K, zaś po trzeciej warstwie do 475 K i w tych temperaturach utwardzono izotermicznie przez 30 min. Utwardzone powłoki schładzano z szybkością nie większą niż 5 K/min. Uzyskano powłoki; od strony wewnętrznej rurek i zewnętrznej den o grubości około 200 μm a od strony zewnętrznej rurek o grubości około 100 μm . Wkład wymiennika ciepła po rocznej eksploatacji cechowała nadal sprawna wymiana ciepła, nie stwierdzono w nim spadku ciśnienia wody. Podobny wymiennik ciepła nie zabezpieczony powłoką od strony wody wykazuje po rocznej eksploatacji pogorszoną wymianę ciepła, dochodzi na nim do spadku ciśnienia wody a w wodzie pojawia się rdza.

P r z y k ł a d VI. Oczyszczoną rurę stalową po jednostronnym zaślepieniu zalano powłokowym środkiem składającym się z 18 części wagowych żywicy epoksydowej o liczbie epoksydowej 0,42 val/100 g; 30 części wagowych żywicy etylofenolowo-formaldehdowej eteryfikowanej butanolem; 22 części wagowych rozpuszczalników 5 części wagowych żywicy melaminowej; 5 części wagowych roztworu fosforanu tributylowego; 15 części wagowych węgla krzemowego i 5 części wagowych pyłu glinowego, następnie spuszczonego z rury ze średnią szybkością obniżania się menisku środka 2 mm/min. Rurę ustawiono w pozycji pionowej dla odcieku resztek środka. Powłokę suszono przez 12 godzin, po czym poddano utwardzaniu w suszarce przy szybkości wzrostu temperatury 5 K/min. doprowadzając do temperatury 400 K i utrzymując w tej temperaturze przez 15 min. Po utwardzeniu - rurę wraz z powłoką schłodzono z szybkością 5 K/min. Tak samo jak pierwszą warstwę naniesiono, suszono i schłodzono po utwardzeniu następne warstwy z tym, że parzyste kolejne warstwy utwardzono z szybkością wzrostu temperatury 3 K/min. doprowadzając do temperatury 430 K i utrzymując w tej temperaturze przez 60 minut, przy czym warstwy: czwartą, szóstą, ósmą schładzano dodatkowo a warstwę czwartą dogrzewano z szybkością 3 K/min. do temperatury 450 K i utrzymując ją w niej przez 20 minut, szóstą i ósmą warstwę utwardzono dodatkowo jak warstwę czwartą, a następnie ogrzewano z szybkością 3 K/min. do temperatury 470 K utrzymując w niej przez 10 minut; natomiast dziesiątą warstwę utwardzono jak warstwę czwartą a następnie ogrzewano z szybkością 3 K/min. do temperatury 475 K i utwardzono ostatecznie powłokę przez 20 minut. Wszystkie kolejne warstwy nieparzyste utwardzono jak warstwę pierwszą. Uzyskano w ten sposób powłokę o grubości 380 - 500 μm , która chroni skutecznie przed korozją wewnątrz rury w czasie przepływu przez nią solanki o temperaturze do 370 K. W składzie środków zastosowanych w przykładach od I do VI używano żywice epoksydowe o średnich masach cząsteczkowych poniżej 700.

Z a s t r z e ż e n i e p a t e n t o w e

Sposób wytwarzania powłok z termoutwardzalnego środka powłokowego na bazie żywic epoksydowych i fenolowo-formaldehdowych zawierającego; rozpuszczalniki, środki poprawiające tworzenie się powłoki, ewentualnie wypełniacze i pigmenty, przez nałożenie, suszenie i utwardzanie termiczne na oczyszczonym podłożu metalowym kilku warstw termoutwardzalnego środka powłokowego, z n a m i e n n y t y m, że powłokę o łącznej grubości w granicach 100 - 500 μm uzyskuje się przez nałożenie warstw środka składającego się z 4 - 18 części wagowych żywicy epoksydowej o średniej masie cząsteczkowej poniżej 700 i liczbie epoksydowej powyżej 0,4 gramorównoważnika grup epoksydowych na 100 g żywicy; 15 - 44 części wagowych żywicy fenolowo-formaldehdowej, w której składnik fenolowy może zawierać pierścień aromatyczny podstawiony 1 - 3 grupami alkilowymi o 1 - 8 atomach węgla a żywica może być ewentualnie zeteryfikowana alkoholem o rodniku alkilowym o 1 - 8 atomach węgla; 15-30 części wagowych rozpuszczalników oraz ewentualnie 1 - 3 części wagowych katalizatorów; 1 - 5 części wagowych środków poprawiających tworzenie się powłoki i 20 - 54 części wagowych wypełniaczy i pigmentów, przy czym poszczególne warstwy środka poddaje się suszeniu

w temperaturze 283 - 323 K przez 1 - 24 godzin, a po nałożeniu 1 - 3 warstw utwardza termicznie ogrzewając je z szybkością 1 - 5 K/min. stosując dodatkowo powyżej 350 K 1-3 izotermiczne 10 - 60 min. wygrzewania aż do uzyskania maksymalnie temperatury rzędu 500 K, po czym ochłodzi uzyskaną powłokę z szybkością nie większą niż 5 K/min.