

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **241768**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **435146**

(22) Data zgłoszenia: **31.08.2020**

(51) Int.Cl.

B32B 15/08 (2006.01)

C09D 5/08 (2006.01)

C09D 5/46 (2006.01)

C09D 167/00 (2006.01)

C08K 5/3445 (2006.01)

C08K 5/09 (2006.01)

C08K 5/092 (2006.01)

C08K 3/40 (2006.01)

C23C 28/00 (2006.01)

C23F 11/14 (2006.01)

(54) **Układ powłok stanowiących zabezpieczenie antykorozyjne stalowych elementów
maszyn rolniczych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

07.03.2022 BUP 10/22

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

05.12.2022 WUP 49/22

(73) Uprawniony z patentu:

**EXPOM SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Krośnice, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**JACEK PIOTR MRUK, Kłodawa, PL
MARCIN MAREK WIETRZYK, Kutno, PL
TOMASZ DAMIAN KAWIŃSKI, Kutno, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Adam Pawłowski

PL 241768 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ powłok stanowiących zabezpieczanie antykorozyjne stalowych elementów maszyn rolniczych, które stanowi powłoka składająca się z dwóch warstw, dedykowane przede wszystkim jako zabezpieczenie podzespołów funkcjonujących w środowisku sprzyjającym korozji i narażonych na uszkodzenia mechaniczne.

Podzespoły stalowe urządzeń, a zwłaszcza maszyn rolniczych, często pracują w środowisku o charakterze silnie korozyjnym, co wynika między innymi z obecności szerokiej gamy środków chemicznych, w tym zanieczyszczeń, nawozów, pestycydów czy też ich produktów reakcji bądź rozkładu. Istotny jest przy tym fakt, że stalowe podzespoły w szczególności ruchome bądź stanowiące elementy urządzeń jezdnych, są dodatkowo narażone na działanie sił uderowych, tarcia oraz drgań, które mogą uszkodzić powłokę zabezpieczającą i w efekcie spowodować szybkie zużycie elementu w wyniku działania procesów korozyjnych. Zauważyć przy tym należy, że mechaniczne uszkodzenie powłoki jest statystycznie najczęstszą przyczyną korozji elementów maszyn rolniczych. Wskazano jest zatem, aby powierzchnie stalowych elementów takich urządzeń były pokryte specjalistycznymi powłokami o wysokiej odporności na uszkodzenia mechaniczne, które zapewnią ich długotrwałą pracę w zróżnicowanych warunkach atmosferycznych w środowisku sprzyjającym korozji.

Ze stanu techniki, przykładowo z opisów patentowych US3821095A, US3245765A, znane są sposoby zabezpieczania powierzchni stalowych poprzez naniesienie metalicznej powłoki ochronnej np. cynkowej, stanowiącej skuteczną ochronę antykorozyjną. Powłoki te nanoszone są w skomplikowanym procesie elektrochemicznym przy wykorzystaniu znacznej ilości odczynników chemicznych, które po procesie wymagają oczyszczania bądź utylizacji. Innym sposobem nanoszenia tego typu powłoki znanym między innymi z polskiego opisu patentowego PL206899B1 jest cynkowanie ogniowe. Proces ten nie generuje odpadów, niemniej jednak wymaga dostarczenia znacznych ilości energii i jest relatywnie drogi.

Wadą powłok metalicznych jest to, że są wrażliwe na uszkodzenia mechaniczne, w szczególności w wyniku działania sił uderowych. W stanie techniki, przykładowo w japońskim zgłoszeniu patentowym JP2011149452A oraz w chińskim zgłoszeniu patentowym CN105951024A, opisane są sposoby zabezpieczenia powłoki metalicznej poprzez nałożenie na nią warstwy polimerowej, która może stanowić skuteczną ochronę przed uszkodzeniami mechanicznymi. Istotną wadą takiego zabezpieczenia powierzchni stalowych jest wysoki koszt, związany z koniecznością przeprowadzenia dwóch odrębnych, przesuniętych w czasie procesów. Zauważyć przy tym należy, że każdy z tych procesów wymaga zastosowania innych, zwykle drogiej linii powłokowania, a co za tym idzie ich eksploatacja dodatkowo zwiększa koszt uzyskania końcowego produktu.

Innym, znanym ze stanu techniki rozwiązaniem jest nanoszenie rozpuszczalnikowej kompozycji powłoki polimerowej bezpośrednio na oczyszczoną powierzchnię elementu stalowego, przy czym najskuteczniejsze w aspekcie ochrony antykorozyjnej są powłoki wielowarstwowe, najczęściej dwuwarstwowe. Rozwiązanie takie ujawniono między innymi w japońskim opisie patentowym JP2019122956, w którym wodorozcieńczalną, epoksydową kompozycję powłokotwórczą o właściwościach antykorozyjnych nakłada się na powierzchnię elementu metalowego. Kompozycja ta po odparowaniu rozpuszczalnika tworzy powłokę podkładową. Następnie na tak przygotowany element nanoszona jest warstwa nawierzchniowa zawierająca płatki szklane w ilości 3 do 25% masowych w stosunku do nielotnych składników farby, tak że grubość suchej powłoki wynosi co najmniej 100 μm . Powłoka ta cechuje się bardzo dobrymi właściwościami antykorozyjnymi nawet w środowisku silnie korozyjnym, niemniej jednak powłoki o tak dużej zawartości wypełniaczy są zasadniczo mało odporne na zużycie mechaniczne w szczególności w wyniku działania sił uderowych, wibracji i tarcia. Powłoki rozpuszczalnikowe są też mało przyjazne dla środowiska jako, że w wyniku ich nakładania generowana jest często znaczna ilość lotnych związków organicznych. Zauważyć również należy, że przyjaźniejsze dla środowiska powłoki wodorozpuszczalne cechują się zwykle mniejszą skutecznością zabezpieczenia niż powłoki, w których zastosowany jest rozpuszczalnik organiczny.

W stanie techniki, przykładowo w opisach patentowych RU2012143270, CN110105825A, CN104629588A, ujawniono kompozycje powłokotwórcze cechujące się dobrą odpornością antykorozyjną oraz bardzo dobrymi właściwościami tribologicznymi tj. o znacznej odporności na ścieranie, niemniej jednak właściwości tych powłok wynikają z dużej zawartości politetrafluoroetyleny oraz wypełniaczy mineralnych bądź też o charakterze poślizgowym. Rozwiązania takie są bardzo drogie, a powłoki o tak dużej zawartości wypełniaczy są zasadniczo mało odporne na działanie sił uderowych

i wibracji. Powłoki o dużym napełnieniu, takie jak powłoka opisana w CN104629588A, najczęściej należą do grupy powłok rozpuszczalnikowych, a co za tym idzie nie są przyjazne środowisku.

Znanym ze stanu techniki rozwiązaniem jest nanoszenie na oczyszczoną powierzchnię elementu stalowego kompozycji polimerowej powłoki w postaci proszku, a następnie jej stopienie na elemencie docelowym. Są to rozwiązania bardziej przyjazne środowisku, jako że nie generują tak znacznych ilości lotnych związków organicznych.

Przykładowo, z amerykańskiego zgłoszenia patentowego US2016362559A1 znana jest kompozycja proszkowego materiału powłokowego zawierająca polifluorek winylidenu o temperaturze topnienia od 151 do 200°C i żywicę akrylową o temperaturze zeszklenia od 40 do 90°C, która jest zdolna do tworzenia błony powłokowej o doskonałej odporności na warunki atmosferyczne i przyczepności do podłoża. Żywice akrylowe są relatywnie kruche i nawet w przypadku nałożenia grubej warstwy cechują się względnie małą odpornością na działanie sił uderowych. Zauważyć przy tym należy, że większość stosowanych żywic, w tym żywice akrylowe, poliestrowe, czy też najdroższe epoksydowe mają tendencję do propagacji uszkodzeń w masie, czyli też na całej grubości, natomiast ich działanie oparte jest na izolacji przed czynnikami środowiskowymi, a co za tym idzie ich skuteczność zależy przede wszystkim od ich mechanicznej wytrzymałości.

Ze stanu techniki np. z japońskiego opisu patentowego JP2002180266A znane są proszkowe kompozycje powłokotwórcze o charakterze antykorozyjnym, zawierające 40 do 60% wag. mieszaniny proszku cynkowego i aluminium oraz żywicę epoksydową lub żywicę poliestrową. Działanie antykorozyjne uzyskuje się zarówno dzięki efektowi izolacji jak i w wyniku reakcji elektrochemicznych przebiegających po uszkodzeniu powłoki. Zauważyć jednak należy, że reakcje elektrochemiczne nie stanowią trwałego zabezpieczenia, ze względu na zużycie reagentów, natomiast powłoki o tak dużym stopniu napełnienia są bardzo łatwe do uszkodzenia mechanicznego w szczególności podczas działania sił uderowych i wibracji.

Z kolei w chińskim zgłoszeniu patentowym CN102977741A ujawniono wytrzymałą powłokę antykorozyjną zawierającą żywicę epoksydową oraz barwniki inhibujące procesy korozji, między innymi z grupy molibdenianów chromianów, czy też fosforanów. Zastosowanie takich inhibitorów korozji powoduje, że nie ma konieczności stosowania znacznych ilości dodatków przez co powłoka może mieć dobre właściwości wytrzymałościowe. Powłokę uzyskuje się stosując relatywnie drogie żywice epoksydowe, ponadto związki molibdenu czy chromu zwykle są szkodliwe dla środowiska, a w bezpośrednim kontakcie często działają uczulająco na człowieka.

Ze stanu techniki znane są także sposoby przygotowania podłoża przed malowaniem proszkową farbą nawierzchniową, które korzystnie wpływają na właściwości powłoki, a tym samym finalne zabezpieczenie powierzchni stalowej. Przykładowo, z chińskiego zgłoszenia patentowego CN11760857A znany jest sposób przygotowania powierzchni stalowej zapewniający skuteczną ochronę antykorozyjną elementu pracującego w zmiennych warunkach temperaturowych. Proces obejmuje między innymi etapy: odtłuszczenie, wytrawianie kwasem, mycie alkaliczne, mycie wodą, natryskiwanie antykorozyjnej powłoki proszkowej przy użyciu elektrostatycznego urządzenia do rozpylania proszku i tworzenie jednolitej powłoki proszkowej oraz wygrzewanie. Proces zabezpieczenia powierzchni stalowej jest wieloetapowy i czasochłonny, przez co relatywnie bardzo drogi, ponadto nie przekłada się na odporność mechaniczną powłoki.

W stanie techniki, przykładowo w japońskich zgłoszeniach patentowych JP2013087312A i JP2019081162A, opisano sposoby zabezpieczenia powierzchni stalowych w trzech procesach. Proces A, w którym warstwa chemiczna jest formowana na powierzchni materiału metalowego poprzez obróbkę chemicznym środkiem konwersji, który zawiera jon metalu np. cyrkonu, tytanu lub hafnu, jon fluoru i określony polimer rozpuszczalny lub dyspergowalny w wodzie lub związek z aminowymi grupami funkcyjnymi. Jony fluoru służą do wytrawiania podłoża metalowego. Warstwa konwersyjna może być nakładana przez zanurzenie, walcowanie, natrysk, czy też malowanie. Proces B, w którym proszkowa kompozycja powłokowa, zawierająca żywicę poliestrową i określony β -hydroksyalkilamidowy środek utwardzający, nakładana jest na chemiczną warstwę uzyskaną w procesie A. Proces C, w którym kompozycja powłoki proszkowej jest spiekana i utwardzana. Uzyskana powłoka ma doskonałą przyczepność do podłoża i cechuje się dobrą odpornością na słoną wodę oraz na uderzenie, niemniej jednak jej odporność na zużycie w wyniku ścierania jest ograniczona, ponadto podczas prowadzenia procesu istnieje konieczność uwzględnienia przerwy technologicznej pomiędzy procesem A i procesem B, co zwiększa koszty zabezpieczenia finalnego wyrobu.

Z kolei w europejskim zgłoszeniu patentowym EP0209377A2 ujawniono skład i sposób wykonania powłokotwórczej kompozycji proszkowej, która zawiera składnik (A) zawierający karboksylową lub bezwodnikową grupę funkcyjną i składnik (B) zawierający hydroksylową grupę funkcyjną. Składniki (A) i (B) są w temperaturze do 50°C ciałami stałymi, a przynajmniej jeden z nich jest żywicą syntetyczną o temperaturze zeszklenia w zakresie od 0 do 120°C. Kompozycję przygotowuje się przez zmieszanie składników, wytłaczanie ich w temperaturze powyżej temperatury zeszklenia co najmniej jednego ze składników, ale poniżej temperatury topnienia, a następnie rozdrobnienie wytłoczyny. Kompozycję nakłada się na podłoża i ogrzewa w celu utwardzenia utworzonej warstwy powłoki. Użyte tak kompozycje powłokotwórcze w temperaturze 170°C tworzą twarde powłoki odporne na działanie rozpuszczalników i czynników atmosferycznych w tym UV, niemniej jednak ich odporność na działanie sił uderowych i wibracji jest ograniczona, ponadto sposób wytwarzania wieloskładnikowej kompozycji jest relatywnie trudny i wymaga bardzo dokładnej kontroli parametrów procesowych.

Istnieje potrzeba opracowania przyjaznej dla środowiska, taniej, łatwej do implementacji przy użyciu typowego oprzyrządowania powłoki, która w szerokim zakresie temperatur będzie cechowała się dobrymi właściwościami tribologicznymi, antykorozyjnymi oraz mechanicznymi, w tym również dobrą odpornością na działanie sił uderowych i drgań, przeznaczoną do zabezpieczenia narażonych na uszkodzenia mechaniczne podzespołów stalowych funkcjonujących w środowisku sprzyjającym korozji.

Przedmiotem wynalazku jest układ powłok stanowiących zabezpieczenie antykorozyjne stalowych elementów maszyn rolniczych, które stanowi dwuwarstwowa powłoka, której warstwy stykają się ze sobą powierzchniowo, przy czym warstwa pierwsza naniesiona jest na powierzchnię stalowego elementu natomiast warstwa druga naniesiona jest na warstwę pierwszą. Zabezpieczenie to charakteryzuje się następującymi cechami.

Pierwsza warstwa o grubości od 1 do 4 μm zawiera:

- od 64 do 89,5 części wagowych imidazolinowych pochodnych kwasów tłuszczowych o gęstości co najwyżej 0,95 g/cm³ i temperaturze zapłonu nie mniejszej niż 230°C,
- od 10 do 35 części wagowych mieszaniny kwasów karboksylowych składającej się z:
 - ciekłych kwasów karboksylowych o długości łańcucha C16-C18, o temperaturze krzepnięcia nieprzekraczającej 10°C,
 - stałych, nasyconych kwasów karboksylowych o długości łańcucha nie mniejszej niż C12 zawierających jedną lub dwie karboksylowe grupy funkcyjne, których temperatura topnienia jest nie mniejsza niż 60°C,przy czym proporcje wagowe ciekłych kwasów karboksylowych do stałych, nasyconych kwasów karboksylowych wynoszą odpowiednio od 1:1 do 1:2,
- od 0,5 do 1 części wagowych etoksylogowanych alkoholi o długości łańcucha węglowego od C12 do C14.

Druga warstwa o grubości nie większej niż 110 μm i twardości od 75 do 90 wg ISO 2815:2003 składa się z produktów reakcji mieszaniny zawierającej:

- od 93,3 do 98,8 części wagowych żywicy poliestrowej o temperaturze topnienia co najmniej 150°C,
- od 0,5 do 3 części wagowych poli(tetrafluoroetyleny) (PTFE) w postaci sferycznej o wielkości ziarna w przedziale od 3 do 20 μm i twardości co najmniej 58 w skali Shore'a D,
- od 0,1 do 0,2 części wagowych roztworu nadtlenu organicznego, w którym proporcja wagowa rozpuszczalnika do substancji aktywnej wynosi od 2:1 do 1:1,
- od 0,5 do 3 części wagowych dikarboksylowych kwasów organicznych, których temperatura topnienia jest nie mniejsza niż 120°C,
- od 0,1 do 0,5 części wagowych glikolu polietylenowego o średniej masie cząsteczkowej w zakresie od 350 do 1000.

Wzajemny stosunek grubości pierwszej warstwy do grubości drugiej warstwy mieści się w przedziale od 1:25 do 1:50.

Nieoczekiwanie okazało się, że powłoka zabezpieczająca składająca się z dwóch warstw, przy czym warstwa pierwsza o grubości od 1 do 4 μm naniesiona bezpośrednio na powierzchnię elementu stalowego zawiera imidazolinowe pochodne kwasów tłuszczowych, etoksylogowane alkohole o długości łańcucha węglowego C12-C14 oraz mieszaninę nasyconych i nienasyconych kwasów karboksylowych w ustalonej proporcji, natomiast warstwa druga o odpowiedniej twardości i grubości proporcjonalnej do warstwy pierwszej lecz nie większej niż 110 μm naniesiona na warstwę pierwszą

składa się z produktów reakcji mieszaniny zawierającej żywicę poliestrową, roztwór nadtlenu organicznego, dikarboksylowe kwasy organiczne, glikol polietylenowy i politetrafluoroetylen o twardości co najmniej 58 w skali Shore'a D i odpowiedniej granulacji, cechuje się dobrymi właściwościami mechanicznymi, tribologicznymi, antykorozyjnymi i jednocześnie zwiększoną odpornością na działanie sił uderowych, przez co może być skutecznie stosowana do powlekania stalowych elementów, zwłaszcza maszyn rolniczych funkcjonujących w środowisku sprzyjającym korozji i narażonych na uszkodzenia mechaniczne.

Specyficznym dobrem skład poszczególnych warstw powłoki zabezpieczającej stosowanej do pokrycia stalowych elementów według wynalazku umożliwia uzyskanie dobrych właściwości zabezpieczających, a ponadto nie zawiera uciążliwych dla środowiska związków cyny, cynku, ołowiu czy też kompleksów metali przejściowych. Powłoka cechuje się dobrymi właściwościami tribologicznymi, antykorozyjnymi oraz mechanicznymi, w tym również dobrą odpornością na działanie sił uderowych i drgań w szerokim zakresie temperatur, a jej zastosowanie umożliwia wydłużenie czasu cyklu życia stalowych podzespołów zwłaszcza maszyn rolniczych funkcjonujących w środowisku sprzyjającym korozji i narażonych na uszkodzenia mechaniczne. Powłokę nanosi się w łatwy sposób przy użyciu typowych urządzeń stosowanych w procesie przygotowania powierzchni i malowania proszkowego, bez konieczności wprowadzania dodatkowych czasochłonnnych etapów, w tym także kondycjonowania pomiędzy nakładaniem poszczególnych warstw zabezpieczenia.

Przykłady wykonania

Przykład 1

Zabezpieczenie antykorozyjne stalowych elementów maszyn rolniczych stanowi powłoka, która składa się z dwóch warstw. Warstwa pierwsza naniesiona jest na powierzchnię stalowego elementu, natomiast warstwa druga naniesiona jest na warstwę pierwszą, przy czym

- pierwsza warstwa o grubości 2 μm zawiera:
 - 75 części wagowych imidazolinowych pochodnych kwasów tłuszczowych o gęstości 0,92 g/cm³ i temperaturze zapłonu 255°C,
 - 24 części wagowe mieszaniny kwasów karboksylowych składającej się z:
 - mieszaniny kwasów karboksylowych o długości łańcucha C16-C18 o temperaturze krzepnięcia 6°C,
 - kwasu stearynowego o temperaturze topnienia 69°C,przy czym proporcje wagowe mieszaniny ciekłych kwasów karboksylowych do kwasu stearynowego wynoszą odpowiednio 1:1,
 - 1 część wagową etoksylogowanych alkoholi o długości łańcucha węglowego C12-C14, (w postaci produktu handlowego Rokanol LK2 (PCC EXOL SA));
- natomiast druga warstwa o grubości 70 μm i twardości 77 wg ISO 2815:2003 (tj. wg Bucholtza) składa się z produktów reakcji mieszaniny zawierającej:
 - 98,2 części wagowych żywicy poliestrowej o temperaturze topnienia 150°C,
 - 1 część wagową PTFE w postaci sferycznej o wielkości ziarna 4 μm i twardości 58 w skali Shore'a D,
 - 0,2 części wagowych roztworu nadtlenu dikumylu (DCP), w którym proporcja wagowa rozpuszczalnika (acetonu) do substancji aktywnej wynosi 2:1,
 - 0,5 części wagowych kwasu sebacynowego o temperaturze topnienia 132°C,
 - 0,1 części wagowe glikolu polietylenowego o średniej masie cząsteczkowej 400,
- tak, że stosunek grubości pierwszej warstwy do grubości drugiej warstwy wynosi 1:35.

Uzyskana powłoka ma dobre właściwości zabezpieczające a jej skład ma charakter prośrodowiskowy, jako że nie zawiera związków cyny, cynku, ołowiu czy też kompleksów metali przejściowych. Powłoka cechuje się dobrą odpornością na warunki atmosferyczne, dobrymi właściwościami tribologicznymi, antykorozyjnymi oraz mechanicznymi, w tym również dobrą odpornością na działanie sił uderowych i drgań, a jej zastosowanie umożliwia wydłużenie czasu cyklu życia podzespołów stalowych, również użytkowanych trudnych warunkach w środowisku sprzyjającym korozji jak np. maszyny rolnicze. Odporność na uderzenie wg PN-EN ISO 6272-2:2011 – średnia wysokość spadku powodująca uszkodzenie powłoki 37 cm.

Odporność na zginanie wg PN-EN ISO 6860:2006 – średnia długość, na której występuje spękanie 4 mm.

Odporność na ścieranie wg PN-76/C-81516 wynosi 2,2 kg/s.

Powłokę nanosi się w łatwy sposób przy użyciu typowych urządzeń stosowanych w procesie przygotowania powierzchni i malowania proszkowego bez konieczności wprowadzania dodatkowych czasochłonnych etapów, w tym także kondycjonowania pomiędzy nakładaniem poszczególnych warstw zabezpieczenia.

Przykład 2

Zabezpieczenie antykorozyjne stalowych elementów maszyn rolniczych stanowi powłoka, która składa się z dwóch warstw. Warstwa pierwsza naniesiona jest na powierzchnię stalowego elementu, natomiast warstwa druga naniesiona jest na warstwę pierwszą, przy czym

- pierwsza warstwa o grubości 4 μm zawiera:
 - 84,5 części wagowych imidazolinowych pochodnych kwasów tłuszczowych o gęstości 0,92 g/cm³ i temperaturze zapłonu 255°C,
 - 15 części wagowych mieszaniny kwasów karboksylowych składającej się z:
 - mieszaniny kwasów karboksylowych o długości łańcucha C16-C18 o temperaturze krzepnięcia 6°C (Oleina destylowana Standard Sp. z o.o.),
 - kwasu palmitynowego o temperaturze topnienia 61°C,przy czym proporcje wagowe poszczególnych kwasów karboksylowych wynoszą odpowiednio 1:1,5,
 - 0,5 części wagowych etoksylogowanych alkoholi o długości łańcucha węglowego od C12 do C14 (w postaci produktu handlowego Rokanol LK2 (PCC EXOL SA));
- natomiast druga warstwa o grubości 100 μm i twardości 83 wg ISO 2815:2003 składa się z produktów reakcji mieszaniny zawierającej:
 - 96,1 części wagowych żywicy poliestrowej o temperaturze topnienia co najmniej 150°C,
 - 2 części wagowych poli(tetrafluoroetyleny) (PTFE) w postaci sferycznej o wielkości ziarna w przedziale 6 μm i twardości 58 w skali Shore'a D,
 - 0,1 części wagowych roztworu nadtlenu organicznego, w którym proporcja wagowa rozpuszczalnika do substancji aktywnej wynosi od 2:1 do 1:1,
 - 1,5 części wagowych kwasu sebacynowego o temperaturze topnienia 132°C,
 - 0,3 części wagowych glikolu polietylenowego o średniej masie cząsteczkowej wynoszącej 600,
- tak, że wzajemny stosunek grubości pierwszej warstwy do grubości drugiej warstwy wynosi 1:25.

Uzyskana powłoka ma dobre właściwości zabezpieczające oraz cechuje się dobrą odpornością na warunki atmosferyczne, dobrymi właściwościami tribologicznymi, antykorozyjnymi i mechanicznymi, a jej skład ma charakter prośrodowiskowy.

Odporność na uderzenie wg PN-EN ISO 6272-2:2011 – średnia wysokość spadku powodująca uszkodzenie powłoki 30 cm.

Odporność na zginanie wg PN-EN ISO 6860:2006 – średnia długość, na której występuje spękanie 6 mm.

Odporność na ścieranie wg PN-76/C-81516 wynosi 2,2 kg/s.

Powłokę nanosi się w łatwy sposób przy użyciu typowych urządzeń stosowanych w procesie przygotowania powierzchni i malowania proszkowego bez konieczności wprowadzania dodatkowych czasochłonnych etapów, w tym także kondycjonowania pomiędzy nakładaniem poszczególnych warstw zabezpieczenia.

Przykład 3 – porównawczy

Zabezpieczenie jak w przykładzie 1, z tym że nie naniesiono pierwszej warstwy. Powłoka cechuje się gorszymi właściwościami mechanicznymi względem powłoki według wynalazku. Odporność na ścieranie jest o 18% mniejsza. Powłoka jest łatwa do uszkodzenia przez co słabo chroni przed korozją.

Przykład 4 – porównawczy

Zabezpieczenie jak w przykładzie 1, z tym że warstwa pierwsza ma grubość 8 μm i nie zawiera kwasów karboksylowych. Powłoka cechuje się gorszymi właściwościami mechanicznymi i małą przyczepnością do podłoża. Podczas badania odporności na zginanie wg PN-EN ISO 6860:2006 średnia długość, na której występuje spękanie jest 15 razy większa. Powłoka jest łatwa do uszkodzenia przez co słabo chroni przed korozją i nie nadaje się do zabezpieczania maszyn rolniczych.

Przykład 5 – porównawczy

Jak w przykładzie 2, z tym że warstwa druga nie zawiera roztworu nadtlenu organicznego oraz poli(tetrafluoroetyleny). Powłoka cechuje się gorszymi właściwościami mechanicznymi przez co powłoka jest łatwa do uszkodzenia, a tym samym słabo chroni przed korozją dlatego też nie nadaje się do zabezpieczania maszyn rolniczych. Podczas badania odporności na zginanie wg PN-EN ISO 6860:2006 średnia długość, na której występuje spękanie jest 20 razy większa. Średnia wysokość spadku powodująca uszkodzenie powłoki wg PN-EN ISO 6272-2:2011 wynosi 11 cm, czyli jest o 63% mniejsza.

Przykład 6 – porównawczy

Jak w przykładzie 1, z tym że nie zawiera glikolu polietylenowego oraz dikarboksylowych kwasów organicznych. Powłoka cechuje się gorszymi właściwościami mechanicznymi, w szczególności opornością na zginanie i uderzenie. Podczas badania odporności na zginanie wg PN-EN ISO 6860:2006 średnia długość, na której występuje spękanie jest 35 razy większa. Średnia wysokość spadku powodująca uszkodzenie powłoki wg PN-EN ISO 6272-2:2011 wynosi 11 cm, czyli jest o 63% mniejsza.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ powłok stanowiących zabezpieczenie antykorozyjne stalowych elementów maszyn rolniczych, które stanowi dwuwarstwowa powłoka, której warstwy stykają się ze sobą powierzchniowo, przy czym warstwa pierwsza naniesiona jest na powierzchnię stalowego elementu natomiast warstwa druga naniesiona jest na warstwę pierwszą, **znamiennie tym**, że:
 - pierwsza warstwa o grubości od 1 do 4 μm zawiera:
 - od 64 do 89,5 części wagowych imidazolinowych pochodnych kwasów tłuszczowych o gęstości co najwyżej 0,95 g/cm³ i temperaturze zapłonu nie mniejszej niż 230°C,
 - od 10 do 35 części wagowych mieszaniny kwasów karboksylowych składającej się z:
 - ciekłych kwasów karboksylowych o długości łańcucha C16-C18, o temperaturze krzepnięcia nieprzekraczającej 10°C,
 - stałych, nasyconych kwasów karboksylowych o długości łańcucha nie mniejszej niż C12 zawierających jedną lub dwie karboksylowe grupy funkcyjne, których temperatura topnienia jest nie mniejsza niż 60°C,przy czym proporcje wagowe ciekłych kwasów karboksylowych do stałych, nasyconych kwasów karboksylowych wynoszą odpowiednio od 1:1 do 1:2,
 - od 0,5 do 1 części wagowych etoksylogowanych alkoholi o długości łańcucha węglowego od C12 do C14,
- natomiast druga warstwa o grubości nie większej niż 110 μm i twardości od 75 do 90 wg ISO 2815:2003 składa się z produktów reakcji mieszaniny zawierającej:
 - od 93,3 do 98,8 części wagowych żywicy poliestrowej o temperaturze topnienia co najmniej 150°C,
 - od 0,5 do 3 części wagowych poli(tetrafluoroetyleny) (PTFE) w postaci sferycznej o wielkości ziarna w przedziale od 3 do 20 μm i twardości co najmniej 58 w skali Shore'a D,
 - od 0,1 do 0,2 części wagowych roztworu nadtlenu organicznego, w którym proporcja wagowa rozpuszczalnika do substancji aktywnej wynosi od 2:1 do 1:1,
 - od 0,5 do 3 części wagowych dikarboksylowych kwasów organicznych, których temperatura topnienia jest nie mniejsza niż 120°C,
 - od 0,1 do 0,5 części wagowych glikolu polietylenowego o średniej masie cząsteczkowej w zakresie od 350 do 1000,przy czym wzajemny stosunek grubości pierwszej warstwy do grubości drugiej warstwy mieści się w przedziale od 1:25 do 1:50.
2. Układ według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że nadtlenek organiczny warstwy drugiej ma temperaturę rozkładu większą niż 120°C.
3. Układ według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że mieszanina kwasów karboksylowych warstwy pierwszej zawiera co najmniej 15% wagowych kwasu oleinowego.