

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **238804**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **430722**

(51) Int.Cl.
C09D 5/18 (2006.01)
C09D 163/00 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **26.07.2019**

(54)

Farba ognioochronna do zabezpieczania konstrukcji żelbetowych

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

08.02.2021 BUP 03/21

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

04.10.2021 WUP 27/21

(73) Uprawniony z patentu:

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE,
Kraków, PL
CARBOLINE POLSKA SPÓŁKA
Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ,
Warszawa, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**PIOTR IZAK, Kraków, PL
JOANNA MASTALSKA-POPŁAWSKA,
Łaszczów, PL
AGATA STEMPKOWSKA, Modlnica, PL
ZUZANNA GÓRAL, Kielce, PL
ŁUKASZ WÓJCIK, Bytom, PL
MARCIN GAJEK, Kraków, PL
WŁADYSŁAW GIEREJ, Gdańsk, PL
MARCIN GIEREJ, Gdańsk, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Elżbieta Postołek

PL 238804 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest farba ognioochronna do zabezpieczania konstrukcji żelbetowych przed pożarem, która w wysokiej temperaturze tworzy pęczniejącą powłokę.

Podstawy wymagań w zakresie ochrony przed pożarem zostały szczegółowo określone w normach PN-90/B-02851, PN-91/B-02840, DIN 4102 dotyczących ochrony przeciwpożarowej i odporności ogniowej elementów i materiałów budowlanych. W przypadku pożaru wymagania te mają na celu zapewnienie bezpieczeństwa ludzi, a także przeprowadzenie skutecznej akcji gaśniczej, zanim skutek utraty nośności elementów budynku dojdzie do jego zawalenia. Zachowanie określonych w tych normach, w zależności od wymaganej klasy odporności ogniowej, minimalnych wymiarów elementów oraz właściwych cech użytych materiałów zapewni wymagane bezpieczeństwo konstrukcji i nie dopuści do jej zniszczenia wskutek utraty nośności.

Żelbet jest najbardziej popularnym materiałem konstrukcyjnym, a właściwa współpraca betonu i stali w konstrukcji możliwa jest dzięki przyczepności betonu do stali oraz podobnymi współczynnikami rozszerzalności termicznej w warunkach normalnego użytkowania. Jednakże podczas pożaru warunki drastycznie się zmieniają, a wytrzymałość termiczna oraz współczynniki rozszerzalności cieplnej stali i betonu diametralnie się różnią, co prowadzi do utraty nośności konstrukcji.

Stal jest znacznie bardziej wrażliwa na wysoką temperaturę aniżeli beton, co już przy stosunkowo niskiej temperaturze powoduje, że stal zaczyna wydłużać się. Zachodzi to tym szybciej, im mniejsze jest jej otulenie betonem. Wskutek wydłużenia stali dochodzi do odspojenia otuliny betonowej, szczególnie w narożach przekroju. W praktyce najważniejsze jest to, że wskutek podgrzania obniża się granica plastyczności stali. Już w temperaturze 500°C stal obciążona naprężeniami rozciągającymi osiąga swoją granicę plastyczności i nie jest zdolna do przenoszenia większych obciążeń. Natomiast w przypadku stali sprężającej beton, krytyczna temperatura wynosi niewiele powyżej 350°C. Jeżeli w zbrojeniu elementu konstrukcyjnego granica plastyczności stali obniży się poniżej wartości naprężeń, które w niej występują, następuje wyczerpanie nośności, co powoduje, że konstrukcja najpierw ulega odkształceniom, a następnie zniszczeniu. Spadek wytrzymałości mechanicznej betonu w temperaturze około 200°C jest mniejszy, natomiast w przedziale 200–500°C znacznie większy i może zmniejszyć się o 50%, a powyżej temperatury 500°C wytrzymałość mechaniczna betonu spada prawie do zera.

Uszkodzenia elementów żelbetowych następują w temperaturach powyżej 500°C, a przyczyną jest struktura samego betonu oraz zróżnicowane właściwości fizyczne betonu i stali. Wśród typowych uszkodzeń wymienić można: wykruszanie kruszywa, odpryski naroży, utratę przyczepności zbrojenia. Największe niebezpieczeństwo związane jest z odpryskami eksplozywnymi związanymi z dehydroksylacją cementu. Przyczyną jest mechanizm spowodowany dwoma jednocześnie postępującymi zjawiskami – powstaniem naprężeń termicznych i wzrostem ciśnienia porowego.

W celu zabezpieczenia elementów konstrukcyjnych stosuje się warstwy ochronne nakładane metodą natryskową lub zabezpiecza się je specjalnymi płytami (promatect, rigips pro-fire, promaspray itp.). Niepęczniejące powłoki natryskowe zabezpieczające konstrukcje żelbetowe oparte są na mieszaninie cementu, gipsu oraz wermikulitu (np. FireTex FX5120, VERMIPLASTERR itp.). Są one bardzo kłopotliwe w nakładaniu i przede wszystkim zwiększają masę konstrukcji.

Brak jest rozwiązań pęczniejących farb ognioochronnych na konstrukcje żelbetowe tj. lekkich i odpornych na środowisko alkaliczne, a przede wszystkim spełniające wymogi odporności ogniowej.

Dotychczas znane są farby ognioochronne tworzące pęczniejącą powłokę, które zabezpieczają wyłącznie konstrukcje metalowe.

W opisie patentowym US 4 888 057 (A) ujawniono skład kompozycji powłokowej do zastosowania jako farba lub masa uszczelniająca zapewniająca ochronę przed ogniem, która składa się z popiołu lotnego w ilości 24–50% masowych, polimeru emulsyjnego typu winylowego w ilości 7–31% masowych wody w ilości 8–48% masowych oraz może korzystnie zawierać środki dyspergujące, przeciwpieniące, plastyfikatory, zagęszczacze, konserwanty, składniki do kontrolowania pH, wypełniacze, barwniki.

Ponadto znana jest z opisu patentowego US 4 229 329 (A) ognioodporna nieorganiczna kompozycja powłokowa, która zawiera masowo: 40–70% wodnego roztworu krzemianu sodu, 40–70% wodnego roztworu krzemianu potasu, 3–15% proszku węgliku krzemu, a także dodatkowo 1–8 części wagowych włókien z węgliku krzemu oraz dodatkowo zawiera 2–8 części wagowych kompozycji włókien z węgliku krzemu i 2–4 części wagowych kompozycji boraksu.

Znana jest z opisu patentowego PL 207 152 B1 farba do malowania powierzchni na uprzednio określony kolor oprócz spoiwa, składnika barwiącego, wypełniacza i innych dodatków jako składnik powstrzymujący palenie zawiera melaminę lub jej pochodną w ilości 10–65% masowych, pentaerytryt lub jego pochodną w ilości 10–65% masowych oraz fosforan lub jego pochodną w ilości 5–75% masowych.

W artykule Wang J. : The protective effects and aging process of the topcoat of intumescent fire-retardant coatings applied to steel structures, *Journal of Coating Technology Research*, 2016, 13, 143–157 podano, że w celu wzmocnienia efektu ognioochronności do farby na bazie żywicy epoksydowej wprowadzono grafit ekspandowany w ilości 5,8% masowych, polifosforan amonu w ilości 11,76% masowych, melaminę w ilości 5,76% masowych, kwas borowy w ilości 11,5% masowych, żywicę epoksydową w ilości 40,10–43,32% masowych, utwardzacz w postaci trójetylenoczeroaminy w ilości 20,0–21,71% masowych oraz krzemian cyrkonu w ilości 1–5%. Analiza m. in. SEM, XRD i TG/DTA wykazała, że już tak mały dodatek krzemianu cyrkonu podwyższa zawartość węgla w porowatej powłoce po spalaniu do 61% i obniża zawartość tlenu do 28%.

W publikacji Wang J., Wang G.: Influences of montmorillonite on fire protection, water and corrosion resistance of waterborne intumescent fire retardant coating for steel structure, *Surface and Coatings Technology*, 2014, 239, 177–184, ujawniono badania wpływu montmorylonitu na poprawę właściwości ognioochronnych oraz odporność korozyjną i wodną pęczniejących powłok na bazie żywic epoksydowych, zawierających w swoim składzie w % masowych, żywicę epoksydową w ilości 27,2%, utwardzacz poliamidowy w ilości 4,1%, polifosforan amonu w ilości 30%, melaminę w ilości 18,2%, pentaerytryt w ilości 14%, tlenek tytanu w ilości 6,5%, montmorylonit w ilości 0–5%, reszta woda.

Celem wynalazku było opracowanie takiego składu farby, która zabezpieczałaby konstrukcję żelbetową przed nadmiernym nagraniem podczas pożaru i zapobiegałaby powstawaniu odprysków eksplozywnych przez czas umożliwiającą ewakuację ludzi z zagrożonego obiektu.

Farba ognioochronna do zabezpieczania konstrukcji żelbetowych według wynalazku zawiera masowo: 30–70% żywicy epoksydowej, 5–15% mocznika, 5–15% kaolinu, 5–15% czteroboranu amonu, 5–15% fosforanu melaminy, 0–15% boranu cynku, 2–30% grafitu ekspandowego, 0–10% krzemionki oraz 0–10% poliakrylanu sodu.

Farbę według wynalazku nanosi się dowolną techniką na konstrukcje żelbetowe, która tworzy na jej powierzchni powłokę. W początkowej fazie pożaru powłoka ognioochronna zaczyna mięknąć, wydzielając obojętne chemicznie gazy, które równocześnie wzmacniają jej pęcznienie poprzez wytworzenie porowatej struktury izolacyjnej. Następnie struktura ta ulega zwęgleniu, tworząc strukturę typu pumeksu, stanowiącą niepalną izolację cieplną. Zjawiska mięknięcia, parowania, rozkładu itp. pobierają ciepło z otoczenia, natomiast struktura pumeksu izoluje materiał przed nadmiernym wzrostem temperatury materiału izolowanego i zabezpiecza beton przed dehydratacją i odpryskami. W wyniku takiego działania żelbet może przez dłuższy czas przebywać w warunkach pożaru bez zmiany swoich właściwości ogniowych zwłaszcza nośności. Wydłużenie czasu odporności ogniowej warstw pęczniejących zachodzi poprzez mechanizmy hybrydowe pozwalające na powstanie porowatej izolacyjnej warstwy ochronnej, wywołanie reakcji pochłaniających ciepło oraz inhibicji reakcji spalania płomieniowego.

Zaletą farby według wynalazku jest to, że pęczniejąca powłoka ognioochronna zabezpiecza konstrukcję żelbetową przed nadmiernym nagraniem podczas pożaru poprzez wytworzenie zwartej i porowatej struktury typu pumeks. Ponadto właściwości plastyczne powłoki zapobiegają powstawaniu odprysków eksplozywnych, dzięki czemu konstrukcja obiektu utrzymuje swoje właściwości nośności ogniowej przez czas potrzebny do ewakuacji ludzi ze strefy zagrożenia, czyli spełnia wymogi klasy odporności ogniowej do REI 240 wg normy PN-EN ISO 13943. Dodatkowo pęczniejąca powłoka ognioochronna wykazuje brak toksyczności, zarówno w trakcie zwykłej eksploatacji materiałów nimi pokrytych, jak i w trakcie pożaru do temperatury około 500°C, nie pogarsza właściwości mechanicznych materiałów nią pokrytych w szczególności konstrukcyjnych, ani nie zmienia barwy takiego materiału w czasie normalnego użytkowania oraz zachowuje właściwości ognioochronne przez minimum 4 lata.

P r z y k ł a d 1. Farba ognioochronna do zabezpieczania konstrukcji żelbetowych zawiera masowo: 55% żywicy epoksydowej, 7% mocznika, 5 kaolinu, 8% czteroboranu amonu, 8% fosforanu melaminy, 8% grafitu ekspandowanego, 3% krzemionki oraz 6% poliakrylanu sodu.

P r z y k ł a d 2. Farba ognioochronna do zabezpieczania konstrukcji żelbetowych zawiera masowo: 52% żywicy epoksydowej, 8% mocznika, 8 kaolinu, 8% czteroboranu amonu, 8% fosforanu melaminy, 8% boranu cynku oraz 8% grafitu ekspandowanego.

Przydatność farb sporządzanych według receptur podanych w powyższych przykładach oceniano na podstawie testu palności wykonanym zgodnie z normą ASTM E-119. Palnik Bunsena ustawiano

poziomo w odległości 10 cm od badanej próbki pokrytej farbą według wynalazku. W trakcie badania trwającego 60 minut płomień palnika o temperaturze 1000–1350°C dotykał bezpośrednio badanej powierzchni pęczniejącej. Od strony niepoddanej działaniu ognia przykładano termoparę co 10 minut, mierząc rozkład temperatury na stalowej powierzchni. W trakcie badania ogniowego powierzchnia próbek w kształcie sześcianu o boku 10 cm wykonanych z żelbetonu z bokiem pokrytym farbą w wyniku równomiernego nagrzewania stopniowo pęczniała, by po około 30 minutach osiągnąć maksymalny stopień spęcznienia. Po zakończeniu pomiaru stwierdzono, że warstwa farby, spęczniała odpowiednio, dla przykładu 1 około 20-krotnie, a dla przykładu 2–30-krotnie, przyjmując, spieczoną, i twardą postać o mało widocznych porach. Następnie próbki poddano ponownie dłuższemu działaniu płomienia, palnika odpowiednio 120, 180 i 240 minut. W wyniku tego badania stwierdzono, że dopiero po upływie 245 minut od badanych próbek zaczęła odpadać farba i powstał luźny popiół.

Zastrzeżenie patentowe

1. Farba ognioochronna do zabezpieczania konstrukcji żelbetowych zawierająca żywicę epoksydową, fosforan melaminy, grafit ekspandowany oraz wypełniacze, **znamienna tym**, że zawiera masowo; 30–70% żywicy epoksydowej, 5–15% mocznika, 5–15% kaolinu, 0–15% czteroboranu amonu, 5–15% fosforanu melaminy, 5–15% boranu cynku, 2–30% grafitu ekspandowanego, 0–10% krzemionki oraz 0–10% poliakrylanu sodu.