

Przydatność farb do malowania elementów stalowych spawanych bez usuwania powłoki

Suitability of primers for steel components welded without removing the primer

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki badań wg PN-EN ISO 17652-2:2009 oraz PN-EN ISO 15614-1:2008/A2:2012 farb gruntowych: MP 61-9006/0, MP75-3009, SP01-81401, WG 26-8140/2 prod. Lankwitzer Lackfabrik GmbH oraz farby Rawomal P prod. Radomskiej Fabryki Farb i Lakierów RAFIL S.A., przeznaczonych do czasowego zabezpieczenia konstrukcji stalowych podlegających następnie spawaniu bez usuwania powłoki.

Abstract

The article presents the results of weldability tests acc. to PN-EN ISO 17652-2:2009 and PN-EN ISO 15614-1:2008/A2:2012 of the following primers: MP 61-9006/0, MP75-3009, SP01-81401, WG 26-8140/2 made by Lankwitzer Lackfabrik and Rawomal P made by Radomska Fabryka Farb i Lakierów RAFIL. These primers are used for temporary protection of steel structures on different production stage before welding. Primers are not removed prior to welding.

Wstęp

W celu zabezpieczenia przed korozją atmosferyczną elementów konstrukcji spawanych ze stali niestopowych i niskostopowych, przeznaczonych do zamontowania w wyrobie, stosowane jest m. in. nanoszenie powłok malarskich. Okres upływający od wykonania podzespołu do czasu jego zesparowania konstrukcją wynosi kilka tygodni lub nawet kilka miesięcy. Większość farb wpływa niekorzystnie na proces spawania, powodując nieakceptowalną porowatość spoin, a w jej następstwie obniżenie właściwości mechanicznych złączy spawanych. Z tego powodu zalecane jest usuwanie farby z powierzchni brzegów rowka spawalniczego i powierzchni bezpośrednio do niego przylegających. Zabieg ten jest pracochłonny i zwiększa koszty produkcji, w związku z czym produkuje się specjalne farby do ochrony czasowej elementów metalowych przed korozją, z możliwością ich następnego spawania, ograniczając ich ujemny wpływ na proces spawania do poziomu akceptowalnego. Do powłok „spawalnych”, niewymagających usuwania przed spawaniem niektórymi metoda-

mi i dla niektórych typów złączy, należą powłoki tzw. 3 generacji (wg MIS Doc. XII-1334-93): poliwinylbutyrolowe (PVB) z tlenkami żelaza, epoksydowe z tlenkami żelaza, cynkowo-krzemianowe z dużą ilością cynku oraz cynkowo-krzemianowe z małą ilością cynku [1]. Typowa grubość tych powłok, wynosząca od 15 do 35 µm, stanowi kompromis między 12-miesięczną trwałością a ilością gazów tworzonych przy spawaniu. Pozostawienie powłoki ochrony czasowej na ściance rowka spawalniczego dopuszcza PN-EN 1090-2 *tylko wtedy, gdy nie mają szkodliwego wpływu na proces spawania. Powłoki ochrony czasowej nie powinny pozostawać na ściankach rowków w elementach klasy EXC3 i EXC4, chyba że ich obecność została potwierdzona badaniami technologii spawania zgodnie z EN ISO 15614-1 lub EN ISO 15613* [2].

Literatura oraz wyniki dotychczasowych badań prowadzonych w Instytucie Spawalnictwa wskazują, że do zasadniczych czynników wpływających na właściwości złączy spawanych z powłokami należy: rodzaj farby gruntowej, grubość warstwy gruntowej, sposób naniesienia farby, metoda spawania i spawalnicze materiały dodatkowe, rodzaj złącza spawanego i spoiny, kształt rowka spoiny, pozycja spawania oraz warunki technologiczne spawania decydujące o czasie odgazowania spoiny [3].

Dr hab. inż. Eugeniusz Turyk – Instytut Spawalnictwa, Gliwice.

Ocena wpływu farby gruntowej na proces spawania i właściwości złączy w celu potwierdzenia możliwości jej stosowania jako spawalnego gruntu ochrony czasowej może być prowadzona:

- jako tzw. *badanie spawalności* wg PN-EN ISO 17652-2:2009, pkt 5, *metodą oceny spawalności kombinacji materiałów dodatkowych do spawania i powłok ochronnych z zastosowaniem różnych metod spawania łukowego* [4]. Przedmiotem badania jest nasilenie porowatości spoiny pachwinowej o znormalizowanych wymiarach w złączu teowym dwustronnym płyt pokrytych na całej powierzchni farbą, przy „szczelinie zerowej” (odstęp w rowku mniejszy niż 0,05 mm), tj. dla najbardziej niekorzystnego przypadku powstawania porowatości. Badanie ma umożliwić „wykonanie porównania między różnymi powłokami ochronnymi z zastosowaniem technologii spawania właściwej dla zadania lub między różnymi technologiami spawania z zastosowaniem określonej powłoki ochronnej”. Przedstawiona w PN-EN ISO 17652-2:2009, pkt 5 metoda jest zbieżna z metodą oceny porowatości spoin pachwinowych wg wytycznych DVS 0501:1976 [5]. Badania farb wg powyższych wytycznych stanowiły podstawę do wystawienia przez SLV i towarzystwa klasyfikacyjne certyfikatów potwierdzających ich przydatność jako spawalnego gruntu ochrony czasowej w odniesieniu do spoin pachwinowych;
- jako tzw. *badanie klasyfikacyjne właściwości powłok ochronnych dotyczących spawania* wg PN-EN ISO 17652-2:2009, pkt 4. Jest to *metoda względnej oceny wpływu powłoki ochronnej o określonej grubości na spawanie przez wykonanie znormalizowanej spoiny pachwinowej w obszarze z powłoką ochronną, a następnie ocenę nasilenia powstałej porowatości*. Przedmiotem badania jest nasilenie porowatości spoiny pachwinowej w złączu teowym jednostronnym płyt, z których jedna jest pokryta farbą. W związku z tym warunki badania klasyfikacyjnego można określić jako łagodne w stosunku do przedstawionego powyżej badania spawalności.
- wg zakresu przewidzianego dla kwalifikowania technologii spawania zgodnie z PN-EN ISO 15614-1:2008/A2:2012 [6].

Poniżej przedstawiono wyniki przeprowadzonej przez Instytut Spawalnictwa oceny wpływu na proces spawania i właściwości złączy wybranych farb gruntowych do ochrony czasowej, dla wariantów technologii spawania wytypowanych przez producentów tych farb.

Badanie spawalności kombinacji farby MP 61-9006/0 i procesu spawania MAG wg PN-EN ISO 17652-2:2009

Farba MP 61-9006/0, prod. Lankwitzer Lackfabrik GmbH, jest farbą poliwinylbutyralową gruntującą

spawalną [7]. Jest przeznaczona do nanoszenia na elementy stalowe, zalecana grubość powłoki wynosi 15÷25 µm. Farba ta jest dopuszczona do spawania złączy teowych bez usuwania powłoki wg DVS 0501.

Celem badań była ocena spawalności kombinacji tej farby i procesu spawania wg PN-EN ISO 17652-2:2009, pkt. 5 dla określonych warunków: spawanie metodą MAG drutem litym ISO 14341-A-G3Si1 w osłonie gazowej ISO 14175 - M21-ArC-18 złączy blach ze stali gat. S355J2+N z powłoką ochronną.

Po przygotowaniu powierzchni płyt próbnych (czyszczenie metodą strumieniowo-ścierną, stopień przygotowania Sa2½ wg PN-EN ISO 12944-4:2001 [8]) zostały one pokryte (natrysk pneumatyczny) przez firmę Lankwitzer Polska Sp. z o.o. powłoką ochronną o grubości 12 µm i 16 µm przy użyciu farby MP 61-9006/0. Grubość naniesionej powłoki została sprawdzona i potwierdzona przez wykonawcę prac malarskich. Okres suszenia płyt próbnych wynosił ponad 10 dni w temperaturze otoczenia 20°C, przy wilgotności powietrza 55%, spełniając wymagania PN-EN ISO 17652-2:2009, pkt 5.2. Płyty próbne szczepiano i spawano w pozycji nabocznej, a wykonane złącza poddano następnie próbie łamania. PN-EN ISO 17652-2:2009 nie określa granic akceptowalności, *gdyż zależą one od praktycznego zastosowania*. W związku z tym ocenę stopnia porowatości złącza przeprowadzono, określając stosunek pola przekroju poprzecznego F pęcherzy gazowych do całkowitego pola przełomu P i przyjmując jako podstawę oceny kryterium wg PN-EN ISO 5817:2009, tablica 1, nr 2.3, komentarz a2) [9]:

- $F/P \leq 1\%$ – poziom jakości B (odpowiada wymaganiom ostrym),
- $1\% < F/P \leq 1,5\%$ – poziom jakości C (odpowiada wymaganiom średnim),
- $1,5\% < F/P \leq 2,5\%$ – poziom jakości D (odpowiada wymaganiom łagodnym D).

Analogicznie do wymagań dotyczących poziomu akceptacji przy kwalifikowaniu technologii spawania przyjęto jako akceptowalną porowatość spoiny pachwinowej odpowiadającą poziomowi jakości B.

Wyniki pomiarów pola przekroju pęcherzy gazowych złączy płyt próbnych oraz ocenę przedstawiono w tablicach I i II. W ocenie porowatości, analogicznie do badania klasyfikacyjnego właściwości powłok ochronnych dotyczących spawania, wzięto pod uwagę pęcherze gazowe o średnicy $\geq 0,5$ mm (zgodnie z PN-EN ISO 17652-2:2009, pkt 4.4 oraz Załącznikiem A, pkt „Pomiar porów”).

Pomiary wykazały wzrost całkowitej powierzchni pęcherzy gazowych ze wzrostem grubości powłoki z 12 µm do 16 µm. W obydwu przypadkach spełniony jest warunek $F/P \leq 1\%$; tym samym stwierdzono wymagany poziom jakości B badanych spoin pachwinowych pod względem ich porowatości. Także badania wizualne złączy próbnych oraz porównawcze badania elementu kontrolnego spawanego bez powłoki ochronnej wykazały poziom jakości B.

Badania spawanych metodą MAG w osłonie CO₂ doczołowych złączy blach ze stali S355J2+N pokrytych farbą MP75-3009 i SP01-81401

Według danych katalogowych farby gruntowe MP75 na bazie poliwinilobutyralu i SP01 na bazie żywicy epoksydowej z pigmentem przeciwkorozyjnym (fosforanem cynkowym), są stosowane do przechowywania elementów metalowych z możliwością ich następnego cięcia i spawania oraz do czasowego zabezpieczania konstrukcji metalowych i mechanizmów przed transportem [10]. Charakteryzują się bardzo krótkim czasem schnięcia, a zawarte w ich składzie pigmenty przeciwkorozyjne pozwalają przy minimalnej grubości powłoki (10÷15 µm) zabezpieczać konstrukcje metalowe w ciągu 12 miesięcy. Farba SP01-8140/0 ma dopuszczenie do spawania złączy teowych bez usuwania powłoki wg DVS 0501.

Celem badań była ocena przydatności tych farb, na podstawie wymagań PN-EN ISO 15614-1:2008/A2:2012, do wykonywania złączy doczołowych płyt ze

stali S355J2+N pokrytych powłoką o grubości 20 µm dla określonych warunków: spawanie metodą MAG drutem litym ISO 14341-A-G3Si1 w osłonie dwutlenku węgla (ISO 14175 – C1).

Grubość naniesionej powłoki (natrysk pneumatyczny) została sprawdzona i potwierdzona przez wykonawcę prac malarskich, firmę Lankwitzer Polska. Kształt i wymiary rowka spawalniczego oraz parametry spawania podano w tablicy III.

Spawanie prowadzono w pozycji podolnej bez podgrzewania wstępnego, a temperatura międzysciegowa wynosiła 250°C. Natężenie przepływu gazu osłonowego przy wykonywaniu pierwszego ściegu wynosiło 12 l/min, a kolejnych ściegów – 15 l/min.

Badania złączy próbnych prowadzono w zakresie wymaganym dla kwalifikowania technologii spawania zgodnie z PN-EN ISO 15614-1:2008/A2:2012, tabl. 1. Badania wizualne, penetracyjne i radiograficzne złączy płyt próbnych pokrytych obydwoema badanymi farbami wykazały poziom jakości B. Również badania na rozciąganie poprzeczne, zginanie poprzeczne, udarność, twardość i makroskopowe tych złączy zakończyły się wynikiem akceptowalnym (poziom jakości B).

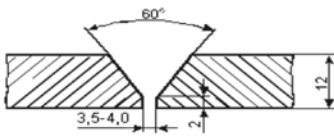
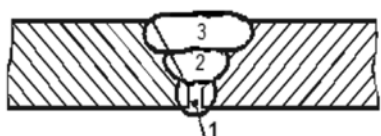
Tablica I. Pole powierzchni pęcherzy gazowych w spoinie pachwinowej złącza płyt z powłoką MP 61-9006/0 o grubości 12 µm i 16 µm
Table I. Area of gas pores in fillet weld of T-joint with 12 µm and 16 µm thick primer MP 61-9006/0

Odcinek spoiny	Liczba pęcherzy gazowych większych niż 0,5 mm		Ustalona całkowita powierzchnia pęcherzy F, mm ²		Średnia powierzchnia pojedynczego pęcherza F _{ln} , mm ²	
	powłoka 12 µm	powłoka 16 µm	powłoka 12 µm	powłoka 16 µm	powłoka 12 µm	powłoka 16 µm
1	8	7	0,609	1,152	0,076	0,165
2	10	21	1,152	2,370	0,115	0,113
3	14	13	2,355	7,095	0,168	0,546

Tablica II. Ocena poziomu jakości spoiny pachwinowej na podstawie porowatości złącza płyt z powłoką MP 61-9006/0 o grubości 12 µm i 16 µm
Table II. Assessment of quality level based on porosity of fillet weld in T-joint with 12 µm and 16 µm thick primer MP 61-9006/0

Odcinek spoiny	Powierzchnia przelomu P, mm ²		F/P, %		Poziom jakości	
	powłoka 12 µm	powłoka 16 µm	powłoka 12 µm	powłoka 16 µm	powłoka 12 µm	powłoka 16 µm
1	800	820	0,08	0,140	B	B
2	800	820	0,144	0,289	B	B
3	800	820	0,294	0,865	B	B

Tablica III. Warunki spawania metodą MAG (135) w osłonie CO₂ płyt próbnych z powłokami naniesionymi farbami MP75-3009 i SP01-81401
Table III. MAG (135) welding conditions using CO₂ as a shielding gas of test joints with primers MP75-3009 and SP01-81401

Konstrukcja złącza				Kolejność spawania		
						
Ścieg	Wymiar spoiwa, mm	Natężenie prądu A	Napięcie łuku V	Rodzaj prądu/biegunowość	Prędkość przesuwu cm/min	Ilość wprowadzonego ciepła, kJ/mm
1	∅1,2	110÷115	19,5÷20,0	DC/+	15÷17	0,69
2	∅1,2	240÷250	25,5÷26,5	DC/+	25÷28	1,27
3	∅1,2	230÷240	25,5÷26,5	DC/+	18÷20	1,56

Badania spawanych metodą TIG doczołowych złączy blach ze stali 13CrMo4-5 pokrytych farbą WG 26-8140/2

Zgodnie z Kartą danych technicznych [11] ochrona farba wodorozcieńczalna WG 26-8140/2 prod. Lankwitzer Lackfabrik GmbH ma dopuszczenie do spawania bez usuwania powłoki, potwierdzone badaniami wg Wytucznych DVS 0501.

Celem badań była ocena przydatności tej farby, na podstawie wymagań PN-EN ISO 15614-1:2008/A2:2012, do wykonywania złączy doczołowych płyt ze stali 13CrMo4-5 pokrytych powłoką o grubości 30 µm dla określonych warunków: spawanie metodą TIG prętami OK Tigrod 13.12 (pręty klasy W CrMo1Si wg PN-EN ISO 21952:2009 [12]).

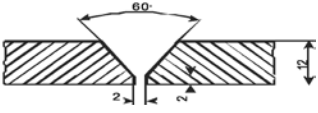
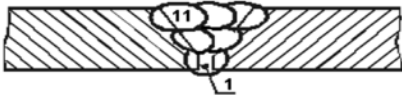
Grubość naniesionej powłoki (natrysk pneumatyczny) została sprawdzona i potwierdzona przez wykonawcę prac malarskich, firmę Lankwitzer Polska Sp. z o.o. Szczegóły przygotowania do spawania oraz parametry spawania podano w tabl. IV. Spawanie prowadzono w pozycji podolnej bez podgrzewania wstępnego, a temperatura międzyścięgowa wynosiła 150°C.

Badania złączy próbnych, przeprowadzone w zakresie wymaganym dla kwalifikowania technologii spawania zgodnie z PN-EN ISO 15614-1:2008/A2:2012, zakończyły się wynikiem akceptowalnym.

Badania spawanych metodą TIG doczołowych złączy blach ze stali 13CrMo4-5 pokrytych farbą Rawomal P

Farba Rawomal P prod. Radomskiej Fabryki Farb i Lakierów RAFIL S.A. jest wodorozcieńczalną farbą do gruntowania przeznaczoną do pierwszego malowania powierzchni stalowych i żeliwnych [13]. Zawiera ona aktywny pigment antykorozyjny i tworzy powłoki wysychające w temperaturze otoczenia, odporne na działanie mgły solnej, wody i atmosferycznych czynników korozyjnych.

Tablica IV. Warunki spawania metodą TIG (141) płyt pokrytych farbą WG 26-8140/2
Table IV. TIG (141) welding conditions of plater with primer WG 26-8140/2

Konstrukcja złącza				Kolejność spawania		
						
Ścieg	Wymiar spoiwa, mm	Natężenie prądu, A	Napięcie łuku, V	Rodzaj prądu/biegunowość	Prędkość przesuwu, cm/min	Ilość wprowadzonego ciepła, kJ/mm
1	∅ 2,4	95	11,5	DC/-	6,3	0,62
2÷3	∅ 2,4	110	12,0	DC/-	6,3	0,75
4÷11	∅ 2,4	125	13,0	DC/-	6,3	0,93

Celem badań była ocena przydatności tej farby, na podstawie wymagań PN-EN ISO 15614-1:2008/A2:2012, do wykonywania złączy doczołowych płyt ze stali 13CrMo4-5 pokrytych powłoką o grubości 30 µm dla określonych warunków: spawanie metodą TIG prętami OK Tigrod 13.12.

Grubość naniesionej powłoki została sprawdzona i potwierdzona przez producenta farby. Stosowano warunki wykonania złączy próbnych wg tablicy IV. Przeprowadzone w zakresie wymaganym dla kwalifikowania technologii spawania zgodnie z PN-EN ISO 15614-1:2008/A2:2012 badania złączy próbnych zakończyły się wynikiem akceptowalnym.



Rys. 1. Świadectwo badania farby WG 26-8140/2
Fig. 1. Test Certificate of primer WG 26-8140/2

Świadectwa badania

Wyniki badań złączy próbných wg wymagań PN-EN ISO 15614-1:2008/A2:2012 stanowiły podstawę do wystawienia przez Instytut Spawalnictwa protokołów kwalifikowania technologii spawania WPQR oraz „Świadectw badania” farb MP75-3009, SP01-81401

i WG 26-8140/2 prod. Lankwitzer Lackfabrik GmbH, a także farby Rawomal P prod. Radomskiej Fabryki Farb i Lakierów RAFIL S.A. Świadectwa te potwierdzają, że badane farby są przydatne do wykonywania spoin czołowych bez usuwania powłoki ochronnej w powyższych przedstawionych warunkach. Przykładowe „Świadectwo badania” przedstawiono na rysunku 1.

Wnioski

Wykonane badania potwierdziły przydatność następujących farb gruntowych do malowania elementów stalowych podlegających następnie spawaniu bez usuwania powłoki:

- farby MP 61-9006/0 prod. Lankwitzer Lackfabrik GmbH o grubości powłoki 16 μm do wykonywania spoin pachwinowych metodą MAG drutem elektrodowym G3Si1 w osłonie mieszanki M21, na podstawie jakości spoin pachwinowych (poziom jakości B) złączy próbných płyt ze stali S355J2+N pokrytych powłoką ochronną, potwierdzonej badaniami spawalności wg PN-EN ISO 17652-2:2009, pkt 5;
- farby MP75-3009 prod. Lankwitzer Lackfabrik GmbH o grubości powłoki 20 μm oraz farby SP01-81401 prod. Lankwitzer Lackfabrik GmbH o grubości powłoki 15 μm , do wykonywania metodą MAG drutem elektrodowym G3Si1 w osłonie CO₂ złączy doczołowych, na podstawie wyników kwalifikowania technologii spawania doczołowych złączy próbných płyt ze stali S355J2+N pokrytych powłoką ochronną, wg PN-EN ISO 15614-1:2008/A2:2012;

- farby WG 26-8140/2 prod. Lankwitzer Lackfabrik GmbH o grubości powłoki 30 μm , do wykonywania metodą TIG prętami klasy W CrMo1Si złączy doczołowych ze stali 13CrMo4-5, na podstawie wyników kwalifikowania technologii spawania doczołowych złączy próbných płyt z tej stali o grubości 12 mm pokrytych powłoką ochronną, wg normy PN-EN ISO 15614-1:2008/A2:2012;
- farby Rawomal P prod. Radomskiej Fabryki Farb i Lakierów RAFIL S.A. o grubości powłoki 30 μm , do wykonywania metodą TIG prętami klasy W CrMo1Si złączy doczołowych ze stali 13CrMo4-5, na podstawie wyników kwalifikowania technologii spawania doczołowych złączy próbných płyt z tej stali o grubości 12 mm pokrytych powłoką ochronną, wg PN-EN ISO 15614-1:2008/A2:2012.

Ze względu na zależność porowatości złączy stali pokrytej farbą gruntową od rodzaju złącza oraz warunków technologicznych spawania, zaleca się odrębne kwalifikowanie technologii spawania dla każdego przypadku.

Literatura

- [1] Lucas W., Seldon J.: „An assessment of weldable primers”. TWI Bulletin, May - June 1996, <http://www.twi.co.uk/news-events/bulletin/archive/>
- [2] PN-EN 1090-2+A1:2012 „Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych – Część 2: Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji stalowych”.
- [3] Szendzielorz N., Czenczek J.: „Określenie wpływu farb gruntowych gat.: 23/43/05/III, 25/18/96, 31/43/11, 41E/43/11 i 81/43/11 na właściwości mechaniczne złączy spawanych łukowo ręcznie elektrodami otulonymi gat. EB1.46, EB1.50, ER2.46, ES10HA i w osłonie CO₂ drutem gat. SP1GS”. Sprawozdanie z pracy badawczej nr Id-52, Instytut Spawalnictwa, Gliwice, 1970.
- [4] PN-EN ISO 17652-2:2009 „Spawanie - Badanie powłok ochronnych w odniesieniu do spawania i procesów pokrewnych - Część 2: Właściwości powłok ochronnych dotyczące spawania”
- [5] Richtlinie DVS 0501: „Prüfen der Porenneigung beim über schweißen von Fertigungsbeschichtungen auf Stahl”. März 1976 .
- [6] PN-EN ISO 15614-1:2008/A2:2012 „Specyfikacja i kwalifikowanie technologii spawania metali - Badanie technologii spawania - Część 1: Spawanie łukowe i gazowe stali oraz spawanie łukowe niklu i stopów niklu”.
- [7] „Karta danych technicznych. Farba PVB gruntująca spawalna MP 61-9006/0”. Lankwitzer Lackfabrik GmbH, Berlin, maj 2013.
- [8] PN-EN ISO 12944-4:2001 „Farby i lakiery - Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich - Część 4: Rodzaje powierzchni i sposoby przygotowania powierzchni”.
- [9] PN-EN ISO 5817:2009 „Spawanie - Złącza spawane ze stali, niklu, tytanu i ich stopów (z wyjątkiem spawanych wiązką) - Poziomy jakości według niezgodności spawalniczych”.
- [10] Консервационные грунты (сварные праймеры) SP01, MP75, MP76”. Lankwitzer Lackfabrik GmbH. <http://www.lankwitzer-rus.com/catalog/antikor-z/>.
- [11] „Karta danych technicznych. Farba wodorocieńcząca WG 26-8140/2”. Lankwitzer Lackfabrik GmbH, Berlin, 11.10.2011.
- [12] PN-EN ISO 21952:2009 „Materiały dodatkowe do spawania - Druty elektrodowe, druty, pręty i stopiwa do spawania łukowego w osłonie gazu stali odpornych na pękanie – Klasyfikacja”.
- [13] „Karta techniczna wyrobu. RAWOMAL P. Farba wodorocieńcząca do gruntowania”. <http://www.rafil.pl/img/KTW%204.3.pdf>.