



INSTYTUT SPAWALNICTWA

44-100 Gliwice, ul. Bł. Czesława 16-18
tel. 32 231-00-11, fax 32 231-46-52, www.is.gliwice.pl

Zakład Technologii Spawalniczych

ORZECZENIE Nr ZT/322/12

pt.:

„Ocena przydatności zestawu preparatów SKINCRIC do prowadzenia badań penetracyjnych”

Wykonane dla: 7 d`Armor Sp. z o.o.
al. Szucha 8
00-582 Warszawa

Podstawa: zamówienie z dnia 8.05.2012 r.

Nr zlecenia wewnętrznego: B-151/12

Data opracowania: 27.06.2012 r.

Opracowali:	mgr inż. Agnieszka Kiszka dr inż. Maciej Różański	
Sprawdził:	Kierownik Zakładu Technologii Spawalniczych mgr inż. Tadeusz Kuzio	
Zatwierdził:	Z-ca dyrektora Instytutu Spawalnictwa dr inż. Bogusław Czwornóg	
Wykonano 3 egz. dla:		Egzemplarz nr 3
Egz. nr 1, 2 – 7 d`Armor Sp. z o.o., Warszawa		Liczba stron:
Egz. nr 3 – Instytut Spawalnictwa, Zakład Technologii Spawalniczych		11

Niniejsze orzeczenie może być wykorzystywane tylko jako integralna całość przez Zamawiającego

1. Wstęp

Badania penetracyjne należą do najstarszych metod nieniszczącego badania różnych materiałów metalowych i niemetalowych, zarówno powierzchni tych metali jak i połączeń uzyskanych za pomocą technologii spawalniczych. Badania penetracyjne w zasadzie nie nadają się jedynie do wykrywania wad i niezgodności powierzchniowych elementów porowatych. Badania penetracyjne wykonuje się zwykle po przeprowadzeniu badań wizualnych elementów i usunięciu z ich powierzchni, wykrytych tą metodą, niedopuszczalnych niezgodności spawalniczych. Badania penetracyjne są zatem uznawane za bardziej czułą od badań wizualnych metodę badawczą, umożliwiającą wykrywanie niezgodności powierzchniowych, których nie można wykryć za pomocą badań wizualnych.

Zasada badań penetracyjnych opiera się na wykorzystaniu zjawiska włoskowatości (kapilarności), które polega na wnikaniu cieczy (penetranta) do wąskich przestrzeni i wznoszeniu się w nich nawet wbrew sile ciężkości. Aby mogło zajść zjawisko kapilarności spełniony musi być jeden zasadniczy warunek, a mianowicie ciecz (penetrant) musi dobrze zwilżać materiał kapilary. Warunek ten nie jest oczywiście spełniony przez każdą ciecz. O zwilżalności materiału kapilary decyduje napięcie powierzchniowe na granicach cieczy (penetranta) z powierzchnią kapilary, cieczy z powietrzem, oraz napięcia powierzchniowego na granicy powierzchni kapilary i powietrza. Miarą zwilżalności jest kąt jaki ciecz tworzy z powierzchnią zwilżaną. Im mniejszy jest kąt zwilżenia, tym ciecz będzie wykazywała większą zdolność do wnikania nawet w niewielkie szczeliny kapilarne.




Firma 7 d'Armor zwróciła się do Instytutu Spawalnictwa o sprawdzenie czułości i przydatności do wykrywania wad i niezgodności powierzchniowych połączeń spawanych, zestawu preparatów SKINCRIC do badań penetracyjnych, tj.: penetranta, zmywacza i wywoływacza. Zakres przeprowadzonych badań obejmował sprawdzenie poziomu czułości zestawu preparatów, przeprowadzone zgodnie z normą PN-EN ISO 3452-2:2006 pt. "Badania nieniszczące - Badania penetracyjne - Część 2: Badania materiałów penetracyjnych" [1], a następnie przeprowadzenie badań penetracyjnych zgodnie z normą PN-EN 571-1:1999 pt.: "Badania nieniszczące - Badania penetracyjne - Zasady ogólne" [3] na wytypowanych połączeniach spawanych z przykładowymi niezgodnościami powierzchniowymi.

2. Przedmiot badań

Firma 7 d'Armor dostarczyła do Instytutu Spawalnictwa zestaw preparatów do badań penetracyjnych. Preparaty są konfekcjonowane w opakowaniach aerosolowych o pojemności 400 ml z naniesionymi etykietami zawierającymi informacje w języku polskim nt.: producenta, sposobu użycia oraz niezbędnych środków ostrożności, które należy zachować podczas stosowania preparatów. Do zestawu preparatów dostarczono deklaracje zgodności wraz z raportami badań laboratoryjnych (zał. 1) oraz karty charakterystyk zgodnie z wymaganiami przepisów Rozporządzenia (WE) nr 1907/2006. W skład zestawu wchodziły (rys. 1):

- penetrant, SKINCRIC P-138/SA;
- zmywacz, SKINCRIC C-10/S1;
- wywoływacz, SKINCRIC R-764/S1.

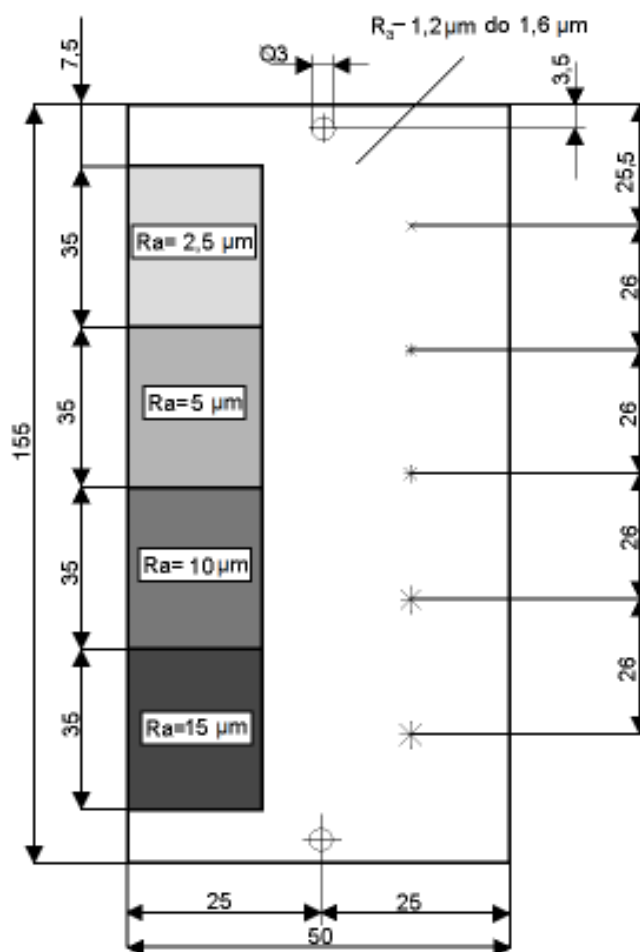
Do każdego z powyższych środków dostarczono także kartę charakterystyki.

Rodzaj preparatu	Penetrant	Zmywacz	Wywoływacz
Wygląd opakowania			
Oznaczenie producenta	SKINCRIC P-138/SA	SKINCRIC C-10/S1	SKINCRIC R-764/S1

Rys.1. Zestaw preparatów dostarczonych do badań

3. Zakres i metodyka badań

Zakres badań skuteczności preparatów obejmował sprawdzenie poziomu czułości wg normy PN EN ISO 3452- 2 przy zastosowaniu próbki odniesienia typu 2 wg PN EN ISO 3452-3 [2]. Próbka odniesienia typu 2 wykonana jest z wysokostopowej blachy stalowej w gat. X2CrNiMo 17-12-3 wg PN-EN 10088-1 o grubości 2,5 mm prostokątów o wymiarach 155 mm x 50 mm x 2,5 mm (tolerancja wymiarów powinna wynosić ok. 10 % - rys. 2). Na połowie płytki naniesiono bezprądowo nikiel z cienką warstwą chromu, a drugą połowę przygotowano w celu uzyskania stref o żądanej chropowatości. Na stronie platerowanej wygenerowano pięć nieciągłości w kształcie gwiazdek. Nieciągłości te powstały w wyniku użycia twardościomierza Vickersa z wgłębnikiem półkolistym pod obciążeniem od 2 kN do 8 kN na odwrotnej stronie powierzchni badanej [2]. Powierzchnia z nieciągłościami służy do kontroli czułości procesu, natomiast chropowata do sprawdzenia i oceny zmywalności penetrantów.



Rys. 2 Próbkę odniesienia typu 2 [2].

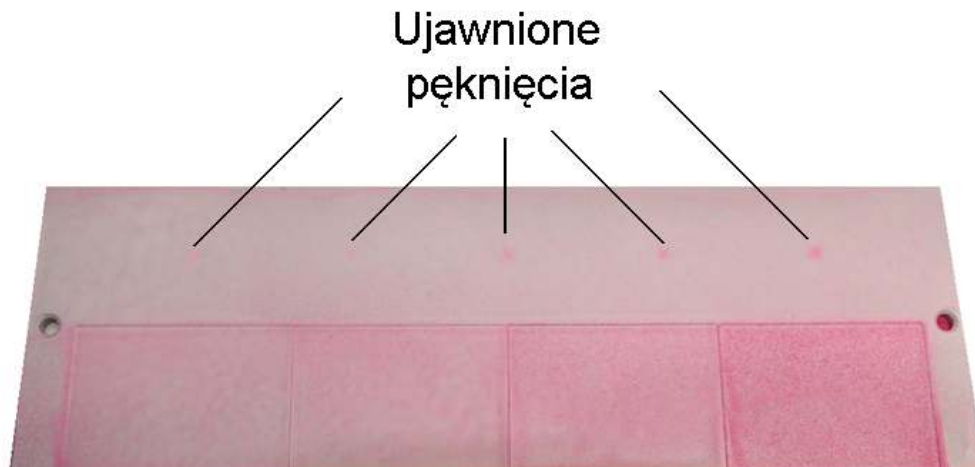
Instytut Spawalnictwa Gliwice	Orzeczenie nr ZT/322/12	Strona/ stron 5/11
----------------------------------	--------------------------------	-----------------------

Następnie przeprowadzono badania penetracyjne zgodnie z normą PN-EN ISO 571-1, wytypowanych złączy spawanych i napoin z niezgodnościami spawalniczymi wychodzącymi na powierzchnię oraz odkuwki stalowe. Badaniom poddano połączenia spawane elementów stalowych i aluminiowych tj.:

- złącze teowe ze spoiną pachwinową blach ze stali w gat. S355J2G2W wg PN-EN 10025-2 o grubości 10 mm,
- złącze teowe ze spoiną pachwinową blach ze stali w gat. X5CrNi 18-10 wg PN-EN 10088-2 o grubości 8 mm,
- napoina na blasze aluminiowej w gat. EN AW 1050 wg PN-EN 573-1o grubości 5 mm.

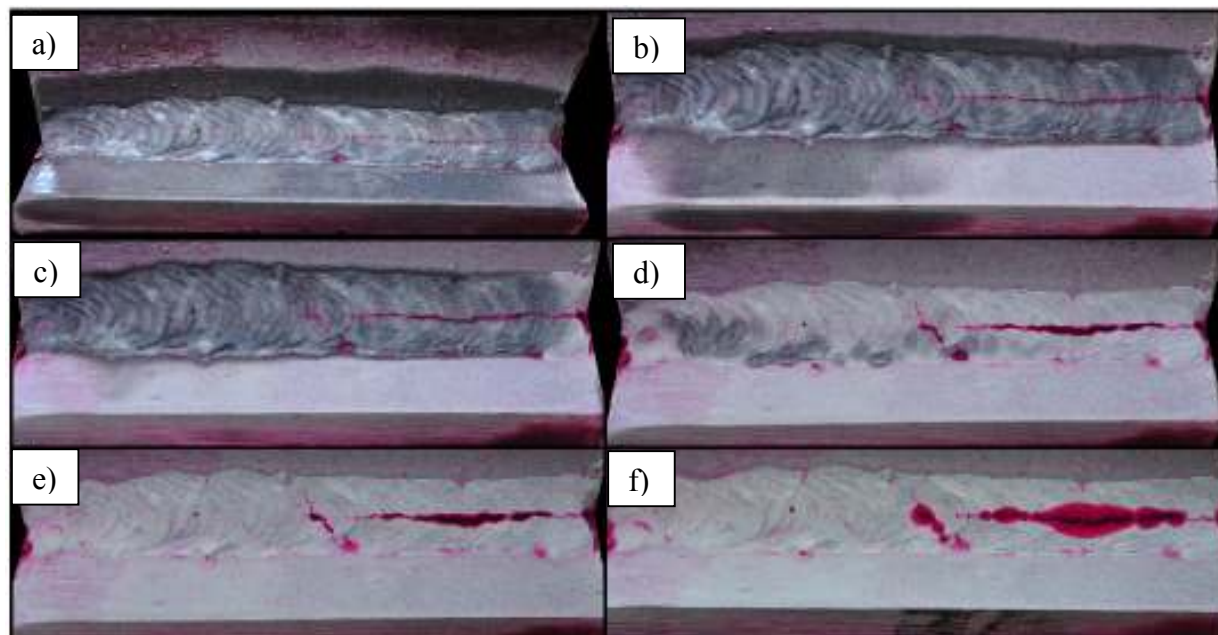
4. Wyniki badań

Pierwszym etapem badań była weryfikacja skuteczności zestawu preparatów na próbce odniesienia typu 2 wg PN EN ISO 3452-3. Próbkę oczyszczono z użyciem zmywacza SKINCRIC C-10/S1, kolejno równomiernie naniesiono penetrant SKINCRIC P-138/SA i pozostawiono na czas 7 minut. Po upływie zadanego czasu z powierzchni próbki usunięto nadmiar penetranta a następnie naniesiono wywoływacz SKINCRIC R-764/S1, który pozostawiono na czas 5 minut. Po upływie zadanego czasu (5 min) wywoływania dokonano obserwacji powierzchni próbki. Na powierzchni części próbki z wygenerowanymi pęknięciami zaobserwowano obrazy wszystkich pięciu pęknięć. Na podstawie tego wskazania można wnioskować, że zastosowany zestaw preparatów wykazuje czułość zapewniającą wykrycie nawet najmniejszych nieciągłości występujących na badanej powierzchni. Na powierzchni drugiej części próbki (o zróżnicowanej chropowatości) otrzymano obraz tła powstającego w wyniku trudności w usunięciu penetranta z powierzchni chropowatych. Rezultaty badania zaprezentowano na rys. 3. Wyniki badania czułości zestawu preparatów do prowadzenia badań penetracyjnych wykazały, że zastosowany zestaw umożliwia wskazanie obrazu niezgodności nawet o najmniejszych wymiarach wychodzących na powierzchnię elementów badanych. Z kolei wskazanie tła sugeruje, że zastosowany zestaw umożliwia wykrywanie nieciągłości wychodzących na powierzchnię o chropowatości dochodzącej nawet do 15 μm , przy czym penetrant jest dobrze zmywalny przy chropowatości powierzchni do 10 μm .

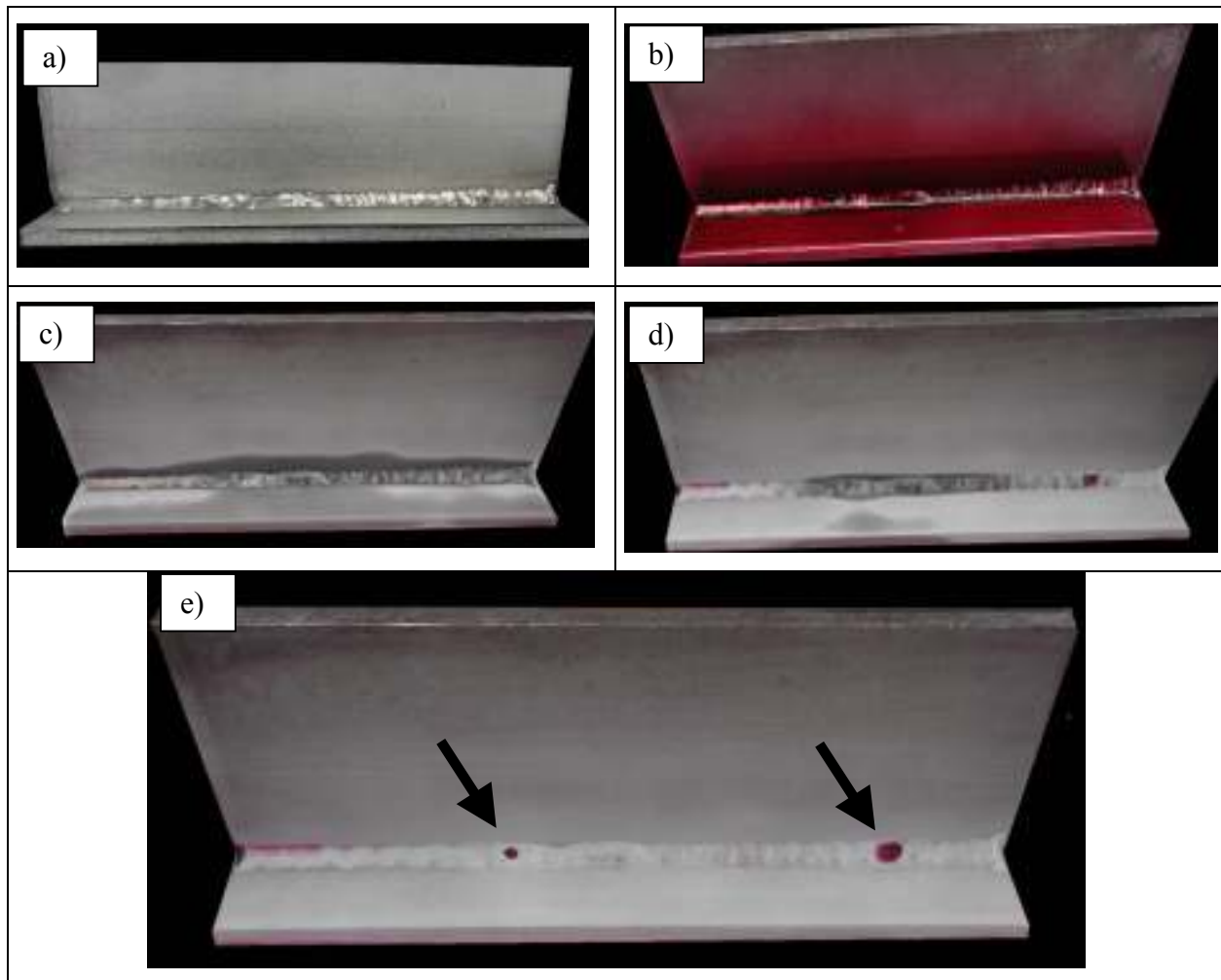


Rys. 3. Widok próbki odniesienia typu 2 po badaniu penetracyjnym zestawem SKINCRIC wykonanym wg normy PN-EN ISO 571-1.

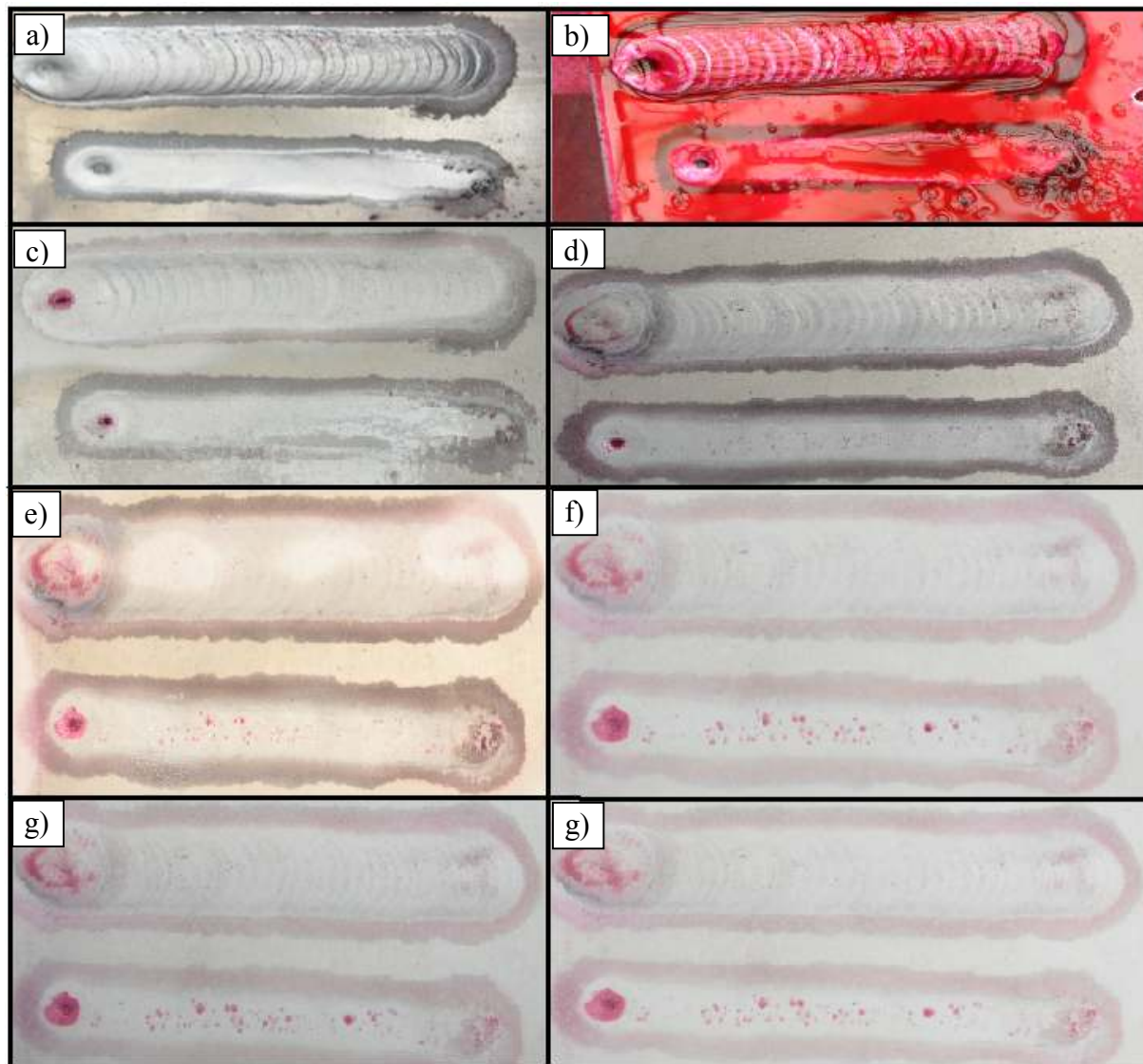
Następnym etapem badań było sprawdzenie skuteczności działania zestawu preparatów na przykładowych złączach spawanych i napoinach oraz odkuwkach. Wyniki przeprowadzonych badań penetracyjnych przedstawiono na rys. 4÷7 (protokół z badań – zał. nr 2)






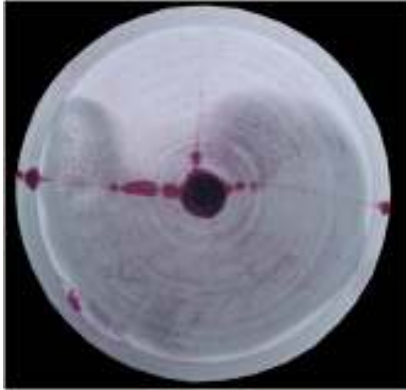

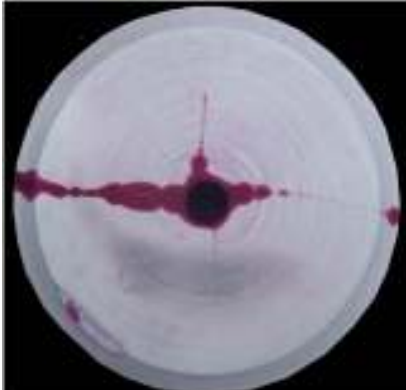

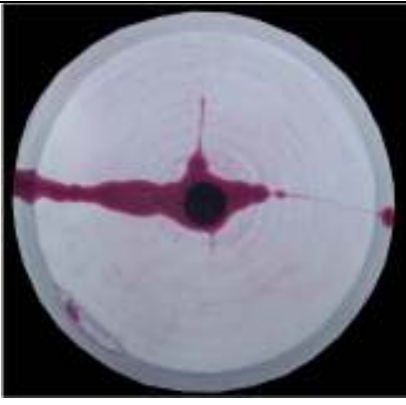
Rys. 4. Wyniki badania penetracyjnego zestawem SKINCRIC złącza teowego ze spoiną pachwinową blach (\neq 10 mm) w gat. S355J2G2W z obrazem niezgodności typu pęknięcie. Widok badanego złącza: bezpośrednio po naniesieniu wywoływacza (a), po 15 sek. działania wywoływacza (b), po 30 sek. działania wywoływacza (c), po 45 sek. działania wywoływacza (d), po 1 min. działania wywoływacza (e) i po 5 min. działania wywoływacza (f).



Rys. 5. Wyniki badań penetracyjnych zestawem SKINCRIC złącza teowego ze spoiną pachwinową blach ($\neq 8$ mm) w gat. X5CrNi 18-10 z obrazem dwóch niezgodności typu pęknięcie i porowatość. Widok złącza przed badaniem (a), widok złącza z naniesionym penetrantem (b), widok złącza bezpośrednio po naniesieniu wywoływacza (c), widok złącza po 1 min działania wywoływacza (d), widok złącza z dwoma obrazami niezgodności po 3 min działania wywoływacza (e).



Rys. 6. Etapy badania penetracyjnego zestawem SKINCRIC napoin wykonanych metodą TIG na blasze aluminiowej w gat. EN-AW 1050 (\neq 5 mm). Widok napoin przed badaniem (a), widok napoin z naniesionym penetrantem (b), widok napoin bezpośrednio po naniesieniu wywoływacza (c), po 15 sek. działania wywoływacza (d), po 30 sek. działania wywoływacza (e), po 45 sek. działania wywoływacza (f), po 1 min. działania wywoływacza (g), po 5 min. działania wywoływacza (h).

Widok elementów przed badaniem		
30 sekund		
1 minuta		
3 minuty		

Rys. 7. Wyniki badań penetracyjnych zestawem SKINCRIC odkuwek stalowych.
Widok: przed badaniem oraz po 30 s, 1 i 3 min działania wywoływacza.

Instytut Spawalnictwa Gliwice	Orzeczenie nr ZT/322/12	Strona/ stron 10/11
----------------------------------	--------------------------------	------------------------

Badania zestawu preparatów do prowadzenia badań penetracyjnych wykazały przydatność i skuteczność ww. środków w prowadzonych badaniach. Badania były przeprowadzone zgodnie z normami PN EN ISO 3452-2 i PN EN ISO 571-1. Wykonano próby stosowania preparatów na próbce odniesienia typu 2 w celu ujawnienia nieciągłości występujących na próbce. Wszystkie pęknięcia wykonane na próbce odniesienia zostały zidentyfikowane. Tym samym potwierdzono skuteczność i dużą czułość zestawu preparatów w odniesieniu do próbki i spełnienie wymagań normy PN-EN ISO 3452-2. Należy zwrócić uwagę na łatwość usuwania preparatów z powierzchni próbki o nawet największej chropowatości. Ma to duże znaczenie w przemysłowym stosowaniu preparatów, szczególnie tam gdzie pozostałości preparatów muszą być dokładnie usunięte.

Kolejne badania wykonano na złączach spawanych i napawanych. Wyniki prowadzonych badań penetracyjnych złącza teowego ze spoiną pachwinową blach stalowych w gat. S355J2G2W wykazują, że wskazania podłużne pojawiają się już po kilku sekundach od naniesienia penetranta (rys. 4). Pomimo, że zaobserwowane wskazanie pochodzi od niezgodności o znacznych wymiarach to bardzo szybko pojawiający się obraz niezgodności świadczy o dużej szybkości reagowania preparatu. Badania prowadzone na złączu teowym ze spoiną pachwinową blach ze stali wysokostopowej w gat. X5CrNi 18-10 potwierdzają także bardzo wysoką skuteczność badanego zestawu preparatów. Po trzech minutach od naniesienia wywoływacza w złączu wykryto niezgodność powierzchniową, której wcześniej nie zdołano wykryć za pomocą badań wizualnych przy użyciu lupy o powiększeniu 10x (rys. 5 – wskazanie po lewej stronie). Obraz wykrytej wady o nieznacznych wymiarach wskazuje na bardzo dużą czułość zestawu preparatów umożliwiających wykrycie nawet najmniejszych niezgodności wychodzących na powierzchnię elementów stalowych. Kolejnym badaniem przydatności preparatów było badanie penetracyjne napoin aluminiowych na blasze w gat. EN AW 1050. Wyniki badań (rys.6) wskazują na możliwość wykrycia niezgodności powierzchniowych punktowych o mikroskopijnych wymiarach (mikroporowatość).

Ostatnią próbą badania zestawu preparatów było przeprowadzenie badań penetracyjnych odkuwek stalowych. Badania przeprowadzono na dwóch odkuwkach z różną wielkością i rozkładem niezgodności powierzchniowych. W obu przypadkach

Instytut Spawalnictwa Gliwice	Orzeczenie nr ZT/322/12	Strona/ stron 11/11
----------------------------------	--------------------------------	------------------------

niezgodności powierzchni ujawniły się już po 30 s od naniesienia wywoływacza (rys. 7).

5. Wnioski

1. Zestaw preparatów SKINCRIC do badań penetracyjnych ujawnia wszystkie niezgodności występujące na próbce odniesienia typu 2 wg PN-EN ISO 3452-3, co świadczy o jego bardzo wysokiej czułości;
2. Zestaw preparatów SKINCRIC zapewnia wykrycie niezgodności typu porowatość oraz pęknięcia najmniejszych rozmiarach wychodzące na powierzchnię elementów spawanych i odkuwek, wykonanych z różnych materiałów: stal wysokostopowa i niestopowa oraz aluminium.
3. Pozostałości po badaniach penetracyjnych zestawem preparatów SKINCRIC są łatwo usuwalne, nawet z powierzchni o dużej chropowatości.

Normy:

1. PN-EN ISO 3452-2. Badania nieniszczące. Badania penetracyjne. Część 2: Badania materiałów penetracyjnych.
2. PN-EN ISO 3452-3. Badania nieniszczące. Badania penetracyjne. Część 3: Próbki odniesienia.
3. PN-EN ISO 571-1. Badania nieniszczące. Badania penetracyjne. Zasady ogólne.

Załączniki

1. Deklaracje zgodności i raport badań laboratoryjnych
2. Protokół badań penetracyjnych

KONIEC