

Urządzenie UKS do kontroli szczelności połączeń spawanych za pomocą próby pęcherzykowej z przyssawką próżniową

Janusz Czuchryj, Bogusław Cierpica

Wprowadzenie

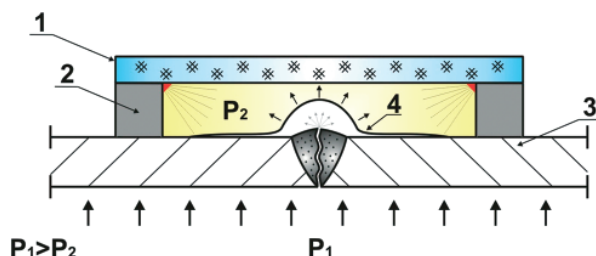
Połączenia spawane, z zasady ich powstawania powinny charakteryzować się nieprzepuszczalnością płynów, tj. cieczy i gazów. Niemniej, spowodowane różnymi przyczynami, niedoskonałości wykonania połączeń skutkują czasami występowaniem w ich objętości nieciągłości na wskroś, czyli obecnością nieszczelności. W większości przypadków nieszczelności w złączach nie mogą być akceptowane. Szczególnie dotyczy to wyrobów, których podstawowym warunkiem dopuszczenia do eksploatacji jest właśnie szczelność złączy spawanych. Przykładowo, bezwzględnie wymagają szczelności takie obiekty, jak zbiorniki magazynowe na ciecze i gazy, rurociągi transportowe wody, paliw, gazów i innych mediów, miski olejowe pojazdów drogowych i szynowych, pojemniki różnego typu itp. Z tego powodu opracowano wiele metod i technik badawczych, umożliwiających wykrycie nieszczelności kontrolowanej konstrukcji. Spośród tych metod coraz szersze zastosowanie znajduje próba pęcherzykowa z przyssawką próżniową, szczególnie w odniesieniu do złączy spawanych. W wykazie podanym w normie PN-EN 1779 próba pęcherzykowa z przyssawką próżniową należy do grupy metod wykorzystujących zmiany ciśnienia, natomiast przedmiotową technikę badania oznaczono symbolem C.3. Charakteryzuje ją wartość minimalnego przecieku, wykrywalnego w warunkach przemysłowych, równa $10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$.

Dla łatwiejszego wdrażania metody pęcherzykowej do praktyki przemysłowej zaprojektowano i zbudowano urządzenie UKS do kontroli szczelności połączeń spawanych [1], dla którego ustalono ogólne i szczegółowe warunki kontroli tych połączeń w oparciu o obowiązujące przepisy [2]. W kolejnych latach urządzenie modernizowano, co znalazło odzwierciedlenie w pracach [3 ÷ 9]. W niniejszym opracowaniu przedstawiono ostatnio poprawioną pod względem ergonomicznym i przeznaczoną do rozpowszechniania wersję urządzenia UKS.

Charakterystyka metody badania

Badanie szczelności za pomocą próby pęcherzykowej z przyssawką próżniową polega na wykorzystaniu zjawiska przenikania gazu z ośrodka o ciśnieniu wyższym do ośrodka o ciśnieniu niższym w przypadku, gdy istnieje połączenie między tymi ośrodkami.

Badanie połączeń spawanych odbywa się zwykle w powietrzu atmosferycznym, przy wytworzonym podciśnieniu (w porównaniu do ciśnienia atmosferycznego) w zakładanej na badany odcinek złącza komorze (rys. 1).



Rys. 1. Zasada badania szczelności połączeń spawanych za pomocą próby pęcherzykowej z przyssawką próżniową:
1 - przezroczysta płyta obserwacyjna, 2 - korpus komory z uszczelnieniem, 3 - złącze spawane z nieszczelnością, 4 - pęcherzyk

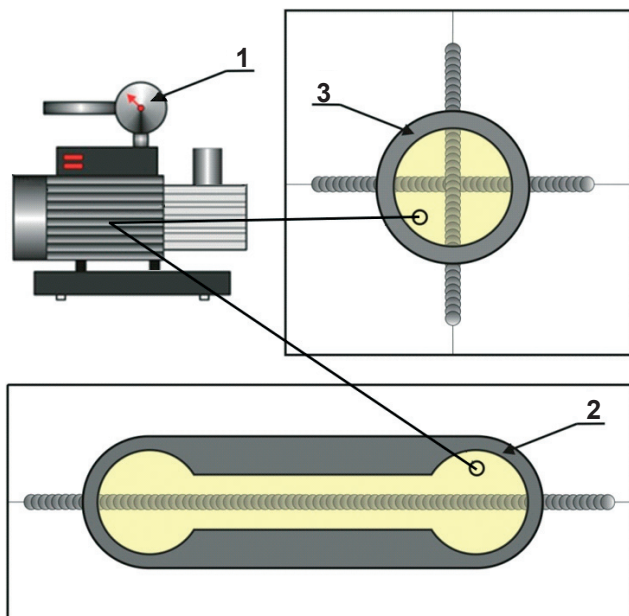
Jak widać na rysunku 1, nieszczelność w złączu stanowi połączenie między ośrodkami o różnym ciśnieniu. W pokrytym pianotwórczym roztworem odcinku złącza następuje przenikanie powietrza z atmosfery do komory poprzez nieszczelność, w wyniku oddziaływania różnicy ciśnień. Powoduje to powstanie pęcherzyka (lub większej ich liczby, jeżeli nieszczelności jest więcej) pozwalającego na ujawnienie i umiejscowienie nieszczelności.

Stosowany do ujawniania nieszczelności roztwór pianotwórczy (ciecz wykrywająca) stanowi powierzchniowo czynny tzw. detektor cieczowy. Roztwór pianotwórczy powinien być nietłoty, czyli nie powinien wysychać w temperaturze stosowanej podczas badania. Roztwór powinien być lepki i nie pnieć się przy wytworzonym podciśnieniu. Podczas wystąpienia przecieku gazu, powstające pęcherzyki powinny utrzymywać swój kształt przez czas trwania badania. Roztwór pianotwórczy nie powinien reagować z materiałami konstrukcyjnymi kontrolowanych wyrobów. Zanieczyszczony roztwór pianotwórczy lub ulegający podczas badania samoistnemu spienieniu może powodować mylne wskazania. Z tego powodu zaleca się, aby jego stosowanie było zabronione.

W metodzie pęcherzykowej z przyssawką próżniową zaleca się, aby indykator (wykrywacz) nieszczelności stanowiło powietrze. Dopuszcza się również wykorzystanie gazów obojętnych (np. azotu). W tym jednak przypadku należy podczas badania uwzględnić czynniki bezpieczeństwa operatorów, związane z możliwością wystąpienia niedoboru tlenu w atmosferze otaczającej stanowisko badawcze.

Urządzenie UKS do badania szczelności połączeń spawanych

Do badania szczelności połączeń spawanych, za pomocą próby pęcherzykowej z przyssawką próżniową, zaprojektowano i zbudowano w Instytucie Spawalnictwa urządzenie UKS, którego schemat pokazano na rysunku 2.



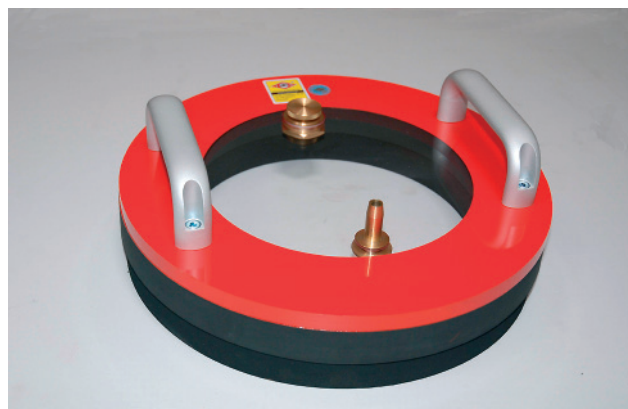
Rys. 2. Schemat urządzenia UKS do badania szczelności połączeń spawanych za pomocą próby pęcherzykowej z przyssawką próżniową: 1 - pompa ssąca, 2 - komora podłużna, 3 - komora okrągła

Urządzenie składa się z dwóch podstawowych podzespołów, a mianowicie: przyssawki próżniowej (wymienne komory) i pompy ssącej. Przyssawka próżniowa ogranicza przestrzeń, w której wytwarzane jest podciśnienie robocze. Przyssawka, najogólniej ujmując, zbudowana jest z przezroczystej płyty obserwacyjnej i uszczelki. Przezroczysta płyta umożliwi obserwację badanego odcinka połączenia podczas procesu kontroli. Natomiast uszczelka, ściśle przylegając do połączenia, izoluje objętość przyssawki od otoczenia. W płytę obserwacyjną każdej przyssawki wbudowano łącznik do elastycznego przewodu oraz zawór zapowietrzający. Pompa ssąca wytwarza w przyssawce wymagane podciśnienie przez wypompowanie z niej powietrza poprzez elastyczny przewód łączący łącznik z pompą. Zawór umożliwia zapowietrzenie przyssawki po przeprowadzeniu badania, jak również regulację w niej ciśnienia poprzez odpowiednie ustawienie pokrętki.

W obecnie wytwarzanej wersji urządzenia wykonywane są przyssawki podłużne o trzech długościach odcinka przydatnego do obserwacji, a mianowicie: 90 cm, 75 cm i 50 cm (rys. 3) oraz przyssawki okrągłe o średnicy wewnętrznej 23 cm (rys. 4).



Rys. 3. Przyssawki podłużne o długości odcinka przydatnego do badania równego (licząc od góry): 90 cm, 75 cm i 50 cm



Rys. 4. Przyssawka okrągła o średnicy wewnętrznej równej 23 cm

Masa przyssawek wynosi odpowiednio około: 12 kg, 10 kg, 7 kg i 3 kg. Każda z przyssawek składa się z przezroczystej płyty obserwacyjnej, korpusu i uszczelki. Płyty wykonano z polimetakrylanu metylu, przy czym pole obserwacji miejsca badanego ograniczono do niezbędnego minimum za pomocą kolorowej (czerwonej) przyklejki z tworzywa sztucznego. Zastosowanie przyklejki zwiększa odporność płyty na zabrudzenia i zarysowania, przedłużając tym samym żywotność przyssawki. Korpusy wycięto z twardej gumy, której elastyczność zwiększa odporność przyssawek na przypadkowe uderzenia o twarde przedmioty oraz poprawia odporność na pęknięcia eksploatacyjne. Korpusy charakteryzują się wewnętrznym wycięciem, którego kształt można w przybliżeniu porównać do kształtu dużej „kości”. Kształt ten podlega ochronie patentowej. Uszczelki przyssawek wykonano z tworzywa polimerowego o strukturze komorowej (strukturze gąbki), nie przepuszczającego powietrza. Zapewnia to uszczelce wysoką elastyczność, umożliwiającą łatwe przysysanie się do badanej powierzchni, a także szczelność przyssawki względem otaczającego ją środowiska badawczego. Poszczególne elementy konstrukcyjne przyssawek spojono ze sobą za pomocą kleju odpornego na wodę.

Do przemieszczania przyssawki próżniowej z jednego odcinka badanego połączenia na drugi zastosowano ergonomiczne uchwyty transportowe (rys. 5).

Ich zaokrąglony kształt zapewnia bezpieczne i wygodne ujęcie uchwytu, a w związku z tym swobodne operowanie

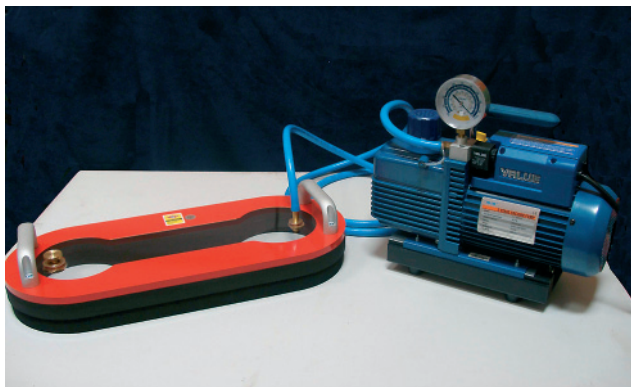


Rys. 5. Widok nowego uchwytu transportowego przyssawki próżniowej i jej zaworu zapowietrzającego

przyssawką w zależności od potrzeby. Uchwyty przymocowano do przyssawki w taki sposób, że możliwe jest ich do-regulowywanie podczas intensywnej eksploatacji urządzenia UKS. Każdą przyssawkę wyposażono w dwa uchwyty.

Zawór zapowietrzający (rys. 5) charakteryzuje się specjalnym kształtem, umożliwiającym szybkie i łatwe zapowietrzenie przyssawki celem jej przemieszczenia na nowy odcinek badawczy. Rozwiązanie konstrukcyjne zaworu również podlega ochronie patentowej. Warto zauważyć, że zwarta konstrukcja zaworu umożliwia jego wykorzystanie podobnie jak uchwytu transportowego. Pewność przemieszczania przyssawki jest w takim przypadku mniejsza niż za pomocą przeznaczonego do tego celu uchwytu, ale przemieszczenie jest możliwe.

Pompa próżniowa umożliwia usunięcie powietrza z przyssawki poprzez elastyczny przewód. Kontrola uzyskanego w przyssawce podciśnienia odbywa się za pomocą manometru wbudowanego w układ próżniowy pompy (rys. 6).



Rys. 6. Widok pompy próżniowej i podłużnej przyssawki połączonych za pomocą elastycznego przewodu

W zależności od rozwiązania konstrukcyjnego manometru możliwy jest odczyt podciśnienia w różnych jednostkach (np. megapaskalach, milibarach, jednostkach anglosaskich) (rys. 7).



Rys. 7. Widok tarczy manometru wbudowanego w obwód pompy próżniowej

Aby zapewnić właściwe warunki obserwacji tworzących się pęcherzy, przyssawki próżniowe mogą być wyposażone w diodowe oświetlenie o regulowanym natężeniu. Umożliwia to przeprowadzenie badania w dowolnych warunkach oświetlenia środowiska pracy operatora. Rozwiązanie

z oświetleniem jest niezwykle wygodne dla operatora, ale charakteryzuje się wyższą ceną urządzenia (w porównaniu do urządzenia bez dodatkowego oświetlenia) o około 25%.

Przyssawki podłużne przeznaczone są do badania płaskich złączy doczołowych, natomiast przyssawki okrągłe do badania złączy doczołowych krzyżujących się oraz złączy na powierzchniach zakrzywionych (np. sferycznych). Badanie złączy płaskich za pomocą przyssawki okrągłej jest oczywiście możliwe, ale odcinek przydatny do badania wynosi zaledwie 23 cm. Jak widać, przyssawka okrągła charakteryzuje się dużą uniwersalnością. Jednak podczas badania złączy płaskich przyssawki podłużne charakteryzują się dużo większą wydajnością. Zarówno przyssawki podłużne, jak i okrągłe umożliwiają badanie szczelności złączy ze spoinami pachwinowymi (np. w złączach zakładkowych, nakładkowych), przy czym grubość materiału podstawowego zakładki nie powinna być większa niż $2 \div 12$ mm.

Podsumowanie

Opracowanie, a następnie zbudowanie urządzenia UKS uzupełniło częściowo lukę w zakresie możliwości badania szczelności połączeń spawanych za pomocą próby pęcherzykowej z przyssawką próżniową. Kolejne modernizacje urządzenia umożliwiły szersze wykorzystanie metody pęcherzykowej w praktyce spawalniczej. W szczególności dotyczy to tych konstrukcji, których podstawowym warunkiem dopuszczenia do eksploatacji jest szczelność wykonanych złączy spawanych. Urządzenie charakteryzuje prostota zastosowanych rozwiązań konstrukcyjnych, ergonomiczność elementów wpływających na jakość badania oraz spełnienie wymagań przedstawionych w normach PN-EN 1779 i PN-EN 1593. Niewątpliwą zaletą urządzenia jest możliwość stosowania do badania środków przyjaznych dla środowiska naturalnego (np. zastosowanie wody i mydła jako roztworu pianotwórczego) oraz łatwa i bezpieczna jego eksploatacja.

Rozwiązanie konstrukcyjne urządzenia UKS oraz specjalnie zaprojektowanych jego elementów składowych znalazło uznanie Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej. Wyrazem tego uznania jest objęcie urządzenia oraz jego nowatorskich rozwiązań ochroną patentową.

Urządzenie UKS poddano krytycznej ocenie na Targach Wynalazczości w Paryżu w roku 2012 oraz na Międzynarodowych Targach Poznańskich w tym samym roku. W wyniku tej oceny, urządzenie wyróżniono złotymi medalami, co zostało potwierdzone odpowiednimi dyplomami.

Urządzenie UKS jest z powodzeniem wykorzystywane w codziennej praktyce spawalniczej przez zainteresowane przedsiębiorstwa. W przyszłości planuje się jego systematyczną modernizację oraz rozszerzenie oferty handlowej o nowe rozwiązania i nowe zastosowania przyssawek próżniowych.

LITERATURA:

1. Czuchryj J.: Urządzenie do kontroli szczelności złączy spawanych metodą próżniową. Prace Instytutu Spawalnictwa, 1982, nr 4.
2. Czuchryj J.: Kontrola szczelności złączy spawanych za pomocą próby pęcherzykowej z przyssawką próżniową. Wytyczne Instytutu Spawalnictwa nr W-12/IS-57.

3. *Czuchryj J.*: Urządzenie do kontroli szczelności metodą próżniową połączeń spawanych. Przegląd Spawalnictwa, 1984, nr 1.
4. *Czuchryj J.*: Urządzenie UKS-2 do kontroli szczelności złączy spawanych metodą podciśnieniową. Biuletyn Instytutu Spawalnictwa, 1993, nr 4.
5. *Czuchryj J.*: Wykorzystanie metody podciśnieniowej do kontroli szczelności złączy spawanych. Biuletyn Instytutu Spawalnictwa, 1999, nr 6.
6. *Czuchryj J., Bartosz Ł.*: Zastosowanie próby pęcherzykowej do badania szczelności złączy spawanych. Biuletyn Instytutu Spawalnictwa, 2006, nr 3.
7. *Czuchryj J.*: Osiągnięcia i wyzwania drugiej dekady - Laboratorium Badań Nieniszczących Instytutu Spawalnictwa w Gliwicach. Biuletyn Instytutu Spawalnictwa, 2008, nr 4.
8. *Czuchryj J., Pilarczyk A.*: Kontrola szczelności złączy spawanych za pomocą próby pęcherzykowej z przyssawką próżniową. Biuletyn Instytutu Spawalnictwa, 2013, nr 5.
9. *Czuchryj J., Pilarczyk A.*: Urządzenie UKS do kontroli szczelności złączy spawanych w próbie pęcherzykowej z przyssawką próżniową. Przegląd Spawalnictwa, 2014, nr 1.

Wykaz wykorzystanych norm:

- PN-EN 1330-8 „Badania nieniszczące - Terminologia - Terminy stosowane w badaniach szczelności”.
- PN-EN 1593 „Badania nieniszczące - Badania szczelności - Próba pęcherzykowa”.
- PN-EN 1779 „Badania nieniszczące - Badania szczelności - Kryteria wyboru metody i techniki”.