

LOKALIZACJA NIESZCZELNOŚCI W OBIEKTACH TECHNOLOGICZNYCH PRZY UŻYCIU METODY ZNACZNIKÓW RADIOIZOTOPOWYCH

*Janusz Kraś, Lech Waliś,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej
ul. Dorodna 16
03-195 Warszawa*

STRESZCZENIE

Podstawowymi zaletami radioizotopowej metody kontroli szczelności i lokalizacji miejsc nieszczelnych obiektach technologicznych jest jej łatwość stosowania, krótki czas trwania eksperymentu, stosunkowo niski koszt i krótki czas prac adaptacyjnych obiektu do kontroli oraz bardzo duża czułość wykonywanych ekspertyz.

Dzięki zastosowaniu techniki izotopowej możliwe jest wykonanie ekspertyzy przy niskim ciśnieniu, które nie powoduje dodatkowego i zbytecznego wyteżenia materiałów konstrukcyjnych.

Metoda radioznacznikowa mimo, że nie jest próbą wytrzymałościową jest komplementarna do prób ciśnieniowych: hydraulicznej i pneumatycznej. Uzyskane przy jej pomocy wyniki są uznawane przez Urząd Dozoru Technicznego i służą jako jeden z parametrów warunkujących dopuszczenie obiektów do dalszej eksploatacji. Należy wspomnieć, że w niektórych obiektach ze względów technicznych lub technologicznych mimo konieczności kontroli ich szczelności, próba hydrauliczna nie może być stosowana. Dotyczy to obiektów o dużej wysokości i małej średnicy (zbyt duże obciążenie fundamentów), oraz obiektów z wewnętrznymi wykładzinami, które po wprowadzeniu do nich wody wymagają ze względu na późniejszy proces technologiczny długotrwałego suszenia.

Omówiono zasady wykorzystania znacznika w postaci gazowego bromku metylu znakowanego bromem Br-82, jego otrzymywanie, sposoby iniekcji i prowadzenia pomiarów radiometrycznych w zależności od rodzaju kontrolowanego obiektu.

METODA I ZNACZNIK

Ogólna zasada radioizotopowej metody kontroli szczelności polega na wprowadzeniu do kontrolowanego obiektu znacznika radioizotopowego. Znacznik ten po wymieszaniu się z medium kontrolnym i rozprowadzeniu po obiekcie w trakcie podnoszenia panującego w obiekcie ciśnienia (ciśnienie w trakcie znakowania ok. 0,01 MPa, a ciśnienie kontrolne dowolne nie mniejsze jednak niż 1% ciśnienia próby hydraulicznej) przemieszcza się w kierunku nieszczelności i tam jest adsorbowany na adsorbentach naturalnych (ziemia, izolacja termiczna) lub sztucznych (specjalne materiały nakładane przed rozpoczęciem kontroli). Pomiar radiometryczny adsorbenta pozwala na precyzyjną lokalizację nieszczelności lub wykluczenie jej istnienia.

Najlepsze własności jako znacznik w omawianych badaniach ma gazowy bromek metylu znakowany bromem Br-82. Związek ten jest uzyskiwany z bromku potasu napromienianego w reaktorze w strumieniu neutronów termicznych. Przetwarzanie ciała stałego jakim jest bromek potasu w gazowy bromek metylu, zachodzi w specjalnie skonstruowanym mobilnym reaktorze chemicznym zwanym wytwornicą bromku metylu.

W zależności od typu wytwornicy można w niej przerabiać i transportować do 10 Ci (370 GBq) radioaktywnego bromku potasu.

Do rozdozowywania i transportu małych porcji gazowego znacznika stosowane są specjalne pojemniki.

Do wykrywania i lokalizacji nieszczelności przez rejestrację zmian natężenia promieniowania, używa się najczęściej typowych radiometrów z sondami scyntylacyjnymi. W niektórych przypadkach, gdy jest wykonywana jedynie kontrola szczelności bez lokalizacji nieszczelności np. w przypadku kontroli szczelności zasuw stosowany jest analizator wielokanałowy z możliwością rejestracji szybkości przemieszczania się znacznika jednocześnie w kilku punktach pomiarowych.

Ze względu na materiał adsorpcyjny pochodzącego z nieszczelności znacznika radioizotopowego, kontrolę szczelności instalacji technologicznych można podzielić na trzy grupy. We wszystkich tych grupach sposób dozowania znacznika w postaci gazowego bromku metylu jest taki sam. Podawany jest on do obiektu z pojemników lub z wytwornicy. Zalecane jest stosowanie aktywności właściwej medium kontrolnego na poziomie 1 mCi (37 MBq) na 1 m³, co pozwala na uzyskanie czułości około 30 cm³/h wydatku nieszczelności przy ciśnieniu kontrolnym na poziomie 10% ciśnienia roboczego.

Po zaznakowaniu, kontrolowany obiekt lub zespół obiektów jest napełniany sprężonym suchym powietrzem lub azotem do ciśnienia próby.

Pomiary radiometryczne są prowadzone po upływie ok. 20 godzin od osiągnięcia ciśnienia próby.

– Pomiary radiometryczne w celu **kontroli szczelności obiektów pokrytych izolacją technologiczną** prowadzone są z zewnątrz po opróżnieniu urządzenia z medium aktywnego radiometrem wyposażonym w sondę scyntylacyjną. Istnienie nieszczelności sygnalizowane jest podwyższeniem ilości zliczeń w miejscu jej występowania, co spowodowane jest adsorpcją znacznika radioizotopowego w warstwie izolacji. W każdym przypadku zarejestrowania miejsca o podwyższonym tle konieczne jest sprawdzenie tego przyczyny. W tym celu warstwę izolacji należy zdemontować i zmierzyć pod kątem skażenia radioaktywnego. Brak skażenia izolacji świadczy o niewystępowaniu nieszczelności. Podwyższenie ilości zliczeń w takich przypadkach najczęściej jest spowodowane adsorpcją znacznika na wewnętrznych powierzchniach obiektu, co jest łatwe do stwierdzenia przez ponowny jego obmiar. Przed przystąpieniem do tego rodzaju prac konieczna jest pełna znajomość własności adsorpcyjnych warstw izolacyjnych i wypełnień stosowanych w kontrolowanym obiekcie.

– **Kontrola szczelności spawów na obiektach nie izolowanych** musi być poprzedzona oklejeniem wszystkich miejsc występowania ewentualnych nieszczelności materiałem adsorpcyjnym. Materiał okleiny winien charakteryzować się dużą przyczepnością do instalacji często zanieczyszczonej lub skorodowanej oraz dużą zdolnością do adsorpcji, a małą do desorpcji dla bromku metylu. Najczęściej używana jest do tego celu jednostronnie powlekana klejem taśma bawełniana lub spieniona gąbka poliuretanowa. Prowadzono próby laboratoryjne z gąbkami powlekаныmi węglem sorpcyjnym oraz gąbkami dwuwarstwowymi z węglem aktywowanym. Z prób tych wynika, że zastosowanie szczególnie adsorbenta typu „sandwich” pozwala na ok. 3–4-krotne zwiększenie czułości pomiarów oraz dwukrotne skrócenie czasu trwania kontroli. W przypadku rezygnacji z wyżej wymienionych efektów stosowania adsorbentów specjalnych można prawie czterokrotnie zmniejszyć aktywności bromu używanego do kontroli, co może być szczególnie istotne przy kontroli obiektów o dużej objętości.

Dalszy tok postępowania jest identyczny jak w przypadku kontroli szczelności obiektów izolowanych. Pomiar skażeń materiałów adsorpcyjnych może być prowadzony na badanym obiekcie lub po ich usunięciu. O istnieniu nieszczelności świadczy wzrost ilości zliczeń na adsorbencie. Podczas zrywania adsorbentów należy postępować w ten sposób, aby w przypadku stwierdzenia wzrostu zliczeń, a więc nieszczelności, można było ją precyzyjnie zlokalizować.

W trakcie opisywanych powyżej ekspertyz, poza kontrolą szczelności płaszczy zewnętrznych obiektów można kontrolować również **stan ich wymurówki wewnętrznej**.

W tym celu obmiar radiometryczny obiektów należy prowadzić dwukrotnie. Pierwszy obmiar należy wykonać przed opróżnieniem ich ze znacznika radioizotopowego. Miejscowe zwiększenie ilości zliczeń z reguły świadczy o pęknięciach wymurówki, co powoduje zbliżenie źródła radioaktywnego do płaszcza

zewnątrznego. Wyniki tego pierwszego obmiaru należy skonfrontować z wynikami obmiaru po opróżnieniu obiektu ze znacznika. Porównanie obu pomiarów ma na celu wykluczenie błędów interpretacyjnych wynikających z sorpcji znacznika, a nie z uszkodzeń wymurówki.

- **Kontrola szczelności obiektów obudowanych inną przestrzenią** (wymenniki ciepła, cold-boxy) oparta jest na pomiarze intensywności promieniowania znacznika przechodzącego z przestrzeni znakowanej do przestrzeni kontrolowanej przez ewentualną nieszczelność. Pomiar prowadzony jest na pochłaniaczu do gazów zainstalowanym na dowolnym przyłączy do przestrzeni badanej. W celu uzyskania wypływu czynnika przez pochłaniacz, ciśnienie w kontrolowanej przestrzeni winno być nieznacznie wyższe od atmosferycznego. W opisany wyżej sposób nie można zlokalizować miejsca nieszczelności, ale fakt jej istnienia rejestrowany jest z bardzo dużą, około $5 \text{ cm}^3/\text{h}$ wydatku nieszczelności, czułością.

Kontrolę szczelności obiektów technologicznych prowadzi się po wyłączeniu ich z ruchu i opróżnieniu z mediów roboczych, ale bez opróżniania z wypełnień np. katalizatorów, demontażu izolacji i budowy rusztowań.

Kontrola szczelności zasuw przy użyciu metody znaczników radioizotopowych oparta jest na następującym założeniu. Jeśli przed zamkniętą kontrolowaną zasuwą zostanie impulsowo podany dobrze mieszający się z medium kontrolnym lub roboczym znacznik radioizotopowy, a następnie zostanie wytworzona różnica ciśnień przed i za zasuwą, to w przypadku istnienia nieszczelności zasuw, medium wraz ze znacznikiem będzie się przesunęło w kierunku niższego ciśnienia.

Szybkość tego ruchu jest zależna od wielkości nieszczelności.

Ponieważ na odcinku rurociągu między miejscem znakowania, a kontrolowaną zasuwą oraz za nią są umieszczone czujniki promieniowania (w opisywanym przypadku są to kolimowane sondy scyntylacyjne), przesuwanie się znacznika radioizotopowego w polu widzenia czujnika jest łatwe do zarejestrowania. Fakt pojawiania się znacznika w polu widzenia kolejnych czujników świadczy o nieszczelności kontrolowanej zasuw, a z prędkości przesuwania się znacznika można wyliczyć wielkość jej nieszczelności.

Przedstawione powyżej zastosowania metody znaczników radioizotopowych do kontroli szczelności obiektów technologicznych zostały opracowane i wdrożone w Instytucie Chemii i Techniki Jądrowej. Są one w sposób rutynowy stosowane między innymi w Polskim Koncernie Naftowym-Płock, Zakładach Rafineryjnych-Gdańsk, Przedsiębiorstwie Eksploatacji Rurociągów Naftowych, Bazach Magazynowych CPN.