

# Kontrola szczelności urządzeń zawierających izotopy promieniotwórcze na przykładzie jonizacyjnej czujki dymu

Daniel Jankowski

W niniejszym artykule przedstawione są podstawowe informacje na temat kontroli szczelności urządzeń zawierających izotopy promieniotwórcze, takich jak jonizacyjna czujka dymu, zgodnie z obowiązującym w Polsce prawem. Do przeprowadzenia kontroli oraz dokonania oceny narażenia personelu może służyć radiometr/miernik skażeń RK-100-2 wraz z sondą zewnętrzną RK-100 produkcji bydgoskiej firmy Polon-Alfa



Fot. 1. Jonizacyjna czujka dymu DIO-4046 (zawiera  $^{241}\text{Am}$ )





Obecnie w różnych gałęziach przemysłu i medycyny wykorzystuje się wiele urządzeń, których zasada działania oparta jest w głównej mierze na pomiarze natężenia promieniowania jonizującego emitowanego przez źródła promieniotwórcze, które są integralną częścią tych urządzeń. Możemy wyróżnić m.in. jonizacyjne czujki dymu oraz systemy kontrolno-pomiarowe przeznaczone do mierzenia grubości, stężenia, zapalenia i innych podstawowych właściwości fizycznych interesujących nas materiałów. Jednym z najbardziej popularnych spośród wyżej wymienionych urządzeń jest wciąż jonizacyjna

czujka dymu. Umożliwia ona wykrycie pożaru w jego wczesnym stadium, wtedy, gdy materiał jeszcze się tli, co występuje na ogół długo przed wybuchem otwartego płomienia i zauważalnym wzrostem temperatury.

### Jonizacyjna czujka dymu

Obecnie produkowane przez Polon-Alfa jonizacyjne czujki dymu zawierają izotop Ameryku-241 ( $^{241}\text{Am}$ ), którego aktywność to ok. 7 kBq i który jest przede wszystkim źródłem promieniowania alfa. Jeszcze w latach osiemdziesiątych jako źródło cząstek alfa powszechnie stosowano izotop Plutonu-238 ( $^{238}\text{Pu}$ ).

Z powodu bardzo silnej toksyczności zastąpiono go Amerykiem-241. Wybór emiterów alfa do zastosowań w czujkach dymu nie jest przypadkowy. Ze wszystkich dostępnych i zarazem wartych wykorzystania rodzajów promieniowania cząstka alfa ma największą zdolność jonizacji (określaną przez funkcję LET) i najmniejszy zasięg. Na drodze kilku centymetrów w powietrzu cząstka alfa wytraca całą swą energię (do wartości termicznej), przede wszystkim jonizując atomy wchodzące w skład atmosfery. Na skutek jonizacji powstają wolne elektrony i dodatnio naładowane jony. Można z całą pewnością stwierdzić, że jeżeli nie było zewnętrznej ingerencji, a materiał promieniotwórczy nie wydostał się na zewnątrz (na skutek mechanicznego uszkodzenia czujki, manipulacji przy czujce, pożaru itd.), promieniowanie alfa nie może wydostać się poza obudowę czujki. O pełnym bezpieczeństwie użytkowników świadczy również to, że poziom promieniowania jonizującego w bezpośrednim sąsiedztwie czujki jonizacyjnej oraz w punkcie pomiarowym zlokalizowanym na powierzchni obudowy samej czujki nie jest wyższy niż poziom naturalnego tła promieniowania jonizującego pochodzącego wyłącznie ze źródeł naturalnych – z pierwiastków radioaktywnych obecnych w glebie, skałach, powietrzu i wodzie. Czujki wyposażone w Ameryk-241 nie stanowią więc żadnego bezpośredniego zagrożenia dla użytkowników pomieszczeń, w których zainstalowane są jonizacyjne czujki dymu. Prawdopodobieństwo niekontrolowanego rozprzestrzenienia się materiału promieniotwórczego, czyli tzw. skażenia promieniotwórczego, jest bardzo niskie. W celu uniknięcia nawet przypadkowego skażenia należy okresowo sprawdzać szczelność takich urządzeń.



Fot. 2. Radiometr RK-100-2 z sondą zewnętrzną RK-100 do pomiaru skażeń

## Obowiązki

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 roku w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego nakazuje kontrolę szczelności zamkniętych źródeł promieniotwórczych nie rzadziej niż raz na rok. Zgodnie z ust. 1 p. 2 tego rozporządzenia kontrolę przeprowadza się także po zdarzeniu radiacyjnym oraz innym incydencie mogącym mieć wpływ na szczelność źródła, w szczególności po pożarze, po korzystaniu ze źródła przez osobę nieuprawnioną, po czasowej utracie posiadania źródła i po odzyskaniu go po kradzieży.

Należy jednak pamiętać, że zgodnie z rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 6 sierpnia 2002 roku w sprawie przypadków, w których działalność związana z narażeniem na promieniowania jonizujące nie podlega obowiązkowi uzyskania zezwolenia albo zgłoszenia, oraz przypadków, w których może być wykonywana na podstawie zgłoszenia, czujki jonizacyjne mogą być zainstalowane i konserwowane po uzyskaniu na to zezwolenia Państwowej Agencji Atomistyki. Osoby, które chcą uzyskać odpowiednie uprawnienia do instalacji oraz konserwacji czujek jonizacyjnych, muszą przejść odpowiednie szkolenie w Państwowej Agencji Atomistyki, by poznać kompletną procedurę przeprowadzania kontroli szczelności czujek jonizacyjnych metodą wymazu.

## Kontrola szczelności

Przed przystąpieniem do kontroli skażeń należy sprawdzić prawidłowość działania zestawu pomiarowego, czyli radiometru RK-100-2 wraz z sondą zewnętrzną RK-100. Do pobierania wymazów należy przygotować tampony z bibuły filtracyjnej (o średniej twardości) lub ligniny o wymiarach minimum 5×5 cm.

Promieniowanie jonizujące może pochodzić z innych źródeł niż te, które są wykorzystywane w medycynie bądź przemyśle. W otaczającym nas środowisku występują naturalne radioizotopy różnych pierwiastków oraz promieniowanie kosmiczne. Z tego powodu po włączeniu radiometru na jego monitorze pojawi się pewna niezerowa wartość aktywności pomimo oddalenia od potencjalnego źródła promieniowania. W celu zniwelowania wpływu tła promieniowania jonizującego (biegu własnego) na pomiar szczelności czujki należy przeprowadzić jego kilkukrotny pomiar w odległości od kilku do kilkunastu metrów od kontrolowanej czujki. Miarą skażenia powierzchniowego jest tzw. względna aktywność promieniotwórcza ( $\text{imp}\cdot\text{s}^{-1}$ ), czyli liczba rozpadów promieniotwórczych próbki w jednostce czasu. Czujkę uważa się za nieskażoną, jeżeli całkowita aktywność substancji zebranych na tamponie nie powoduje podwyższenia wartości biegu własnego (tła promieniowania jonizującego) urządzenia kontrolnego (radiometru) w miejscu pomiaru.

Po kontroli czujki czyste należy ponownie umieścić w ich gniazdach. Po zakończeniu pracy należy sprawdzić poziom skażeń folii lub papieru, na których przeprowadzono badania, jak również pomieszczenia. Przyjmuje się, że nie ma skażeń, jeżeli wskazania urządzenia kontrolnego są na poziomie biegu własnego (tła promieniowania jonizującego). Po zakończeniu kontroli szczelności czujki niesprawne technicznie lub skażone są natychmiast zabierane od użytkownika przez uprawnioną osobę. Wymontowane z linii dozoru jonizacyjne czujki dymu powinny być natychmiast umieszczone pojedynczo, w woreczkach foliowych. W przypadku znalezienia czujek, w których

stwierdzono brak źródła, uprawniony instalator jest zobowiązany do powiadomienia Państwowej Agencji Atomistyki.

Wyniki kontroli szczelności zamkniętych źródeł promieniotwórczych rejestruje się w protokole kontroli, w którym podaje się w szczególności:

- datę kontroli,
- typ i numer zamkniętego źródła promieniotwórczego lub urządzenia zawierającego takie źródło,
- rodzaj izotopu promieniotwórczego, jego aktywność oraz datę określenia aktywności,
- typ i numer przyrządu, którym wykonujemy pomiary,
- wynik pomiaru,
- wynik kontroli,
- nazwę i adres instytucji oraz imię i nazwisko osoby, która przeprowadziła kontrolę.

## Zestaw pomiarowy

Zestaw pomiarowy do przeprowadzenia kontroli szczelności to radiometr RK-100-2 z sondą wewnętrzną – licznikami Geigera-Müllera (G-M) – do pomiaru mocy przestrzennego równoważnika dawki, mocy dawki pochłoniętej w powietrzu, przestrzennego równoważnika dawki i pochłoniętej w powietrzu dawki promieniowania gamma oraz sonda zewnętrzna RK-100 (okienkowy licznik Geigera-Müllera – okienko mikowe) do pomiaru powierzchniowych skażeń promieniotwórczych substancjami alfa, beta i gamma.

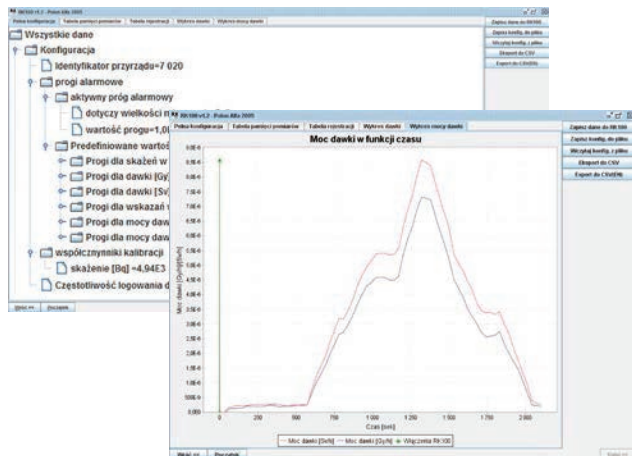
Prosta i bardzo trwała obudowa, mała masa i łatwa obsługa umożliwiają szerokie stosowanie dozymetru przy wykrywaniu źródeł promieniowania i ocenie poziomu skażeń oraz jako przyrządu pomiarowego wszędzie tam, gdzie stosuje się źródła promieniowania. Dozymetr jest używany m.in. w następujących zastosowaniach:

- sprawdzenie skuteczności osłon chroniących przed promieniowaniem jonizującym w pracowniach (Z, O, RTG, CT, PET),
- ocena narażenia zewnętrznego personelu na stanowiskach pracy (w zakładach przemysłowych, laboratoriach, gabinetach dentystycznych, gabinetach weterynaryjnych, pracowniach fizyki medycznej, służach sanitarno-dozymetrycznych itd.),
- monitorowanie warunków pracy z możliwością bezpośredniego odczytu mierzonych wartości i sygnalizacji przekroczenia ustawionych progów alarmowych,



Fot. 3. Radiometr (dozymetr) RK-100-2





Fot. 4. Oprogramowanie dla RK-100-2

- wytyczenie granic terenu nadzorowanego, terenu kontrolowanego oraz strefy awaryjnej,
- kontrola szczelności zamkniętych źródeł promieniotwórczych znajdujących się w różnych urządzeniach (np. w czujce dymu, mierniku grubości, wadze izotopowej, defektoskopie, mierniku zapylenia powietrza),
- pomiar mocy dawki przy urządzeniach wytwarzających promieniowanie jonizujące (np. przy spektrometrze XRF, aparacie RTG),
- ocena narażenia podczas zdarzenia radiacyjnego dokonywana przez odpowiednie służby (straż pożarną, centra zarządzania kryzysowego, obronę cywilną oraz służby ratownictwa technicznego),
- kontrola skażeń promieniotwórczych (skażeń powierzchni rąk, odzieży roboczej, stołów roboczych w inspektoratach sanitarno-epidemiologicznych, pracowniach radiobiologicznych, pracowniach medycyny nuklearnej, służach sanitarno-dozymetrycznych itd.),
- stwierdzenie zawartości substancji promieniotwórczych w tamponach używanych do odkażania powierzchni stołów roboczych lub sprzętu w pracowniach laboratoryjnych.

RK-100-2 ma możliwość komunikacji z komputerem w trybie off-line, w którym nie dokonuje pomiarów, a jedynie transmituje dane z komputera i do komputera. Transmisja danych odbywa się z wykorzystaniem podczepieni w sposób zgodny ze standardem IrDA. Przesyłane mogą być dane konfiguracyjne, współczynniki kalibracji, predefiniowane nastawy, a także zarejestrowane zmiany dawki w czasie i mocy dawki.

Wersję demonstracyjną oprogramowania można pobrać ze strony Polon-Alfa: <http://www.polon-alfa.pl/produkty/aparatura-dozymetryczna/osprzet/radiometr-rk-100>.

## Wzorcowanie

Należy pamiętać, że zestaw kontrolny powinien mieć aktualne świadectwo wzorcowania. Świadectwo wzorcowania nie zawiera żadnych zaleceń i nie określa terminu kolejnego wzorcowania, ponieważ informacje w nim podane zachowują ważność tylko w odniesieniu do sprawnego przyrządu, który nie uległ uszkodzeniu lub zmianom na skutek starzenia się (zużycia) elementów i który nie był naprawiany lub poddawany regulacji/kalibracji u producenta.

Termin kolejnego wzorcowania zazwyczaj określają przepisy prawne dotyczące wzorcowania sprzętu dozymetrycznego (rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 23 grudnia 2002 r. w sprawie wymagań dotyczących sprzętu dozymetrycznego – Dz. U. Nr 239 z 2002 r., poz. 2032). Wzorcowanie przyrządów powinno być wykonane nie rzadziej niż raz na 12 miesięcy w przypadku sprzętu dozymetrycznego nie posiadającego kontrolnego źródła promieniotwórczego albo raz na 24 miesiące w przypadku sprzętu dozymetrycznego posiadającego kontrolne źródło promieniotwórcze.

Więcej informacji o wzorcowaniu można znaleźć na stronie laboratorium wzorcującego urządzenia dozymetryczne przy Polon-Alfa ([www.polon-alfa.pl/lwud](http://www.polon-alfa.pl/lwud)).

## Przekazanie czujek do utylizacji

Wiedza o poprawnym przeprowadzeniu kontroli szczelności jest bardzo ważna, gdyż należy zapewnić bezpieczeństwo ludziom, którzy będą przebywać w otoczeniu urządzeń emitujących promieniowanie jonizujące. Trzeba też wiedzieć, jak postępować z jonizacyjnymi czujkami dymu po zakończeniu ich eksploatacji.

Jonizacyjne czujki dymu należą do urządzeń zawierających źródła promieniotwórcze, dlatego po zakończeniu ich eksploatacji należy je traktować jako odpad promieniotwórczy. Sposób postępowania z odpadami promieniotwórczymi i ich klasyfikację reguluje ustawa Prawo atomowe z dnia 29 listopada 2000 r. (tekst jednolity Dz. U. z 2012 r., poz. 264). Należy pamiętać, że jonizacyjne czujki dymu nie zostały sklasyfikowane w ustawie o zużytych sprzęcie elektrycznym i elektronicznym z dnia 29 lipca 2005 r. (Dz. U. Nr 180 z 2005 r., poz. 1495).

Wykaz urządzeń produkcji Polon-Alfa, które zawierają źródła promieniotwórcze, można znaleźć na stronie <http://www.polon-alfa.pl/produkty/aparatura-dozymetryczna/przydatne-informacje/przydatne-informacje-techniczne>.

Kontrola szczelności urządzeń zawierających źródła promieniotwórcze jest uregulowana w odpowiednich ustawach i rozporządzeniach i – jak widać – na jej temat można powiedzieć wiele.

Po zakończeniu eksploatacji jonizacyjnych czujek dymu należy je przekazać Zakładowi Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych (ZUOP).

Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych  
05-400 Otwock-Świerk  
tel.: 22 7180092  
faks: 22 7180257  
e-mail: [zuop@zuop.pl](mailto:zuop@zuop.pl)  
<http://www.zuop.pl>

Odrębnym, wartym omówienia zagadnieniem jest transport jonizacyjnych czujek dymu, którego zasady są uregulowane w przepisach dotyczących przewozu materiałów niebezpiecznych klasy 7.

Daniel Jankowski  
Polon-Alfa

## Literatura

1. Ustawa *Prawo atomowe* z dnia 29 listopada 2000 r. z późniejszymi zmianami.
2. A. Piliszczuk, *Metody detekcji promieniowania jonizującego*, Polon-Alfa, Bydgoszcz 2005.