Urządzenia izotopowe i dozymetryczne dla przemysłu i nauki

Igor Krupiński, igor.krupinski@polon-alfa.pl
Laboratorium Wzorcujące Urządzeń Dozymetrycznych
POLON-ALFA Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp.k.
85-861 Bydgoszcz, ul. Glinki 155

Zakres prezentacji

- Przepisy prawne dotyczące stosowania urządzeń izotopowych i dozymetrycznych
- Dokumenty normalizacyjne
- Wymagania eksploatacyjne
- Sposób postępowania po zakończeniu eksploatacji - wycofanie z eksploatacji

Przepisy prawne

- Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. - Prawo atomowe (tekst jednolity Dz. U. z 2012r. poz. 264); zmiany z 2014r.: poz. 587
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz. U. z 2006r. Nr 140 poz. 994).
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 23 grudnia 2002r. w sprawie wymagań dotyczących sprzętu dozymetrycznego (Dz. U. z 2002r. Nr 239 poz. 2032).
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 3 grudnia 2002r. w sprawie odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa jądrowego (Dz. U. z 2002r. Nr 230 poz. 1925).
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 20 lutego 2007r. w sprawie podstawowych wymagań dotyczących terenów kontrolowanych i nadzorowanych (Dz. U. z 2007r. Nr 131 poz.910).

Normy

- PN-ISO 7205:1997 Izotopowe urządzenia kontrolno-pomiarowe - Urządzenia stacjonarne
- PN-EN 60846:2004 Aparatura ochrony przed promieniowaniem. Mierniki i/lub monitory przestrzennego i/lub kierunkowego równoważnika dawki (lub mocy) promieniowania beta, rentgenowskiego i gamma
- PN-EN 60846:2004 Aparatura ochrony przed promieniowaniem. Pomiar indywidualnego równoważnika dawki Hp(10) i Hp(0,07) promieniowania rentgenowskiego, gamma, neutronowego i beta. Bezpośredni odczyt mierników indywidualnego równoważnika dawki
- PN-EN 60325:2007 Oprzyrządowanie do ochrony radiologicznej. Mierniki i monitory skażeń promieniotwórczych alfa, beta i alfa/beta (energia beta >60 keV)
- IEC Publication 325 - Alpha, beta, and alpha-beta contamination meters and monitors
- PN-ISO 9978:1999 Ochrona radiologiczna - Promieniotwórcze źródła zamknięte - Metody Badania szczelności

Literatura

- Dziunikowski B. Zastosowania izotopów promieniotwórczych. Kraków 1995
- Adam Piwnicki Pomiarowe metody izotopowe 2003/2004
- www.polon-alfa.pl
- www.polon-otj.com.pl
- www.intro.pl
- www.BertholdTech.com
- www.wilpo.pl
- www.td-electronics.pl
- www.dnz,paa.gov.pl

Urządzenia izotopowe

- Izotopowe kontrolno-pomiarowe urządzenia stacjonarne

Urządzenia izotopowe - definicje

- URZĄDZENIA IZOTOPOWE - izotopowe urządzenia kontrolno-pomiarowe; urządzenia kontrolno-pomiarowe:
  - Urządzenie do pomiaru, sygnalizacji lub sterowania, działające na zasadzie wykorzystania promieniowania emitowanego przez jedno lub kilka zamkniętych źródeł promieniotwórczych.
  - Składają się z pojemnika roboczego i sondy radiometrycznej (lub pomiarowej głowicy izotopowej zawierającej pojemnik roboczy i sondę radiometryczną)
  - [wg PN-ISO 7205:1997 p.3.1]

Urządzenia izotopowe - definicje

- POJEMNIK ROBOCZY
  - Część urządzenia zawierająca jedno lub kilka źródeł promieniotwórczych, uchwyt źródła i zespół elementów pozwalających na osłabienie promieniowania
  - [wg PN-ISO 7205:1997 p.3.2]

- SONDA RADIOMETRYCZNA
  - Część urządzenia zawierająca detektor promieniowania
  - [wg PN-ISO 7205:1997 p.3.3]

- POMIAROWA GŁOWICA IZOTOPOWA
  - Pojemnik roboczy i sonda radiometryczna tworzące jedną sztywno połączoną całość lub znajdujące się wewnątrz wspólnej obudowy
  - [wg PN-ISO 7205:1997 p.3.4]

Urządzenia izotopowe - definicje

- UCHWYT ŹRÓDŁA
  - Urządzenie służące do umocowania zamkniętego źródła promieniotwórczego
  - [wg PN-ISO 7205:1997 p.3.5]

- STACJONARNE IZOTOPOWE URZĄDZENIA KONTROLNO-POMIAROWE
  - urządzenie przeznaczone do instalowania na stałe. Sonda radiometryczna i pojemnik roboczy mogą być umocowane lub ruchome. Przemieszczanie jest ograniczone i wcześniej określone przez warunki eksploatacji urządzenia kontrolno-pomiarowego.
  - [wg PN-ISO 7205:1997 p.3.7]

Urządzenia izotopowe - definicje

- 56) **źródło promieniotwórcze** – substancję promieniotwórczą przygotowaną do wykorzystywania jej promieniowania jonizującego;
- 57) **źródło promieniowania jonizującego** – źródło promieniotwórcze, urządzenie zawierające takie źródło, urządzenie wytwarzające promieniowanie jonizujące lub urządzenie emitujące substancje promieniotwórcze;
- 58) **źródło wysokoaktywne** – zamknięte źródło promieniotwórcze zawierające izotop promieniotwórczy, którego aktywność w momencie wytworzenia źródła albo, jeżeli wartość ta nie jest znana, w momencie jego wprowadzenia do obrotu jest równa wartości poziomu progowego aktywności P2 podanej w załączniku nr 2 do ustawy lub wyższa od niej;
  - zamknięte źródło promieniotwórcze przestaje być źródłem wysokoaktywnym, jeżeli jego aktywność spadnie poniżej poziomu progowego aktywności P1 podanej w załączniku nr 2 do ustawy
  - [wg Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. - Prawo atomowe, Art.3]

Pomiary absorpcyjne – fizyczne podstawy pomiaru

- Pomiar metodą absorpcyjną bazuje na fizycznej zależności osłabiania promieniowania podczas przechodzenia przez mierzone medium, które znajduje się między źródłem i detektorem (prawo Lamberta-Beera):

  $$I = I_o e^{(-\mu \rho d)}$$

  gdzie:
  I - natężenie promieniowania na detektorze po przejściu przez mierzone medium,
  Io - natężenie promieniowania na detektorze bez mierzonego medium,
  μ - masowy współczynnik osłabienia [cm^2/g],
  ρ - gęstość materiału [g/cm^3],
  d - grubość materiału [cm].

  przyjmując niezmienność masowego współczynnika osłabiania (μ), metodę tę można wykorzystać do pomiaru:
  - gęstości, przy zachowaniu stałej grubości medium (np. medium całkowicie wypełnia rurę lub układ źródło-detektor zanurzone jest całkowicie w zbiorniku)
  - grubości, gramatury lub poziomu (przy zachowaniu stałej gęstości medium)

Pomiary absorpcyjne

- Przy pomiarze absorpcyjnym bardzo ważne jest zachowanie stałej odległości między źródłem i detektorem, gdyż natężenie promieniowania maleje w funkcji kwadratu odległości.

- Z punktu widzenia dokładności pomiaru, metoda ta jest najdokładniejsza, gdyż osłabianie promieniowania odbywa się w głównej wiązce.

- Strumień promieniowania można odpowiednio skolimować (stożkowo lub wachlarzowo), tak aby obejmował tylko czynną powierzchnię detektora i był w nim i jego obudowie, prawie całkowicie pochłaniany. Jest to bardzo istotne z punktu widzenia ochrony radiologicznej.

Pomiary odbiciowe – fizyczne podstawy pomiaru

- Natężenie promieniowania - docierającego do detektora - rozproszonego przez mierzone medium opisuje poniższy wzór:

$$\mathbf{I_r = I_{nas} (1-e^{-c\rho d})}$$

gdzie:
I_r - natężenie promieniowania na detektorze, rozproszone przez mierzone medium,
I_{nas} - natężenie nasycenia na detektorze odpowiadające "nieskończenie grubej" warstwie mierzonego medium dla danego promieniowania,
c - stała zależna od liczby atomowej (Z) mierzonego medium i energii promieniowania [cm2/g],
ρ - gęstość materiału [g/cm3],
d - grubość materiału [cm].

Pomiary odbiciowe

- Natężenie promieniowania jest:
  - dla mediów jednorodnych - proporcjonalne do ich gęstości lub grubości (np. ścianek rur),
  - dla pomiaru grubości warstwy pokryć, gdy liczby atomowe (Z) materiału pokrycia i podłoża są:
    - Zpodłoża < Zpokrycia - proporcjonalne do grubości pokrycia,
    - Zpodłoża > Zpokrycia - odwrotnie proporcjonalne do grubości pokrycia.
- Warunkiem uzyskania dobrego nachylenia charakterystyki (przyrostu sygnału), przy pomiarze pokryć, jest jak największa różnica liczb atomowych materiałów podłoża i pokrycia.
- Ze względu na niewielką głębokość wnikania promieniowania, pomiarem objęta jest przede wszystkim objętość w bezpośredniej bliskości detektora.
- Metoda wymaga utrzymywania stałej odległości układu źródło-detektor od mierzonego medium.
- (pomiar gęstości pianki, dookolny lub punktowy pomiar grubości ścianek rur, pomiar rękawa folii, pomiar grubości folii na walcu)

Urządzenia izotopowe – klasyfikacja

- **Klasyfikacja w zależności od mobilności elementów:**
  - [wg PN-EN 7205:1997]

- a) urządzenia nieruchome na instalacjach stacjonarnych - urządzenia kontrolno-pomiarowe, których obie części (pojemnik roboczy i sonda radiometryczna) są przymocowane na stałe do instalacji przemysłowej
  - przykłady: niektóre poziomomierze, grubościomierze

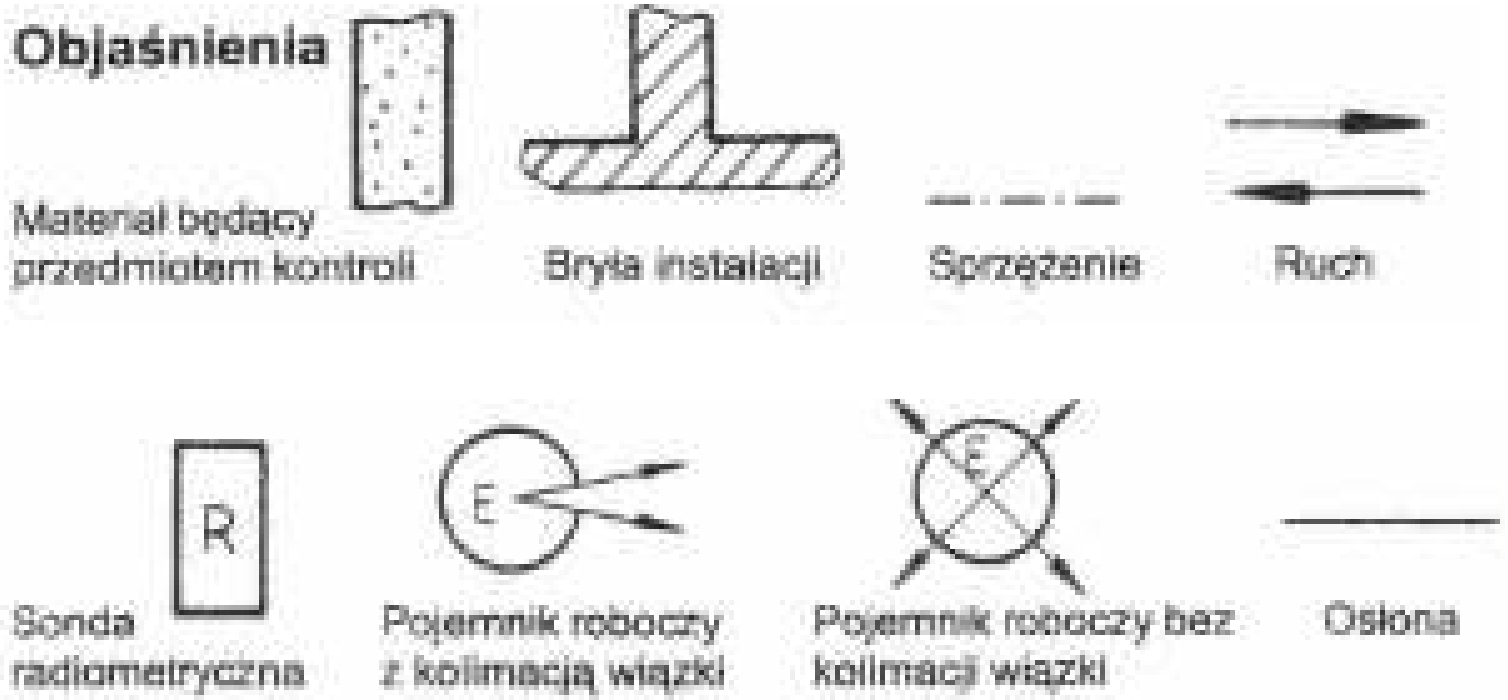
- b) urządzenia ruchome na instalacjach stacjonarnych - urządzenia, w których co najmniej jedna z dwóch części jest ruchoma w stosunku do korpusu danej instalacji przemysłowej
  - przykłady: urządzenia kontrolno-pomiarowe nadążne, urządzenia kontrolno-pomiarowe z wysięgnikiem

Urządzenia izotopowe – klasyfikacja

- Klasyfikacja w zależności od kolimacji wiązki promieniowania:
  - [wg PN-EN 7205:1997]
- Kategoria A: urządzenia o ograniczonej wiązce promieniowania - urządzenia kontrolno-pomiarowe wyposażone w układ do kolimacji promieniowania wysyłanego przez źródło (źródła) promieniotwórcze i formowania jednej lub kilku użytecznych wiązek promieniowania
- Kategoria B: urządzenia o nieograniczonej wiązce promieniowania - urządzenia kontrolno-pomiarowe bez układu kolimacyjnego lub urządzenia, których układ kolimacyjny nie odpowiada wymaganiom podanym dla kategorii A

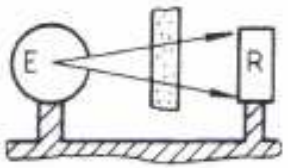
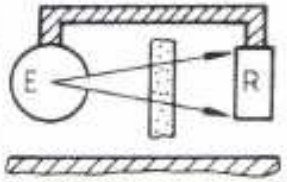
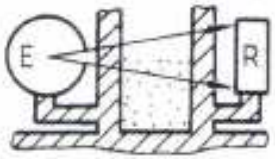
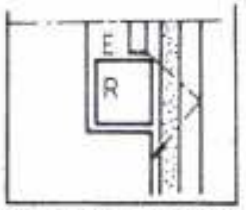
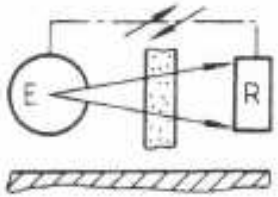
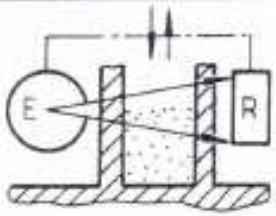
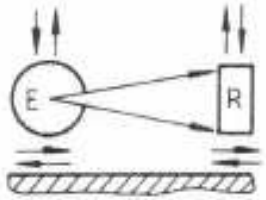
Schematyczna ilustracja kategorii urządzeń izotopowych

objaśnienia stosowane na schematach



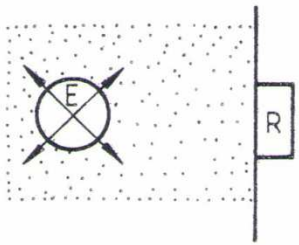
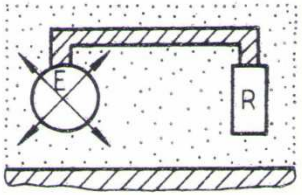
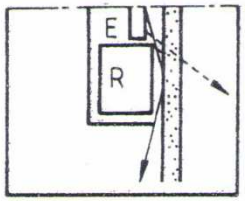
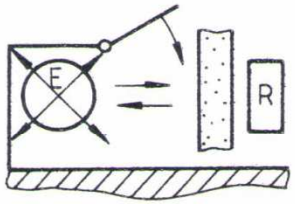
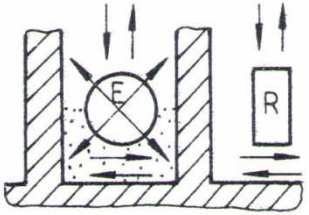
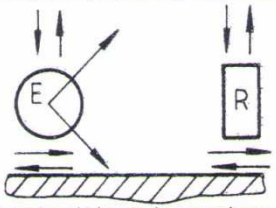
Schematyczna ilustracja kategorii urządzeń izotopowych

kategoria A: o ograniczonej wiązce promieniowania

A	A1	 Grubościomierz mocowany na stałe	 Grubościomierz z wysięgnikiem	 Mocowany na stałe regulator i wskaźnik poziomu gęstościomierz	 Rozproszeniowe urządzenie kontrolno-pomiarowe ze związaną z nim osłoną
	A2	 Grubościomierz trawersujący	 Poziomomierz nadążny, regulator poziomu o zmiennym punkcie działania		
	A3	 Urządzenie kontrolno-pomiarowe zabezpieczenia położenia, urządzenie zabezpieczenia ruchu dźwigów			

Schematyczna ilustracja kategorii urządzeń izotopowych

kategoria B: o nieograniczonej wiązce promieniowania

B	B1	 Wilgotnościomierz neutronowy	 Wilgotnościomierz neutronowy		 Rozproszeniowe urządzenie kontrolno-pomiarowe bez związanej z nim osłony
	B2	 Regulator gęstości upakowania, gęstościomierz			
	B3	 Pływak zawierający źródło, regulator położenia części ruchomej	 Urządzenie kontrolno-pomiarowe zabezpieczenia położenia, urządzenie zabezpieczenia ruchu dźwigów		

Urządzenia izotopowe – przykłady

- Urządzenie do kontroli poziomu i sterowania pneumatycznym układem napełniania zbiornika cementu w zakładzie SOLBET
  - Pojemnik roboczy typu PrJ-100 ze źródłem Co-60

Urządzenia izotopowe – przykłady

- Urządzenie do kontroli poziomu i sterowania pneumatycznym układem napełniania zbiornika cementu w zakładzie SOLBET
  - pomiary dozymetrczne przy sondzie radiometrycznej ISP-01 OTJ POLON Wrocław zamocowanej po przeciwnej stronie zbiornika niż pojemnik roboczy źródła

Urządzenia izotopowe – przykłady

- Sonda radiometryczna:
  - Sygnalizator ISP-01 OTJ POLON Wrocław przeznaczony do sygnalizacji zmian mocy dawki promieniowania jonizującego gama.
  - znajduje zastosowanie przy bezkontaktowej kontroli zapełnienia zbiorników substancjami ciekłymi lub sypkimi.
  - (detektor: licznik GM)

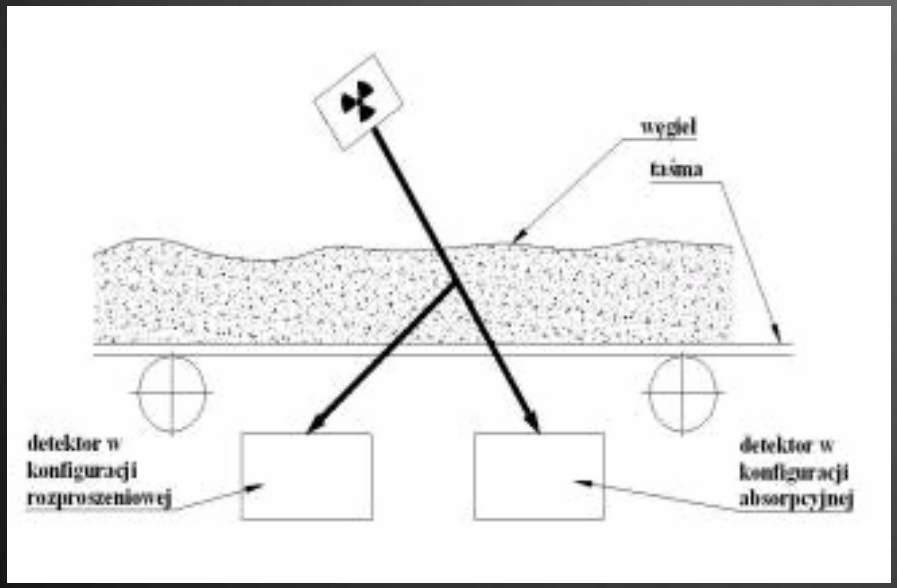
Urządzenia izotopowe – przykłady

- Sonda radiometryczna:
  - Sygnalizator ISP-02G OTJ POLON Wrocław przeznaczony do sygnalizacji zmian mocy dawki promieniowania jonizującego gama.
  - znajduje zastosowanie przy bezkontaktowej kontroli zapełnienia zbiorników substancjami ciekłymi lub sypkimi w strefie zagrożonej wybuchem
  - (detektor: licznik GM)

Urządzenia izotopowe – przykłady

- Sonda radiometryczna:
  - Sygnalizator ISP-03S OTJ POLON Wrocław przeznaczony do sygnalizacji zmian mocy dawki promieniowania jonizującego gama.
  - znajduje zastosowanie przy bezkontaktowej kontroli zapełnienia zbiorników substancjami ciekłymi lub sypkimi
  - (detektor: scyntylator NaJ/Tl)

Urządzenia izotopowe – przykłady

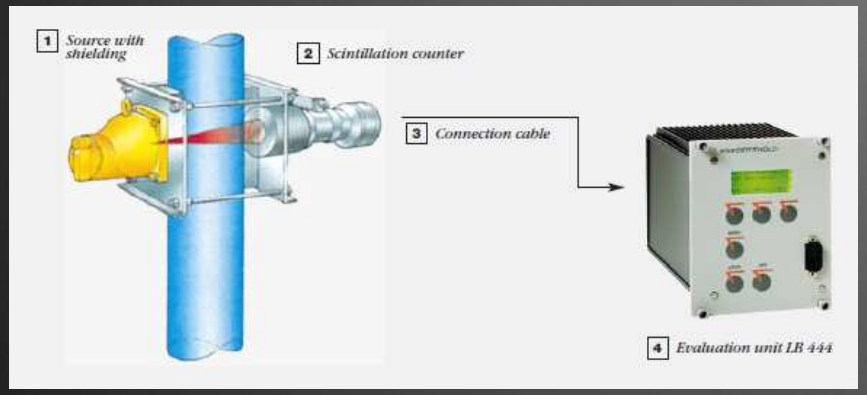


- Popiołomierz WILPO C512
  - Przeznaczony do ciągłych pomiarów zawartości popiołu w węglu kamiennym i brunatnym, dla dowolnych wysokości warstwy i granulacji węgla, wprost na przenośniku taśmowym

Urządzenia izotopowe – przykłady

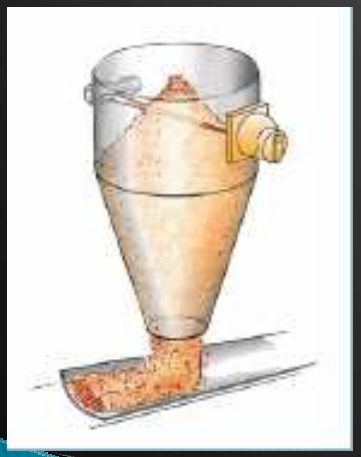
- Popiołomierz C512 WILPO (Mysłowice)
  - Przeznaczony do ciągłych pomiarów zawartości popiołu w węglu kamiennym i brunatnym, dla dowolnych wysokości warstwy i granulacji węgla, wprost na przenośniku taśmowym

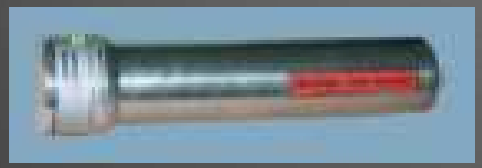
Urządzenia izotopowe – przykłady

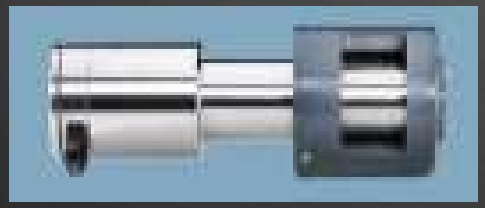


- Izotopowy miernik gęstości LB 444 BERTHOLD
  - Przeznaczony do materiałów ciekłych lub sypkich
  - jednostka sterująca, sonda radiometryczna stanowią odrębne elementy
  - Detektor: scyntylacyjny NaJ/Tl

Urządzenia izotopowe – przykłady

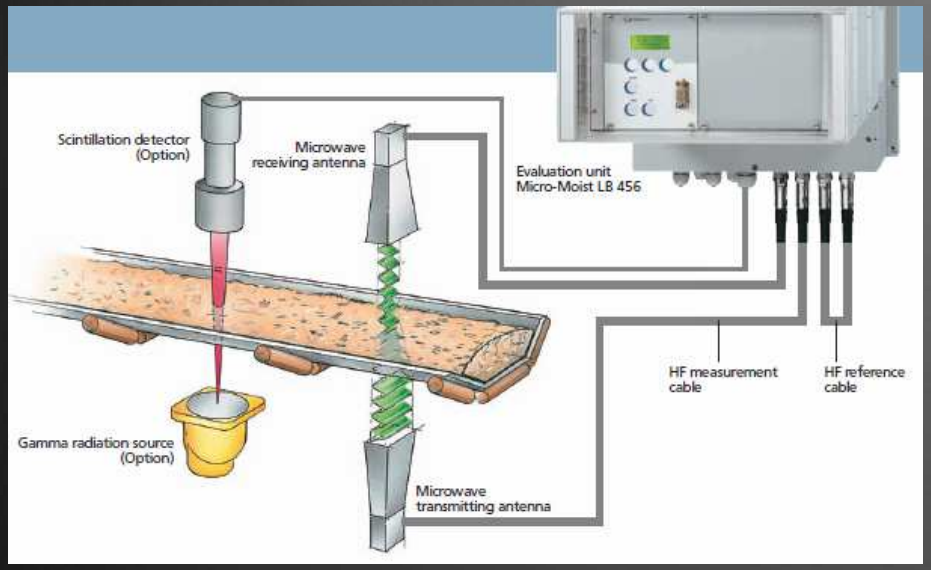


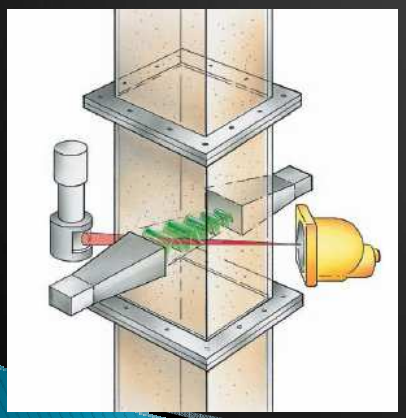




- Izotopowy sygnalizator poziomu LB 471 BERTHOLD
  - Przeznaczony do materiałów ciekłych lub sypkich
  - Detektor: GM lub scyntylacyjny NaJ/Tl

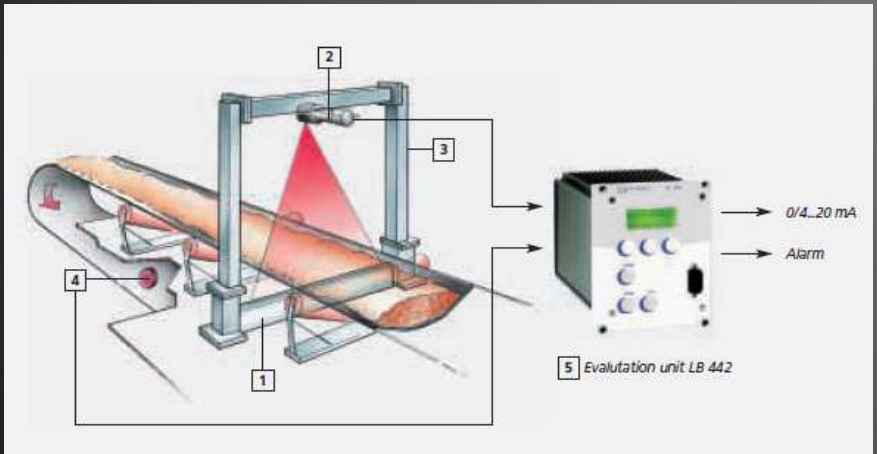
Urządzenia izotopowe – przykłady





- Izotopowy miernik zawartości węgla w popiele LB 456 BERTHOLD
- Specjalistyczny miernik do bezkontaktowego pomiaru zawartości węgla (który nie uległ spaleniu) w popiele.
  - Detektor: scyntylacyjny NaJ/Tl
  - Mikrofalowa antena nadawcza i odbiorcza

Urządzenia izotopowe – przykłady



- Izotopowy miernik przepływu LB 442 BERTHOLD
  - Izotopowy miernik przepływu masy przeznaczony jest do pomiaru ilości przepływającego materiału sypkiego, umożliwia realizację pomiaru na taśmociągu, przenośniku lub w zsypie
  - Detektor: scyntylacyjny NaJ/Tl

Urządzenia izotopowe – eksploatacja - zezwolenia

- Zezwolenia w zakresie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej

Art. 4. 1. Wykonywanie działalności związanej z narażeniem, polegającej na:

/.../

4) produkowaniu, instalowaniu, stosowaniu i obsłudze urządzeń zawierających źródła promieniotwórcze oraz obrocie tymi urządzeniami,

/.../

– wymaga zezwolenia albo zgłoszenia w zakresie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, z zastrzeżeniem art. 6 pkt 1

Urządzenia izotopowe – eksploatacja - zezwolenia

Art. 6.

Rada Ministrów określi, w drodze rozporządzenia:

1) przypadki, w których wykonywanie działalności określonej w art. 4 ust.1 nie podlega obowiązkowi uzyskania zezwolenia albo zgłoszenia, oraz przypadki, w których działalność może być wykonywana na podstawie zgłoszenia, ustalając graniczne wartości aktywności całkowitej i stężenia promieniotwórczego izotopów promieniotwórczych jako kryteria zwolnienia z obowiązku uzyskania zezwolenia albo zgłoszenia;

Urządzenia izotopowe – eksploatacja – kontrola, ewidencja, zabezpieczenie

- Źródła promieniowania jonizującego

Art. 43. 1. Źródła promieniowania jonizującego podlegają kontroli, a źródła promieniotwórcze podlegają także ewidencji.

2. Obowiązek prowadzenia kontroli źródeł promieniowania jonizującego oraz ewidencji stanu i ruchu źródeł promieniotwórczych spoczywa na kierowniku jednostki organizacyjnej wykonującej działalność związaną z tymi źródłami.

3. Kierownik jednostki organizacyjnej wykonującej działalność związaną ze źródłami promieniotwórczymi ma obowiązek zabezpieczyć je przed uszkodzeniem, kradzieżą lub dostaniem się w ręce osób nieuprawnionych.

Urządzenia izotopowe – eksploatacja – zakres kontroli

- **Kontrola źródeł promieniowania jonizującego oraz ewidencja źródeł promieniotwórczych**

§ 19. 1. Kontrola źródeł promieniotwórczych obejmuje sprawdzenie, nie rzadziej niż raz na rok kalendarzowy:

1) zgodności stanu źródeł z dokumentami ewidencji źródeł promieniotwórczych;

2) szczelności zamkniętych źródeł promieniotwórczych;

3) warunków stosowania i przechowywania źródeł promieniotwórczych

Urządzenia izotopowe – eksploatacja – zakres kontroli

3. W jednostkach organizacyjnych prowadzących działalność w zakresie wytwarzania, przetwarzania i instalowania źródeł promieniotwórczych lub urządzeń zawierających takie źródła oraz obrotu nimi kontrolę, o której mowa w ust. 1, wykonuje się na bieżąco.
4. Kontrolę, o której mowa w ust. 1 pkt 2, wykonuje się także po zdarzeniu radiacyjnym oraz innym incydencie mogącym mieć wpływ na szczelność źródła, w szczególności po pożarze, korzystaniu ze źródła przez osobę nieuprawniona, czasowej utracie posiadania źródła i po odzyskaniu go po kradzieży.

Urządzenia izotopowe – eksploatacja – zakres kontroli

§ 20. 1. Kontrola urządzeń zawierających źródła promieniotwórcze lub wytwarzających promieniowanie jonizujące przed wprowadzeniem ich do eksploatacji obejmuje sprawdzenie zgodności parametrów urządzenia z dokumentacja techniczna, w szczególności określenie mocy dawki promieniowania jonizującego w odległości 0,1 m i 1 m od obudowy urządzenia w kierunku innym niż kierunek wiązki promieniowania wyprowadzonego z urządzenia.

2. Wyniki kontroli, o której mowa w ust. 1, odnotowuje się w protokole zdawczo-odbiorczym urządzenia.

3. Kopię protokołu zdawczo-odbiorczego, o którym mowa w ust. 2, kierownik jednostki organizacyjnej prowadzący kontrolę przekazuje organowi wydającemu zezwolenie.

Urządzenia izotopowe – eksploatacja – ewidencja

- § 21. 5. W jednostkach organizacyjnych wykonujących działalność ze źródłami wysokoaktywnymi ewidencja tych źródeł jest prowadzona na karcie ewidencyjnej, której wzór jest określony w załączniku nr 11 do rozporządzenia.
- § 22. 1. Karty ewidencyjne, o których mowa w § 21 ust. 1—3 i 5, kierownik jednostki organizacyjnej przechowuje przez okres 5 lat od chwili zakończenia działalności ze źródłem promieniotwórczym.

Urządzenia izotopowe – eksploatacja – ewidencja

4. Kierownik jednostki organizacyjnej wykonującej działalność, o której mowa w § 21 ust. 5, przesyła Prezesowi Państwowej Agencji Atomistyki kopie kart ewidencyjnych źródeł wysokoaktywnych, z którymi prowadzi działalność:

1) niezwłocznie po wejściu w posiadanie źródła;

2) niezwłocznie po dokonaniu zmiany zapisu w karcie ewidencyjnej źródła;

3) niezwłocznie po przekazaniu źródła innej jednostce organizacyjnej;

4) niezwłocznie na żądanie Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki;

5) co roku w terminie do dnia 31 stycznia

Urządzenia izotopowe – eksploatacja – ewidencja

3. Kierownik jednostki organizacyjnej wykonującej działalność, o której mowa w § 21 ust. 3, na której wykonywanie jest wymagane zezwolenie, sporządza ewidencję posiadanych zamkniętych źródeł promieniotwórczych według stanu na dzień 31 grudnia danego roku, na karcie ewidencyjnej, której wzór jest określony w załączniku nr 12 do rozporządzenia, oraz przesyła kopię tej karty Prezesowi Państwowej Agencji Atomistyki w terminie do dnia 31 stycznia roku następnego.

Urządzenia izotopowe – wycofanie z eksploatacji

- Części urządzeń zawierające źródła promieniotwórcze należy zakwalifikować zgodnie z **rozdziałem 7 - Odpady promieniotwórcze i wypalone paliwo jądrowe Ustawy z dnia 29 listopada 2000 r. - Prawo atomowe** i przekazać do ZUOP
- Części urządzeń stanowiące zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny należy przekazać zgodnie z **Ustawią o zużytym sprzęcie elektrycznym i elektronicznym z dnia 29 lipca 2005 r. (Dz. U. 2005, Nr 180, poz. 1495)** do jednostek zajmujących się odbiorem zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego

Urządzenia dozymetryczne

- Sprzęt dozymetryczny
- Przyrządy dozymetryczne stosowane do kontroli i oceny narażenia

Urządzenia dozymetryczne – definicje/określenia

- W Ustawie z dnia 29 listopada 2000 r. — Prawo atomowe – występują określenia:
  - Aparatura dozymetryczna [art.7(2)]
  - Sprzęt dozymetryczny [art. 26]
  - Przyrządy dozymetryczne stosowane do kontroli i oceny narażenia, niepodlegające obowiązkowi kontroli metrologicznej określonej w przepisach o miarach [art. 27]
- (!) stosowane są różne określenia
- (!) nie podano definicji stosowanych określeń

Urządzenia dozymetryczne - definicje

- SPRZĘT DOZYMETRYCZNY - Sprzęt dozymetryczny stanowią dawkomierze indywidualne oraz dawkomierze środowiskowe, przeznaczone do oszacowania dawek (skutecznych (efektywnych) i równoważnych), pochodzących od zewnętrznego narażenia na promieniowanie jonizujące, z wyłączeniem dawkomierzy wykorzystywanych do pomiarów promieniowania stosowanego w celach medycznych, o których mowa w art. 15 ustawy z dnia 29 listopada 2000 r. — Prawo atomowe.
  - [wg ROZPORZĄDZENIE RADY MINISTRÓW z dnia 23 grudnia 2002 r. w sprawie wymagań dotyczących sprzętu dozymetrycznego]

- Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. — Prawo atomowe.
- Art. 15. (uchylony). ….?

Urządzenia dozymetryczne – definicje/określenia

- Dawkomierze i monitory indywidualnego równoważnika dawki, z odczytem bezpośrednim (Direct reading personal dose equivalent meters)
  - [wg PN-EN 61526]
- Mierniki i/lub monitory przestrzennego lub kierunkowego równoważnika dawki (lub mocy) promieniowania beta, rentgenowskiego i gamma (Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation)
  - [wg PN-EN 60846]
- Mierniki i monitory skażeń promieniotwórczych alfa, beta i alfa/beta
  - [wg PN-EN 60325:2007]

Urządzenia dozymetryczne – klasyfikacja

- Sprzęt dozymetryczny
  - Dawkomierze indywidualne
  - Dawkomierze środowiskowe
- Urządzenia dozymetryczne nie spełniające kryteriów sprzętu dozymetrycznego
  - Monitory/mierniki promieniowania X i gamma
  - Monitory/mierniki skażeń promieniotwórczych
  - Bramki dozymetryczne
  - Sygnalizatory progowe
  - Sondy radiometryczne urządzeń izotopowych

Sprzęt dozymetryczny

Urządzenia dozymetryczne nie spełniające kryteriów sprzętu dozymetrycznego

Sprzęt dozymetryczny – wymagania

- 1. Budowa i wyposażenie sprzętu dozymetrycznego, właściwego dla danego rodzaju promieniowania jonizującego, umożliwiają wyznaczenie:
- 1) indywidualnego równoważnika dawki - za pomocą dawkomierza indywidualnego;
- 2) przestrzennego równoważnika dawki lub kierunkowego równoważnika dawki — za pomocą dawkomierza środowiskowego.

Sprzęt dozymetryczny – wymagania

- 2. Dawkomierz indywidualny umożliwia oszacowanie dawki promieniowania jonizującego otrzymanej przez osobę nosząca dawkomierz.
- 3. Dawkomierz środowiskowy umożliwia oszacowanie dawki promieniowania jonizującego otrzymanej przez osobę inna niż wymieniona w ust. 2.

Sprzęt dozymetryczny – wymagania

- 5. Budowa i wyposażenie sprzętu dozymetrycznego umożliwiają:
- 1) stosowanie go w warunkach środowiskowych, transportu i zasilania, zgodnych z przeznaczeniem;
- 2) Łatwe usuwanie z niego skażeń promieniotwórczych;
- 3) stosowanie go bez narażenia użytkownika na urazy elektryczne i nadmierną temperaturę.

Sprzęt dozymetryczny – wymagania

Zakres stosowania	**Przeznaczenie**	**Zakres pomiaru *Hp(10), H*(10)***	**Zakres pomiaru *Hp(10), H*(10)***
W warunkach normalnych	dla osób zatrudnionych w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące	0,1 mSv ÷ 1 Sv	0,01 mSv/h ÷ 1 Sv/h
W warunkach normalnych	dla osób z ogółu ludności	1 uSv ÷ 100 mSv	0,1 uSv/h ÷ 1 mSv/h
w sytuacji zdarzeń radiacyjnych	dla osób zatrudnionych w warunkach narażenia oraz osób z ogółu ludności	0,1 mSv ÷ 10 Sv	0,1 mSv/h ÷ 5 Sv/h

Sprzęt dozymetryczny – wymagania

- 5. Budowa i wyposażenie sprzętu dozymetrycznego umożliwiają:
- 1) stosowanie go w warunkach środowiskowych, transportu i zasilania, zgodnych z przeznaczeniem;
- 2) Łatwe usuwanie z niego skażeń promieniotwórczych;
- 3) stosowanie go bez narażenia użytkownika na urazy elektryczne i nadmierną temperaturę.

Sprzęt dozymetryczny – wymagania

- 9. Instrukcja obsługi lub dokumentacja producenta dołączone do sprzętu dozymetrycznego określają:

1) rodzaj i energię promieniowania;
2) wielkości pomiarowe;
3) efektywne zakresy pomiarów;
4) charakterystykę energetyczna;
5) błąd pomiaru dla energii odniesienia;
6) punkt odniesienia dla celów wzorcowania;
7) zakresy warunków środowiskowych pracy przyrządu.

Sprzęt dozymetryczny – eksploatacja – wzorcowanie

- 10. Wzorcowanie sprzętu dozymetrycznego przeprowadza się nie rzadziej niż:

1) w przypadku sprzętu dozymetrycznego nieposiadającego kontrolnego źrodła promieniotwórczego — raz na 12 miesięcy;

2) w przypadku sprzętu dozymetrycznego posiadającego kontrolne źródło promieniotwórcze — raz na 24 miesiące.

Sprzęt dozymetryczny – eksploatacja – kontrola wskazań

- Kontrola poprawności wskazań przy użyciu źródła kontrolnego pozwala potwierdzić status wzorcowania przyrządu
- Częstotliwość dokonywania kontroli poprawności wskazań przyrządu jest uzależniona od następujących czynników:
  - znaczenia dokładności wskazań przyrządu dla użytkownika,
  - znaczenia wskazań przyrządu dla bezpieczeństwa użytkownika,
  - warunków pracy przyrządu (tzn. tym częściej, im większe są narażenia na ekstremalne warunki pracy: temperatura, wilgotność, przekraczanie zakresu pomiarowego - przeciążanie detektora),

Urządzenia dozymetryczne – wycofanie z eksploatacji

- Części urządzeń zawierające źródła promieniotwórcze należy zakwalifikować zgodnie z **rozdziałem 7 - Odpady promieniotwórcze i wypalone paliwo jądrowe Ustawy z dnia 29 listopada 2000 r. - Prawo atomowe** i przekazać do ZUOP
- Części urządzeń stanowiące zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny należy przekazać zgodnie z **Ustawią o zużytym sprzęcie elektrycznym i elektronicznym z dnia 29 lipca 2005 r. (Dz. U. 2005, Nr 180, poz. 1495)** do jednostek zajmujących się odbiorem zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego

Urządzenia dozymetryczne - przykłady

- Dawkomierze indywidualne
  - RAD 60S RADOS
  - EPD-G Thermo
  - SOR-T Mirion

Urządzenia dozymetryczne - przykłady

- Dawkomierze środowiskowe
  - Radiometer FH 40G produkcji Thermo
  - Radiometr RK-100-2, sonda do pomiaru skażeń RK-100 produkcji POLON-ALFA

Urządzenia dozymetryczne - przykłady

- Radiometr uniwersalny
  - RUM-2 **uniwersalne urządzenie pomiarowe umożliwiające podłączenie do komputera i zbieranie danych z różnych sond radiometrycznych produkcji POLON-ALFA oraz innych źródeł sygnałów impulsowych.**
  - **Urządzenie umożliwia szeroką analizę badanych próbek dzięki wbudowanym funkcjom analizy spektrometrycznej oraz licznika impulsów**
  - ĆWICZENIA DYDAKTYCZNE: http://www.polon-alfa.pl/produkty/aparatura-dozymetryczna/aparatura-dozymertyczna/radiometr-uniwersalny

Dziękuję za uwagę ☺

Igor Krupiński, igor.krupinski@polon-alfa.pl
Laboratorium Wzorcujące Urządzeń Dozymetrycznych
POLON-ALFA Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp.k.
85-861 Bydgoszcz, ul. Glinki 155