

Odtwarzanie i przekazywanie jednostki mocy kermy w powietrzu dla promieniowania gamma

Adrian Bożydar Knyziak, Michał Derlaciński

Główny Urząd Miar, Zakład Promieniowania i Wielkości Wpływających

Konieczność wykonywania pomiarów promieniowania jonizującego wynika nie tylko z jego użyteczności w medycynie, nauce, przemyśle czy wojskowości, lecz przede wszystkim z jego szkodliwości dla zdrowia i życia człowieka. W celu oceny narażenia na promieniowanie używa się pojęcia dawki promieniowania, np. dawka pochłonięta, dawka równoważna, dawka efektywna (skuteczna). Jednak, aby możliwe było określenie jakiegokolwiek dawki promieniowania musimy mieć zdefiniowaną jednostkę, którą w przypadku dozymetrii jest kerma. Kerma (ang. *Kinetic Energy Released in unit MA*ss) jest sumą początkowych energii kinetycznych dE wszystkich naładowanych cząstek jonizujących uwolnionych przez nienaładowane cząstki w materiale o masie dm :

$$K = \frac{dE}{dm}$$

Jednostką tej wielkości fizycznej w układzie SI jest grej, Gy ($1 \text{ Gy} = 1 \text{ J} \cdot 1 \text{ kg}^{-1}$).

Moc kermy w powietrzu \dot{K} jest to iloraz dK przez dt , gdzie dK jest przyrostem kermy w przedziale czasu dt . Jednostką mocy kermy w powietrzu jest grej na sekundę, $\text{Gy} \cdot \text{s}^{-1}$.

Poprawną wartość mocy kermy w powietrzu \dot{K} podczas wzorcowania uzyskujemy przy użyciu wzorca pierwotnego – grafitowej komory jonizacyjnej, odczytując wartości zebranego ładunku elektrycznego w czasie (prąd jonizacyjny) i wyliczając poprawną wartość mocy kermy w powietrzu \dot{K} przy użyciu następującego wzoru:

$$\dot{K} = \frac{I}{m} \frac{W}{e} \frac{1}{1-\bar{g}} \left(\frac{\mu_{\text{en}}}{\rho} \right)_{\text{a,c}} \bar{s}_{\text{c,a}} \prod k_i$$

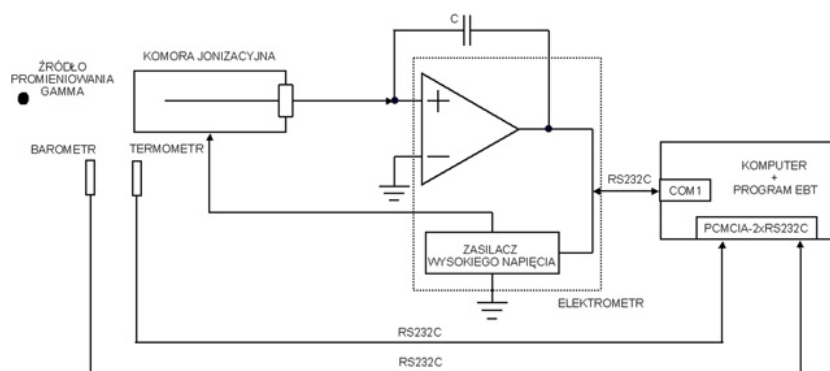
gdzie:

- $\frac{I}{m}$ – mierzony prąd jonizacyjny na jednostkę masy powietrza w komorze wzorcowej,
- $\frac{W}{e}$ – średnia energia zużyta przez elektron o ładunku e na wytworzenie pary jonów,
- \bar{g} – stosunek energii wtórnych cząstek naładowanych, zużytej na wytworzenie promieniowania hamowania, do sumy energii tych cząstek,
- $\left(\frac{\mu_{\text{en}}}{\rho} \right)_{\text{a,c}}$ – stosunek masowych współczynników pochłaniania energii promieniowania w powietrzu i graficie,
- $\bar{s}_{\text{c,a}}$ – stosunek średnich masowych zdolności hamowania grafitu i powietrza,
- $\prod k_i$ – iloczyn współczynników korekcyjnych użytych do określenia kermy w powietrzu komorą wzorcową.

Wzorcem pierwotnym jednostki mocy kermy jest komora jonizacyjna ze ściankami grafitowymi o zmiennej grubości.

W skład stanowiska wzorcowego wchodzi komora jonizacyjna połączona ze źródłem napięcia polaryzacji oraz systemem pomiarowym ładunków i prądów jonizacyjnych. Jako urządzenia pomocnicze służą źródła promieniotwórcze gamma zawierające nuklidy ^{137}Cs i ^{60}Co , umieszczone w pojemnikach transportowo-roboczych z kolimatorami i przesłonami wiązek, ława pomiarowa z wyposażeniem i urządzenie optyczne służące do precyzyjnego ustawienia komory w wiązce promieniowania oraz zestaw telewizji przemysłowej.

W skład systemu pomiarowego ładunków i prądów jonizacyjnych poza komputerem i elektrometrem, do którego podłączona jest komora jonizacyjna, wchodzi urządzenia cyfrowe takie jak termometr i barometr. Służą one do skorygowania wartości prądu jonizacyjnego do warunków odniesienia.



Rys. 1. Układ do pomiarów prądów jonizacyjnych

Przekazywanie jednostki następuje w procesie wzorcowania dawkomierzy. Wzorcowanie dawkomierzy wykonuje się metodą podstawienia komór jonizacyjnych w polu promieniowania gamma, polegającą na kolejnym pomiarze najpierw komorą wzorcową, a następnie komorą wzorcowaną. Środki czynne komór muszą być umieszczone w tym samym, dowolnie wybranym, ustalonym punkcie pomiarowym. W procesie wzorcowania wyznaczamy współczynnik wzorcowania k_γ według wzoru:

$$k_\gamma = \frac{\dot{K}}{M \cdot k_D}$$

gdzie:

\dot{K} – poprawna wartość mocy kermy,

M – wartość zmierzona przez komorę wzorcowaną,

k_D – współczynnik poprawkowy uwzględniający korekcję ze względu na warunki środowiskowe w stosunku do warunków odniesienia.