

Jacek CZECH

Andrzej ZASTAWNY

Instytut Fizyki
Politechnika Śląska, Gliwice

BADANIE PRZYDATNOŚCI PROPANU-BUTANU DO WYPEŁNIANIA LICZNIKÓW PROPORCJONALNYCH

Streszczenie. W pracy zbadano własności technicznego propanu-butanu jako gazu wypełniającego licznik i wykazano, że ma dobre własności jako gaz roboczy licznika.

TESTING PROPANE-BUTANE MIXTURE AS PROPORTIONAL COUNTER FILLING GAS

Summary. A technical purity propane-butane gas was tested as a working gas for proportional counters. Results of tests prove its suitability for filling such counters.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИГОДНОСТИ ПРОПАНА-БУТАНА ДЛЯ ЗАМЕРОВ НА ПРОПОРЦИОНАЛЬНОМ СЧЕТЧИКЕ

Резюме. В работе показано возможность использования технического газа пропана-бутана для замеров на пропорциональном счетчике.

WSTĘP

Licznik proporcjonalny wypełniony propanem-butanem powinien wyróżniać się stabilnością pracy z uwagi na wybitnie gaszące własności jego wieloatomowych organicznych cząsteczek. Jest to też gaz wygodny do magazynowania, łatwo dostępny, tani i wygodny w użyciu z uwagi na rozwiniętą technikę użytkową jego stosowania. Dlatego może być atrakcyjny w układach liczników proporcjonalnych przepływowych. Z tych względów zbadano jego własności jako gazu roboczego w liczniku proporcjonalnym specjalnej konstrukcji do detekcji strumienia elektronów termo- i egzoemisji z napromieniowanych materiałów.

APARATURA I POMIARY

Pomiary wykonano w liczniku cylindrycznym miedzianym o średnicy katody 48 mm i długości 40 cm skonstruowanym w ten sposób, że można było wymieniać nie anodową. Użyto wolframowe nici anodowe o średnicach 0.032, 0.057, 0.1 oraz 0.18 mm.

Licznik wypełniano powszechnie dostępnym propanem-butanem z butli, w jakich jest sprzedawany. Z użyciem typowego reduktora ciśnienia do gazu propan-butan wypełniano licznik do ciśnienia nieznacznie przewyższającego atmosferyczne. Wartość ciśnienia kontrolowano manometrem mechanicznym, a mierzono manometrem różnicowym względem atmosferycznego i osobno mierzono ciśnienie atmosferyczne. Wyniki pomiarów są podawane jako ciśnienie zredukowane do 0°C. Po wypełnieniu licznik odcinano od instalacji gazowej zaworami.

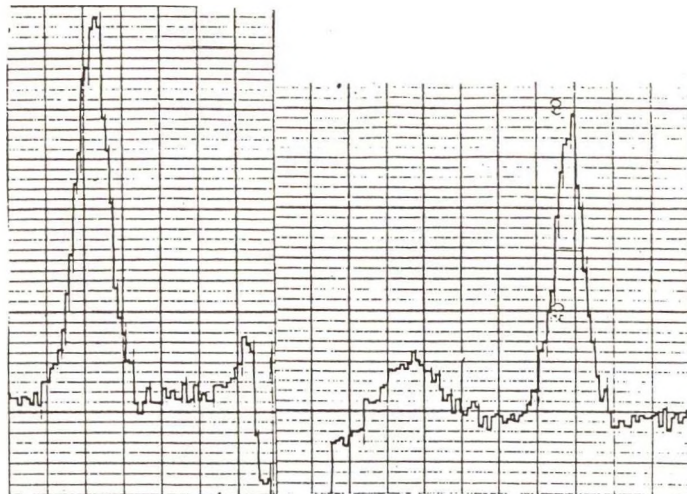
W katodzie wklejono okienko aluminiowe o grubości 0.2 mg/cm² przez które można było naświetlać gaz radioizotopem ⁵⁵Fe. Przez jeden z końców licznika można było wsuwać źródło cząstek α ²²⁶Ra, które jonizowało gaz wiązką skolimowaną, równoległą do nici o 15 mm.

Wysokie ujemne napięcie było podawane na katodę licznika. Impulsy napięciowe rejestrowano 128-kanałowym analizatorem amplitud impulsów. Wzmocnienie impulsów dobierano tak, aby pik przypadał w środku zakresu analizatora.

W przypadku pomiarów impulsowych, przy małych wzmocnieniach gazowych, jako źródło jonizacji używano cząstek α . Przy dużych wzmocnieniach w celu uniknięcia efektu ładunku przestrzennego (ograniczonej proporcjonalności) stosowano promienie X źródła ⁵⁵Fe. Wzmocnienie gazowe wyznaczano z pomierzonej wartości amplitudy impulsów, pomierzonej wartości pojemności wejściowej licznika, przyjętej wartości 26 eV pracy jonizacji (Isajew B., M. i inni, 1967) w propanie-butanie i znanej wartości energii promieni jonizujących. Dokładność pomiarów wzmocnienia gazowego szacuje się na 10%.

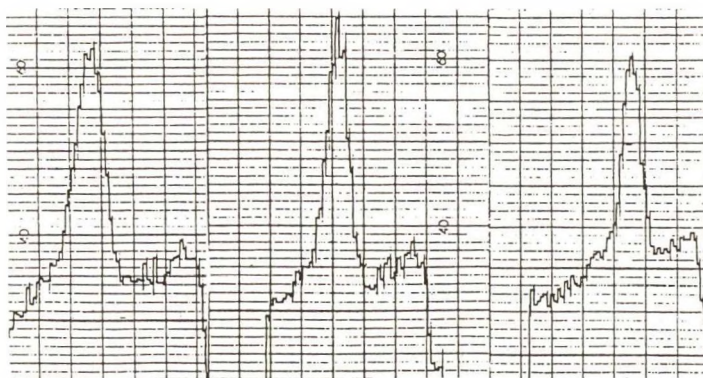
WYNIKI

Pomiary wzmacnienia gazowego wykonano w przedziale od 1 do $9.1 \cdot 10^3$ dla średnicy nici anodowej 0.032 mm, do $7.6 \cdot 10^3$ dla średnicy 0.057 mm, do 31 dla 0.1 mm i do 1.7 dla średnicy 0.18 mm. Przykłady zarejestrowanych widm pokazane na rys.1 i rys.2.



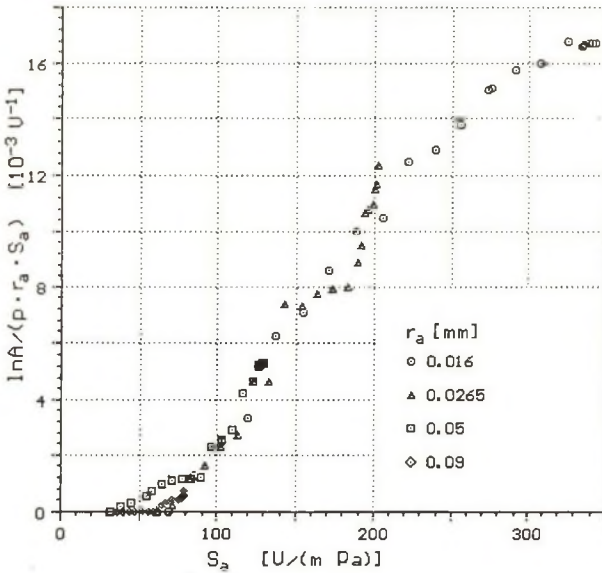
Rys. 1. Przykłady rejestrowanych widm amplitud impulsów przy nici anodowej $r_a = 0.016$ mm dla napięć 3960 V i 3920 V

Fig. 1. Examples of spectra of amplitudes of pulses recorded with a high voltage of 3960 V and 3920 V applied to an anode wire of 0.016 mm radius.



Rys. 2. Przykłady rejestrowanych widm amplitud impulsów przy nici anodowej $r_a = 0.0285$ mm dla napięć 3920 V, 3900 V i 3850 V

Fig. 2. Examples of spectra of amplitudes of pulses recorded with a high voltage of 3920 V, 3900 V and 3850 V applied to an anode wire of 0.0285 mm radius



Rys. 3. Wykres zależności $\ln A / (p \cdot r_a \cdot S_a)$ w funkcji zredukowanego natężenia pola elektrycznego przy nici anodowej

Fig. 3. Values of $\ln(A / (p \cdot r_a \cdot S_a))$ plotted versus the reduced electric field intensity calculated at an anode wire surface

Na rys.3 pokazano sumaryczne wyniki na uniwersalnym wykresie zależności

$$\ln A / (p \cdot r_a \cdot S_a) \quad (1)$$

w funkcji S_a , gdzie: A - wzmacnienie gazowe, p - ciśnienie gazu, r_a - promień nici anodowej. $S_a = E_a / p$ - zredukowane natężenie pola elektrycznego tutaj E_a = natężenie pola elektrycznego przy nici anodowej.

Układanie się punktów doświadczalnych wzdłuż jednej krzywej dowodzi, że nie ma efektu fotoelektrycznego na ściankach katody (Zastawny. A., 1966, Zastawny A., 1966a).

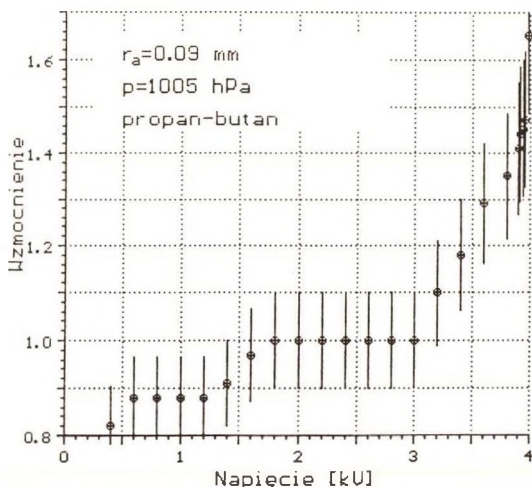
Ponieważ

$$\frac{\ln A}{p \cdot r_a \cdot S_a} = \int \frac{S_a}{S_0} \cdot \frac{\alpha}{p} \cdot \frac{1}{S^2} dS \quad (2)$$

po zróżniczkowaniu uśrednionego wykresu i odpowiednim przeliczeniu można wyznaczyć wartości pierwszego współczynnika jonizacji Townsenda α/p .

Tak wyznaczone wartości są zgodne z danymi literaturowymi (Heylen A.E.D., 1975). Z połówkowej szerokości rejestrowanych pików wynika energetyczna zdolność rozdzielcza licznika około 20%.

Z pomiarów wzmocnienia gazowego dla nici o średnicy 0.18 mm, przedstawionych na rys. 4 wyznaczono minimalną wartość zredukowanego natężenia pola elektrycznego zapewniającego wysycenie w zbieraniu jonów i elektronów.



Rys. 4. Wyniki pomiarów wzmocnienia gazowego w funkcji napięcia licznika dla $r_a = 0.09$ mm

Fig. 4. Results of measurements of gas amplification versus high voltage applied to a counter (anode wire radius $r_a = 0.09$ mm)

Przyjęto, że wysycenie następuje przy 2 kV, co odpowiada wartości natężenia pola elektrycznego 0.24 V/(m·Pa) w miejscu torów cząstek α . Oszacowana wartość jest typowa dla tego typu gazu (Watt D. E., 1967).

Przedstawione wyniki dowodzą, że techniczny propan-butan zachowuje się poprawnie jako gaz roboczy licznika proporcjonalnego.

LITERATURA

- Isajew B. M., Gordiejew I. W., Gierasimow J. I., Antipenkowa G. N.,
Izmeritielnaja Tiechnika, 1967, No 4, 3.
- Zastawny A., 1966 J. Sci. Instrum. 1966, Vol.43, p. 179-181.
- Zastawny A., Mizeraczyk J., 1966, Nukleonika nr 11, Vol.9, p.685-690.
- Heylen A. E. D., 1975, INT. J. Electronics No. 39, Vol.6, p.653-660.
- Watt D. E., 1967, Nuclear Instruments and Methods No. 50, Vol.353.

Wpłynęło do Redakcji: 15 października 1992

Recenzent: Prof. dr hab. Stanisław Hałas

Abstract

In this work, a technical purity propane-butane gas was tested as a working gas for proportional counters. The cylindrical counter was filled with the propane-butane at the pressure of one atmosphere. The measurements of gas amplification and resolution as a function of high voltage were performed for several anode diameters. It has been proven that the photoeffect on cathode walls does not exist. The estimated values of the Townsend first ionization coefficient and electric field intensity at saturation of charge collection, are in agreement with the bibliographic data. This means that a propane-butane is suitable for filling proportional counters.