

KONRAD KOSIŃSKI

BADANIA PORÓWNAWCZE NAD GRUBYM AEROSOLEM PRZY ZASTOSOWANIU METODY NACZYŃ OSADOWYCH I PŁYTEK WAZELINOWANYCH (I).

Zakład Higieny Komunalnej PZH

1. WSTĘP

Zakład Higieny Komunalnej PZH od r. 1955 prowadzi badania nad grubym aerosolem metodą naczyń osadowych. Pod pojęciem „gruby aerosol” rozumie się tu cząstki znajdujące się w powietrzu o średnicy od 1 μ do 100 μ i większe. Nie tworzą one właściwie układu koloidalnego. Cząstki te opadają pod wpływem własnego ciężaru czyli podlegają sedymentacji aktywnej. Metoda naczyń osadowych i płytek wazelinowanych opiera się na zasadzie tego rodzaju sedymentacji. Badania (4) wykazały, że aerosol chwytny w warunkach miejskich na płytkach wazelinowanych obejmuje cząstki o średnicy od ok. 1 μ do 300 μ i nieraz większe. Podobnie jest przy użyciu naczyń osadowych. Przeważająca część aerosolu (pod względem ilości cząstek), chwytna w opisanych warunkach obejmuje frakcję o wymiarach ok. 10 μ . Obydwie metody posiadają dodatnie i ujemne strony sedymentacji aktywnej (1).

Zalety są duże: za pomocą bardzo skromnych środków można rozbudować dużą sieć obserwacyjną, a wykorzystanie wyników jest stosunkowo proste.

Wady metod są następujące:

1. Nie obejmują one praktycznie drobnego (poniżej 1 μ) pyłu, który tworzy układ koloidalny i którego ilość jest ważna z punktu widzenia higieny powietrza. Jednakże wagowo stanowi on znikomy ułamek całkowitego zapylenia.

2. W zależności od warunków meteorologicznych i położenia miejsca pomiaru, nawet przy równej zawartości pyłu w powietrzu, otrzymuje się różniące się między sobą wyniki.

3. Dają one tylko przeciętne wartości z dłuższych okresów. Nie można określać krótkoterminowych zmian np. dziennego przebiegu. Nie udaje się rejestrować wartości ekstremalnych zapylenia. Poza tym w zasadzie nie można równocześnie uwzględnić wpływu niektórych zmiennych czynników meteorologicznych jak np. kierunku wiatru.

4. Istnieje możliwość, że raz chwytna cząstka może być oderwana i uniesiona.

Jednakże należy stwierdzić, że dodatnie strony przewyższają wady. Dotyczy to zwłaszcza metody naczyń osadowych. Dzięki temu prawie we wszystkich krajach stosuje się tę metodę jako podstawową. Daje ona bowiem wyniki zapylenia wprawdzie nie bezwzględne ale porównywalne.

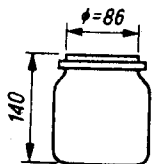
Celem niniejszej pracy jest wykazanie dokładności metody naczyń osadowych oraz porównanie jej ze sposobem płytek wazelinowanych. Badania wykonywano na tarasie Państwowego Zakładu Higieny w ciągu roku 1958.

2. METODA NACZYŃ OSADOWYCH

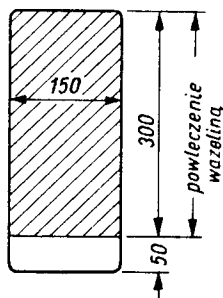
Naczyniami osadowymi mogą być między innymi odkryte słoje szklane typu Wecka (ryc. 1) o wymiarach np. średnica (\varnothing wew.) = 86 mm, wysokość (h) = 140 mm, do których nalewa się 250 ml wody destylowanej (w okresie niezimowym). W czasie mrozów nie stosowano wody ze względu na pękanie naczyń.

Na początku ekspozycji poziom wody wynosi ok. 30 mm, z czasem jednak ulega obniżeniu w mniejszym lub większym stopniu w zależności od warunków atmosferycznych. Doświadczenie wykazało, że w naszych warunkach ta ilość wody jest z reguły niewystarczająca na okres ekspozycji jednego miesiąca, dlatego należałoby nalewać więcej wody (400 ml).

Stosowane materiały: słoje typu Wecka (ryc. 1). Powierzchnia czynna naczynia: $F_1 = \left(\frac{8,6}{2}\right)^2 \cdot \pi \cong 58 \text{ cm}^2$.



Ryc. 1. Słój typu Wecka



Ryc. 2. Płytką wazelinowana

Po skończonej ekspozycji zebrany z naczynia pył oznacza się zwykle wagowo. Wyniki podaje się jako masę pyłu na jednostkę powierzchni i czasu.

3. METODA PŁYTEK WAZELINOWANYCH

Płytki wazelinowane sporządzano przez pokrycie cienką warstwą wazeliny wycinków szkła okiennego (ryc. 2). Grubość warstwy wazeliny wynosi ok. 4μ . Osiąga się to przez pokrycie szkła za pomocą roztworu wazeliny w eterze naftowym. Cienka warstwa wazeliny pozwala uchwycony pył badać mikroskopowo (zwykle przy krótszych okresach ekspozycji: od jednej doby do kilku). Również można otrzymać wyniki w jednostkach: masa pyłu na badaną powierzchnię i czas (wykorzystanie wagowe — podobnie jak przy metodzie naczyń osadowych). Ten drugi sposób stosowano w niniejszej pracy.

3.1. Stosowane materiały:

3.1.1. Płytki szklane prostokątne o wymiarach 350 mm \times 150 mm.

Powierzchnia czynna $F_2 = 30 \times 15 = 450 \text{ cm}^2$ (płytką jest wazelinowana na długości 300 mm; 150 mm jest wolne od wazeliny, aby ułatwić manipulację).

3.1.2. Roztwór wazeliny w eterze naftowym (6 g w 100 ml).

3.1.3. Eter naftowy (t. wrz. 55—85°C).

3.1.4. Benzen.

4. PORÓWNANIE METOD

W przypadku naczyń osadowych aerosol sedymentujący po wpadnięciu do wody zostaje w niej zatrzymany i ulega częściowemu rozpuszczeniu. Przy stosowaniu płytek pył nie ulega praktycznie żadnym przemianom, jest tylko przyklejony do wazeliny. To jest przewaga metody płytkowej. Główną wadą jej, jednak na skutek której nie znalazła tak szerokiego zastosowania jak metoda naczyń osadowych jest fakt, że przy dużych opadach śniegu, deszczu lub gradu część warstwy wazeliny i przylgnięte do niej płytki ulegają wymywaniu. Poza tym zmiany temperatury i wilgotności powietrza mają wpływ na zdolność zatrzymywania pyłów przez wazelinę.

5. WYKONANIE BADAŃ

a. Badania z użyciem naczyń osadowych.

Naczynia (ryc. 1) po napełnieniu wodą destylowaną (250 ml) umieszcza się w miejscu badanym. Po ekspozycji usuwa się grube przypadkowe zanieczyszczenia: owady, liście, gałązki itp., a wodę można poddać filtrowaniu. Substancje nierozpuszczalne w wodzie zatrzymane na filtrze po wysuszeniu w 105°C stanowią część zapylenia (Z_1).

Pozostałą ilość otrzymuje się po odparowaniu i wysuszeniu w temp. 105° wody przesączonej (Z_2 — substancje rozpuszczalne w wodzie). Całkowite zapylenie: $Z = Z_1 + Z_2$. Ślepą próbę ($Z \text{ śl.}$) oznaczano przez odparowanie w identycznych warunkach 350 ml (250 ml + 100 ml na spłukanie) wody destylowanej oraz wysuszenie w 105°C. Ostatecznie zapylenie wynosi $z = Z - Z \text{ śl.}$ Średnia wartość ślepej próby była 0,0006 g.

b. Badania z użyciem płytek wazelinowanych.

Prostokątne płytki szkła okiennego smaruje się jednokrotnie za pomocą pędzelka roztworem wazeliny (3.1.2.). Rozpuszczalnik wyparowuje po kilku sekundach i powstaje powłoka grubości ok. 4 μ . Po ukończeniu ekspozycji część powierzchni nawazelinowanej uszkodzonej przy operowaniu lub przez owady, ptaki itp. oczyszczano za pomocą żyłki. Oczyszczoną w ten sposób powierzchnię odejmowano od powierzchni całkowitej. Zebrany pył oddzielano od wazeliny przez zastosowanie rozpuszczalnika, zawierającego 15% obj. eteru naftowego i 25% benzenu. Roztwór ten działa rozpuszczająco na badany pył w granicy do ok. 20%. Mieszankę odfiltrowuje się pod próżnią z użyciem sączka Schoota G3. Wagi się po wysuszeniu w 105°C. Otrzymany wynik podaje się jako Z . W celu oznaczenia ślepej próby zbierano wazelinę z płytek nie podawanych ekspozycji, następnie rozpuszczano ją w 5 ml mieszanki benzen + eter naftowy 1:3) i dalej postępowano jak z próbą właściwą. Średnia wartość ślepej próby wynosiła 0,0010 g. Podobnie jak przy metodzie naczyń obliczano $z = Z - Z \text{ śl.}$

6. WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

a. Powtarzalność metod.

Dla określenia powtarzalności wyników obu metod stosowano jednoczesną ekspozycję kilku (pięciu lub sześciu) płytek względnie naczyń osadowych w tym samym miejscu jedno obok drugiego. Załączona tabela 1 przedstawia rezultaty, uzyskane metodą naczyń osadowych. Zapylenie przeliczano na m^2 i dobę wg wzoru:

$$Z \text{ m}^2 \text{ d} = \frac{Z \cdot 10^4}{t \cdot F} \quad \dots\dots\dots (1)$$

gdzie $Z \text{ m}^2 \text{ d}$ — zapylenie w gramach na m^2 i dobę ekspozycji
 Z — zapylenie uzyskane w badanej próbie (masa pyłu zebranego z płytki ewentualnie naczynia osadowego w gramach)
 t — czas ekspozycji w dobach
 F — powierzchnia czynna (chwytna) naczynia osadowego lub płytki w cm^2 .

Tabela I

Wyniki pomiarów powtarzalności zapylenia metodą naczyń osadowych

Okres badania	Czas ekspozycji (t) doby	Zapylenie (Z) g/m^2 dobę	Zapylenie średnie (Z) g/m^2 dobę	Odchylenie (R)	Odchylenie procentowe (R%)	Odchylenie standart. (S%)
8.9 — 15.9 1958 r.	7,00	0,3669	0,3830	- 0,0161	4,2	3,1
		0,3590		- 0,0240	6,3	
		0,4315		+ 0,0485	12,7	
		0,3959		+ 0,0129	3,4	
		0,3615		- 0,0215	5,6	
30.9 — 3.10 1958 r.	3,07	0,3390	0,3807	- 0,0417	11,0	3,7
		0,4250		+ 0,0443	11,7	
		0,4030		- 0,0423	11,1	
		0,3710		- 0,0097	2,5	
		0,3655		- 0,0152	4,0	

Dla obliczenia odchylenia standartowego stosowano wzór:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

gdzie S — odchylenie standartowe
 n — ilość pomiarów równoległych (w danym przypadku 5 do 6)
 \bar{X}_i — jeden z pomiarów (w tym przypadku Z_i)
 \bar{X} — średnia arytmetyczna z pomiarów równoległych (w tym przypadku \bar{Z}).

W rubryce trzeciej znajdują się wyniki pięciu równoległych prób. W obydwu okresach badawczych było pogodnie, nie występowały deszcze ani mgły.

Jak widać z tabeli I odchylenie procentowe wyników jest dosyć znaczne ($R = 2,5 - 12,7\%$), nie jest więc to metoda specjalnie dokładna. Odchylenie standartowe jest jednak stosunkowo małe ($3,1 - 3,7\%$).

W tabeli II przedstawiono wyniki zapylenia, otrzymane metodą płytek w czterech różnych okresach badawczych.

W czasie zimy otrzymano znacznie wyższe zapylenie ze względu na wzmózoną działalność kominów. W badanych okresach również nie było opadów.

Tabela II

Wyniki pomiarów powtarzalności zapylenia metodą płytkową

Okres badania	Czas ekspozycji (t) doby	Zapylenie (Z) g/m ² dobę	Zapylenie średnie (Z) g/m ² dobę	Odchylenie (R)	Odchylenie procentow (R%)	Odchylenie standart. (S%)
1	2	3	4	5	6	7
14.1—20.1 1958 r.	5,97	0,7408	0,7579	-0,0171	2,3	2,6
		0,7174		-0,0405	5,3	
		0,7619		+0,0040	0,5	
		0,7636		+0,0057	0,8	
		0,7904		+0,0325	4,3	
23.1—30.1 1958 r.	7,17	0,7730	0,7330	+0,0151	2,0	1,3
		0,7424		+0,0094	1,3	
		0,7604		+0,0274	3,7	
		0,7117		-0,0213	2,9	
		0,7325		-0,0005	0,1	
8.9—15.9 1958 r.	7,00	0,7095	0,3859	-0,0235	3,2	1,7
		0,7415		+0,0085	1,2	
		0,3722		-0,0137	3,6	
		0,3719		-0,0140	3,6	
		0,3920		+0,0061	1,6	
30.9—3.10 1958 r.	3,07	0,3811	0,3987	-0,0048	1,2	2,9
		0,4123		+0,0264	6,8	
		0,3896		-0,0091	2,3	
		0,3795		-0,0192	4,8	
		0,4020		+0,0033	0,8	
		0,4208		+0,0221	5,5	
		0,4411		+0,0424	10,6	
		0,3591		+0,0396	9,9	

Rubryka 3 (jak w tabl. 1) przedstawia rezultaty prób równoległych. Odchylenie procentowe wyników ($R\%$) podobnie jak przy metodzie naczyń osadowych jest również dosyć znaczne ($R = 0,5 - 10,6\%$). Metoda ta nie jest zatem również dokładna. Odchylenia standartowe jednak i tutaj są stosunkowo znacznie mniejsze ($1,3 - 2,9\%$).

W celu porównania obydwu metod poddawano ekspozycji w tym samym miejscu i w ciągu tego samego czasu jednocześnie płytki i naczynia

nia osadowe w okresach bez opadowych. Uzyskane wyniki badań przedstawia tabela 3.

Tabela III

Porównanie wyników zapylenia uzyskanych metodą naczyń osadowych i metodą płytek

Okres badania	Czas ekspozycji (t) doby	Zapylenie (Z) g/m ² dobę				Odchyl. stand. (S) %	
		płytki		naczynia osad.		płytki	naczynia osad.
8.9 — 15.9 1958 r.	7,00	0,3722	śr. 0,3859	0,3669	śr. 0,3830	1,7	3,1
		0,3719		0,3590			
		0,3920		0,4315			
		0,3811		0,3959			
		0,4123		0,3615			
30.9 — 3.10 1958 r.	3,07	0,3896	0,3987	0,3390	0,3807	2,9	3,7
		0,3795		0,4250			
		0,4020		0,4030			
		0,4208		0,3710			
		0,4411		0,3655			
		0,3591					

Jak widać z tabeli III metoda płytek daje nieco wyższe wyniki i mniejsze odchylenia niż metoda naczyń osadowych. Metoda płytek jest więc nieco dokładniejsza.

W celu stwierdzenia wpływu czynników meteorologicznych przeprowadzono badania porównawcze przy pogodzie zmiennej. Szybkość wiatru dochodziła do 10 m/sek., kierunek ulegał zmianie (z W na E), porywistość wiatru była znaczna. Temperatura wynosiła 8⁰ ± 2⁰C, a wilgotność względna powietrza od 60—100%. Przez kilka dni padał deszcz z przerwami. Uzyskano następujące wyniki (tabl. IV):

Jak widać przy metodzie naczyń osadowych zmienne warunki me-

Tabela IV

Porównanie powtarzalności wyników zapylenia uzyskanych metodą naczyń osadowych i metodą płytek w czasie zmiennych warunków meteorologicznych

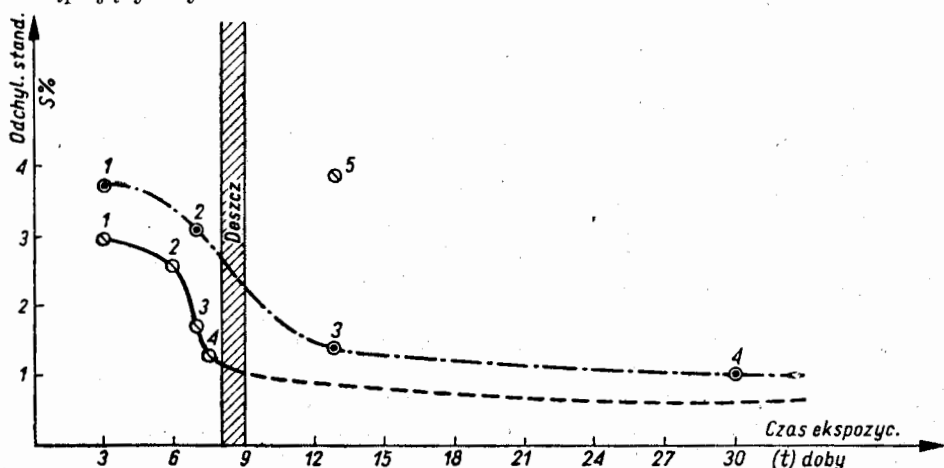
Okres badania	Czas ekspozycji (t) doby	Zapylenie (Z) g/m ² · dobę				Odchylenie (R) %		Odchylenie stand. (S) %	
		naczynia osadowe		płytki		naczynia osadowe	płytki	naczynia	płytki
25.10—7.11 1958 r.	12,87	0,4019	średnio 0,3997	0,1909	średnio 0,2066	0,5	7,6	1,40	3,86
		0,3818		0,2550		4,5	23,4		
		0,4206		0,2227		5,2	7,8		
		0,3952		0,1512		1,1	26,8		
		0,3992		0,2130		0,1	3,1		

teorologiczne nie odgrywają tak wielkiej roli, jak przy metodzie płytek. Odchylenia pomiędzy poszczególnymi równoległymi próbami przy metodzie płytek znacznie się zwiększają ($R = 3,1 - 26,8\%$) i wszystkie wyniki są dużo mniejsze, co jest związane z wymywaniem cząstek pyłów przez opady.

Metodę płytek można zatem stosować tylko w dniach bezopadowych.

b. Czas ekspozycji a powtarzalność wyników. Podczas badania dokładności obydwu metod stosowano różne czasy ekspozycji (od 3,07—12,87 dób). Ponieważ Pracownia Higieny i Sanitarnej Ochrony Powietrza Atmosferycznego stosuje dla oceny stopnia zapylenia miasta czas 1 miesiąca dla metody naczyń osadowych, przeto sprawdzono dokładność tej metody dla tego okresu. Wyniki przedstawia tabela V. Odchylenie standartowe dla metody naczyń eksponowanych w ciągu 30 dni wynosiło 1,0%, a więc wyraźnie mniejsze niż przy okresach krótszych.

Zależność odchylenia standartowego od czasu ekspozycji przedstawia następujący wykres.



Ryc. 3. Zależność odchylenia stand. od czasu ekspozycji: $s = f(t)$, —·—·— met. naczyń, — met. płytek, ——— przypuszczalny przebieg krzywej

Ze wzrostem czasu ekspozycji powtarzalność wyników otrzymywanych za pomocą metody osadowej rośnie (2).

Po 12 dóbach ekspozycji odchylenie standartowe praktycznie nieznacznie spada ze wzrostem czasu.

Przy stosowaniu metody płytek powtarzalność rosła wraz ze wzrostem czasu ekspozycji (do ok. 7 dób) dla okresów bezopadowych. Z chwilą pojawienia się opadów (punkt 5 na wykresie) w powtarzalności wystąpiło nagłe odchylenie.

W tabeli V przedstawiono również wyniki uzyskane dla naczyń osadowych bez napełniania wodą.

Sprawdzenie dokładności takiej modyfikacji jest istotne ze względu na to, że w okresach zimowych nie można stosować wody z powodu jej zamarzania i pękania naczyń. Otrzymane wyniki są zbieżne dla obydwu sposobów, gdyż odchylenie między średnimi wynosi:

$$O_s = \frac{0,7153 - 0,7095}{0,7095} \cdot 100\% = 0,8\%$$

Tabela V

Porównanie wyników zapylenia uzyskanych metodą naczyń osadowych z zastosowaniem i bez stosowania wody

Okres badania	Czas ekspozycji (t) doby	Zapylenie (z) g m ⁻³ · doba ⁻¹				Odchyl. stand. (S) %	
		naczynia napełnione wodą		naczynia nie napełnione		naczynia napełn.	naczynia nie napełn.
8.11 — 8.12.58	30,00	0,7022		0,7087		1,0	3,2
		0,7053	średnia	0,7105	średnia		
		0,7211	0,7095	0,7030	0,7153		
				0,7120			
				0,7434			

Metoda naczyń nie napełnionych daje wyniki trochę bardziej rozrzucone ($S = 3,2\%$) niż naczyń z wodą ($S = 1,0\%$).

WNIOSKI

1. Badania powtarzalności metody naczyń osadowych wykazały, że daje ona wyniki na ogół dość zbieżne ($S = 10 — 3,7\%$) bez względu na stan atmosfery, choć odchylenia pomiędzy poszczególnymi równoległymi próbami mogą być nieraz dość znaczne (do $12,7\%$).

2. Metoda płytek wazelinowanych zdała egzamin podczas pogody bezopadowej. Jest ona wtedy bardziej powtarzalna niż metoda naczyń osadowych ($S = 2,9 — 1,4\%$) i daje wyniki nieco wyższe (średnio o ok. $2,6\%$). Dla badania grubego aerosolu podczas opadów deszczu, śniegu czy gradu metoda ta nie nadaje się. Z chwilą pojawienia się opadów (wykres) badania należy przerwać, a wyniki odrzucić. Metoda więc nadaje się szczególnie do krótkich okresów bezopadowych.

3. Ze wzrostem czasu ekspozycji dokładność obydwu metod wzrasta (wykres). Po ok. 13 dobach wzrost ten jest mniejszy (dane tylko dla metody naczyń osadowych). Stosowanie więc czasu ekspozycji 14—30 dni wydaje się najwłaściwsze.

4. Przy porównaniu metody naczyń z zastosowaniem i bez stosowania wody stwierdzono, że wyniki są zbieżne (odchylenia między średnimi $O_s = 0,8\%$). W czasie zimowym można zatem stosować naczynia osadowe nie napełniane wodą bez popełnienia większego błędu.

5. Otrzymane wyniki są na ogół zgodne z pracami Ponda i Paxtona (2), przy czym badacze ci otrzymali rezultaty odpowiednio wyższe (dla metody naczyń „S” dochodziło do $12,6\%$, a dla płytek do $7,0\%$).

К. Косиньски

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАД КРУПНЫМ АЭРАЗОЛОМ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДА ОСАДОЧНЫХ СОСУДОВ И СМАЗАННЫХ ВАЗЕЛИНОМ ПЛИТОК

Содержание

Представлены основы метода осадочных сосудов и смазанных вазелином плиток, а также сравнивали два способа анализа крупного аэрозоля. Прделано целый ряд

сравнительных исследований в городских условиях и констатировано сходство полученных результатов.

В виду того, что влияние атмосферических осадков при работе методом с плитками и немного увеличенная точность во время хорошей погоды указывает, что метод пригоден для коротких периодов экспозиций.

Метод осадочных сосудов дает хорошие результаты в периодах продолжительных (15 — 30 дней).

K. Kosiński

COMPARATIVE INVESTIGATIONS OF THICK AEROSOL WITH USE OF THE DEPOSIT GAUGE METHOD AND THE LUBRICATED GLASS PLATES METHOD

Summary

The principles of deposit gauge method and of lubricated glass plates method are described and both methods of analysis of thick aerosol are compared. A number of comparative tests have been made in urban conditions and they prove the convergence of the results obtained in the two methods.

The method of lubricated glass plates is more suitable for short periods of exposure because of the influence of rainfalls in this method and somewhat more precise results when there is no falls. The method of deposit gauge gives good results for longer periods of exposure (15-30 days).

PISMIENICTWO

1. *Effenberger E.*: Arch. Hyg. Bakt., 141, 41, 1957. — 2. *Pond R. L., Paxton R. R.*: Anal. Chem., 27, 714, 1955. — 3. *Rokosz A.*: Wiad. chem., X-XII, 1955 i I, 1956. — 4. *Kosiński K.*: Badania nad grubym aerozolem. Cz. II — (wyniki w opracowaniu).