wycof 20 02 47
N. 6197
zastąp PN-71 04762 · 1997

UKD 669 715 543 42

INSTYTUT MECHANIKI PRECYZYJNEJ	NORMA BRANZOWA **Spektrograficzna metoda analizy składu chemicznego stopów aluminium**	**BN-73** **0838-03** Grupa katalogowa III 59

1 WSTĘP

1 1 Przedmiot normy Przedmiotem normy jest spektrogaficzna metoda oznaczania krzemu, miedzi, magnezu, manganu, cynku, zelaza, niklu, chromu, tytanu, ołowiu, cyny, cyrkonu, berylu i arsenu w stopach aluminium do przerobki plastycznej wg PN-68/H-88026 oraz w odlewniczych stopach aluminium wg PN-70/H-88027

1 2 Zakresy zawartości oznaczanych pierwiastków Metoda moze byc stosowana do oznaczania składnikow stopowych i zanieczyszczen w nastepujących przedziałach zawartosci procentowych

krzem	0,01 —23,00
miedz	0,05 — 8,00
magnez	0,03 —11,00
mangan	0,05 — 1,50
cynk	0,05 — 7,00
zelazo	0,01 — 1,50
nikiel	0,03 — 1,50
chrom	0,05 — 0,40
tytan	0,02 — 0,30
ołow	0,05 — 0,30
cyna	0,01 — 0,10
cyrkon	0,02 — 0,25
beryl	0,0002— 0,07
arsen	0,005 — 0,015

Za dolne granice przedziałow przyjęto najmniejsze z dopuszczalnych zawartosci wymienionych pierwiastkow jako zanieczyszczen, z wyjątkiem tytanu, dla ktorego przyjęto dolną granicę zakresu zawartosci jako składnika stopowego

Za gorne granice przedziałow przyjęto największe zawartosci pierwiastkow występujących jako składniki stopowe lub zanieczyszczenia

1 3 Normy związane

PN-70/H-04835 Analiza chemiczna stopow aluminium

PN-68/H-88026 Stopy aluminium do przerobki plastycznej Gatunki

PN-70/H-88027 Odlewnicze stopy aluminium Gatunki

2 METODA OZNACZANIA

2 1 Zasada oznaczania oparta jest na metodzie trzech wzorcow z wykorzystaniem linii aluminium jako wzorca wewnętrznego

Proces analityczny polega na trzykrotnym wzbudzaniu wzorcow i analizowanych probek w iskrowych lub łukowych zrodłach wzbudzenia i kolejnym rejestrowaniu na płycie spektrograficznej widm kazdego uzytego wzorca i kazdej analizowanej probki Wzbudzenie iskrowe stosuje się z zasady do oznaczania duzych zawartosci, wzbudzenie łukowe — do oznaczania zawartosci mniejszych niz 0,1% W przypadku spektrografu Q24 z kasetą na płyty 9×24 cm mozliwe jest zarejestrowanie na jednej płycie około 80 widm, co daje mozliwosc wykonania badan w jednym cyklu analizy około 23 probek (przy zastosowaniu srednio czterech wzorcow)

Po fotochemicznej obrobce płyty mierzy się zaczernienia linii analitycznych oznaczanych pierwiastkow i linii wzorca wewnętrznego we wszystkich zarejestrowanych widmach Roznica zaczernien linii, tworzących parę analityczną, obliczoną dla kazdego widma jest funkcją zawartosci danego pierwiastka w materiale wzbudzanym Po sporządzeniu wykresu analitycznego w oparciu na roznicy zaczernien pary analitycznej i zawartosci pierwiastka we wzorcach, dla kazdego oznaczanego pierwiastka następuje odczytanie zawartosci tego pierwiastka w analizowanych probkach z wykresu na podstawie zmierzonych i obliczonych roznic zaczernien

2 2 Aparatura i urządzenia

a) Spektrograf kwarcowy sredniej dyspersji lub spektrograf siatkowy z wyposazeniem

b) Generator iskry wysokonapięciowej i generator łuku prądu zmiennego z wyposazeniem

c) Mikrofotometr z układem zasilającym

d) Tokarka stołowa

e) Wyposazenie ciemni fotograficznej

2 3 Wzorce spektrograficzne powinny odpowiadac analizowanym probkom pod względem składu

Zjednoczenie Urządzeń Technologicznych TECHMA
Ustanowiona przez Dyrektora Zjednoczenia Urządzen Technologicznych TECHMA dnia 27 marca 1973 r jako norma obowiązująca w zakresie czynności określonych normą od dnia 1 stycznia 1974 r
(Dz Norm i Miar nr 23/1973 poz 68)

WYDAWNICTWA NORMALIZACYJNE 1973 Wpływ do WN 4 5 73 Oddano do składu 31 7 73 Cena zł 3,60
Druk ukonczono w grudniu 73 Obj 0 90 a w Nakład 4600+50 egz KDA w Kaliszu Zam 2619

chemicznego, stanu metalurgicznego, kształtu i masy W przypadku braku odpowiedniosci ktorejkolwiek z wymienionych cech nalezy sprawdzic i okreslic wielkosc jej wpływu na wyniki oznaczan a następnie wprowadzic odpowiednie poprawki

2 4 Materiały pomocnicze

a) Płyty spektrograficzne

— do oznaczania pierwiastkow o zawartosciach większych niz 0,1% — ORWO, typ WU3 lub Gevaert Scientia, typ 23D50,

— do oznaczania pierwiastkow o zawartosciach mniejszych niz 0,1% — Gevaert Scientia typ 23D50

Dopuszcza się uzywanie innych gatunkow płyt o odpowiednim wspołczynniku kontrastowosci pod warunkiem prawidłowego naswietlenia (p 2 9)

b) Elektrody węglowe (grafitowe) spektralne czyste o srednicy 6 mm lub pręty aluminiowe w gatunku AO o srednicy 6 mm

c) Wywoływacz firmowy zalecany dla danego gatunku płyt lub wywoływacz sporządzony we własnym zakresie według receptury podanej w 2 10

d) Utrwalacz rentgenowski lub dowolny kwasny

2 5 Przygotowanie próbek Analizowane probki powinny byc doprowadzone do podobnego kształtu i zblizonej masy jak uzyte do analizy wzorce W szczegolnych przypadkach, np przy analizie gotowych wyrobow, dopuszczalne jest uzycie probek o innym kształcie i innej masie niz wzorce, przy zachowaniu czynnej powierzchni płaskiej pod warunkiem, ze wyniki analizy nie będą obarczone błędem systematycznym

Powierzchnie czynne wzorcow i probek powinny byc przed kazdym wzbudzeniem zatoczone na płasko na tokarce Przeciwelektrody z tego samego stopu, węglowe (grafitowe) lub aluminiowe powinny byc przed kazdym wzbudzeniem zatoczone na stozek Niedopuszczalne jest przygotowywanie powierzchni czynnych wzorcow, analizowanych probek i elektrod pomocniczych na tarczy szlifierskiej lub za pomocą papieru sciernego

2 6 Parametry elektryczne generatora powinny byc dobrane tak, aby zapewniona była dobra precyzja i dokładnosc uzyskiwanych wynikow (p 3)

W przypadku generatora iskry HFO1 zaleca się stosowanie następujących parametrow $U = 12$ kV, T_s (stopien przełącznika) — 2, $C = 6$ nF, $L = 0,02$ mH, D-4/5, bez sterowania W przypadku generatora łuku prądu zmiennego DG-1, PS-39, ABR-3 natężenie prądu nie powinno przekraczac 3A

2 7 Parametry optyczne spektrografu powinny byc dobrane tak, aby dla danego gatunku płyt i czasu naswietlania zapewnione było własciwe naswietlenie spektrogramow

W przypadku spektrografu Q24 zaleca się stosowanie następujących parametrow ekran — 5, szerokosc szczeliny — 0,015 mm, wysokosc szczeliny — 1 mm, przesłona kamery — 1/15

2 8 Elektrody Elektroda dolna — wzorzec lub analizowana probka o długosci co najmniej 10 mm, elektroda gorna — wzorzec lub analizowana probka albo elektroda węglowa (grafitowa) lub pręt aluminiowy o długosci co najmniej 10 mm — przygotowane zgodnie z 2 5 Odległosc między elektrodami — 2,5 mm Elektrody powinny byc ustawione na wspolnej osi a srodek przerwy analitycznej powinien znajdowac się na osi optycznej spektrografu

2 9 Naświetlanie Czas naswietlania powinien byc dobrany tak, aby zaczernienia linii analitycznych dla pierwiastkow w danym gatunku stopu lezały w zakresie prostoliniowego odcinka krzywej charakterystycznej emulsji

Przy wzbudzeniu iskrowym zaleca się czas przediskrzenia 60 s W przypadku analiz seryjnych czas przediskrzenia moze byc krotszy pod warunkiem zapewnienia precyzji i dokładnosci wynikow zgodnie z 3 2 i 3 3

Kazdy wzorzec i kazda analizowana probka powinny byc wzbudzane trzykrotnie na swiezo zatoczonych powierzchniach obu elektrod

2 10 Obróbka fotochemiczna płyt

a) Wywoływanie nalezy przeprowadzić tak, aby zaczernienia linii analitycznych i linii wzorca wewnętrznego miesciły się w granicach prostoliniowego odcinka krzywej charakterystycznej emulsji W przypadku wywoływacza sporządzonego we własnym zakresie (p 2 4) zaleca się stosowanie następujących warunków wywoływacz dwuroztworowy sporządzony według receptury

roztwor I —	metol	5 g,
	hydrochinon	6 g,
	siarczyn sodu bezwodny	40 g,
	bromek potasu	2 g,
	woda destylowana do	2,5 dm³,
roztwor II —	węglan sodu bezwodny	40 g,
	woda destylowana do	2,5 dm³

Roztwory I i II uprzednio przygotowane nalezy zmieszac bezposrednio przed uzyciem w ilosciach po 100 cm³ (w stosunku 1 1) i doprowadzić do temperatury 18 +0,5°C Czas wywoływania — 2 min W przypadku wywoływacza firmowego temperatura wywoływacza i czas wywoływania powinny być zgodne z instrukcją firmy Podczas wywoływania nalezy zapewnic ciągły i rownomierny ruch wywoływacza po całej powierzchni

płyty Po wywołaniu należy płytę opłukać w bieżącej wodzie

b) Utrwalanie — w ciągu 7 — 10 min w utrwalaczu rentgenowskim lub dowolnym kwaśnym

Płukanie — w bieżącej wodzie przez 10 — 15 min

Suszenie — w sposób naturalny lub suszarką w temperaturze nie przekraczającej 35°C

2 11 **Fotometrowanie** należy przeprowadzać za pomocą mikrofotometru nierejestrującego Dla mikrofotometru Zeissa typu „Schnellphotometer II" lub mikrofotometru radzieckiego typu MF2 zaleca się stosowanie następujących parametrów szerokość szczeliny — 0,30 mm, wysokość szczeliny — 10 do 15 mm, powiększenie — 20-krotne, skala — logarytmiczna S lub w przypadku pomiarów zaczernień mniejszych od 0,50 w skali S — skala przekształcona W

Zasilanie lampy — zgodnie z instrukcją do danego typu mikrofotometru

2 12 **Pary linii analitycznych** Para linii analitycznych składa się z dwóch linii linii pierwiastka oznaczanego i linii wzorca wewnętrznego (Al) dobranych zgodnie z ogólnie przyjętymi regułami Dla każdego kompletu wzorców odpowiadającego analizowanemu gatunkowi stopu należy stosować inne pary analityczne tak, aby zaczernienia linii znajdowały się w zakresie prostoliniowego odcinka krzywej charakterystycznej emulsji W tabl 1 zestawiono pary linii analitycznych zalecane dla zakresów zawartości poszczególnych pierwiastków z uwzględnieniem możliwych koincydencji z innymi pierwiastkami występującymi w stopach aluminium Pary, w których występuje linia Al 237,84 nm, należy wykorzystywać tylko w przypadku stosowania wzbudzania łukowego, zaś pary, w których występuje linia Al 266,92 nm — w zasadzie tylko w przypadku wzbudzania iskrowego, pozostałe pary nadają się do wykorzystania zarówno przy wzbudzaniu iskrowym jak i łukowym

Tablica 1 Zalecane pary linii analitycznych

Oznaczany pierwiastek	Zakresy[1]) zawartości %	Linie pierwiastka oznaczanego[2]) nm	Możliwe koincydencje przy zawartości %	Linie wzorca wewnętrznego[2]) nm	Możliwe koincydencje przy zawartości %
1	2	3	4	5	6
Krzem	0,01— 0,3	251,61	—	237,84	—
	0,1 — 4,0	251,61	—	265,25	Mn — 1,5
	4,0 —15,0	251,92	Fe — 0,9	265,25	Mn — 1,5
	15,0 —23,0	298,77	Fe — 1,5	306,43	—
Miedź	0,05— 1,0	327,40	—	306,43	—
	1,0 — 3,0	229,44	—	266,92	—
	3,0 — 8,0	296,12	—	306,43	—
Magnez	0,03— 0,5	285,21	—	265,25	Mn — 1,5
	0,2 — 3,0	277,98	Fe — 1,0	306,43	—
	2,0 —11,0	277,83	—	306,43	—
Mangan	0,05— 0,3	259,37	—	237,84	—
	0,1 — 1,0	293,31	—	306,43	—
	0,8 — 1,5	270,57	—	266,92	—
Cynk	0,05— 2,0	334,50	—	306,43	—
	0,5 — 4,0	330,26	—	306,43	Mn — 1,5
	4,0 — 7,0	328,23	Ti — 0,05	306,43	—
Żelazo	0,01— 0,3	248,33	—	237,84	—
	0,2 — 1,0	273,96	—	265,25	—
	0,5 — 1,5	274,32	Cr — 0,3	265,25	—
Nikiel	0,03— 0,5	341,48	—	306,43	—
	0,5 — 1,5	241,61	—	266,92	—
Chrom	0,05— 0,2	276,65	Cu — 5,0	237,84	—
	0,05— 0,4	276,65	Cu — 5,0	266,92	—
Tytan	0,02— 0,3	334,94	—	306,43	—
Ołów	0,05— 0,3	283,31	—	306,43	—
Cyna	0,01— 0,1	317,50	—	306,43	—

cd tabl 1

Oznaczony pierwiastek	Zakresy zawartości[1]) %	Linie pierwiastka oznaczanego[2]) nm	Możliwe koincydencje przy zawartości %	Linie wzorca wewnętrznego[2]) nm	Możliwe koincydencje przy zawartości %
1	2	3	4	5	6
Cyrkon	0,02— 0,25	257,14	—	237,84	—
Baryl	0,0002—0,005 0,005 —0,07	313,04 234,86	Ti — 0,1 —	306,43 237,84	— —
Arsen	0,005 — 0,015	234,98	—	237,84	—

[1]) Dopuszcza się rozszerzenie zakresu analitycznego pod warunkiem ze zaczernienia linii analitycznych odpowiadające granicznym zawartosciom pierwiastka będą znajdować się w zakresie prostoliniowego odcinka krzywej charakterystycznej emulsji

[2]) Dopuszcza się wykonywanie analiz przy użyciu innych linii oznaczanych pierwiastków lub wzorca wewnętrznego pod warunkiem, że są to linie należące do multipletów z liniami podanymi w parach i nie koincydują z zadną z linii pierwiastków wchodzących w skład stosowanych wzorców lub analizowanych stopów

2 13 Obliczanie wyników pomiarów Dla kazdego zarejestrowanego widma nalezy obliczyć roznicę zaczernien ΔS lub ΔW par linii analitycznych poszczegolnych pierwiastkow według wzorow

$$\Delta S = S_A - S_S \text{ lub } \Delta W = W_A - W_S$$

w ktorych

S_A i W_A — wartosci zaczernien linii analitycznej oznaczanego pierwiastka w skali S lub W,

S_S i W_S — wartosci zaczernien linii analitycznej wzorca wewnętrznego w skali S lub W

a następnie z trzech pomiarow otrzymanych dla kazdego wzorca i kazdej probki okreslic srednia arytmetyczną $\overline{\Delta S}$ lub $\overline{\Delta W}$ Wyniki fotometrowania odbiegające od sredniej na skutek wad emulsji lub pomyłek w czasie wzbudzania probki nie powinny byc brane pod uwagę

2 14 Wykresy analityczne W oparciu o skład chemiczny wzorcow i srednie roznice zaczernien $\overline{\Delta S}$ lub $\overline{\Delta W}$ otrzymane dla nich wg 2 13 nalezy dla kazdego oznaczanego pierwiastka sporządzic oddzielny wykres analityczny na siatce półlogarytmicznej, odkładając na osi odciętych (skala logarytmiczna) procentowe zawartosci oznaczanego pierwiastka we wzorcach a na osi rzędnych (skala liniowa) odpowiadające im srednie roznice zaczernien

Odkładając na wykresie sporządzonym dla danego pierwiastka obliczone uprzednio srednie roznice zaczernien $\overline{\Delta S}$ lub $\overline{\Delta W}$ dla probek, odczytuje się na osi odciętych procentowe zawartosci tego pierwiastka w analizowanych probkach

W przypadku, gdy obliczone wartosci srednich roznic zaczernien danego pierwiastka w analizowanej probce lezą poza zakresem srednich roznic zaczernien dla wzorcow, nalezy podawac wynik „ponizej" najmniejszej lub „powyzej" największej zawartosci tego pierwiastka we wzorcach, ekstrapolowanie wykresu moze nie dac prawidłowego wyniku

3 OCENA PRAWIDŁOWOŚCI WYNIKÓW

3 1 Zasady ogólne Prawidłowosc wynikow oznaczan okreslona jest przez dwa pojęcia wyrazane statystycznie precyzję — charakteryzującą wielkosc błędu przypadkowego i dokładnosć — charakteryzującą wielkosc błędu systematycznego Wielkosc błędu przypadkowego zalezy od stopnia jednorodnosci wzorcow i materiału analizowanego, czynnikow aparaturowych i starannosci wykonania analizy, natomiast wielkosc błędu systematycznego — głownie od roznic między materiałem analizowanym i stosowanymi wzorcami

Ocenę precyzji i dokładnosci wynikow oznaczan nalezy przeprowadzic tylko przy wprowadzaniu normy do analizy danego gatunku stopu Uzyskanie dla okreslonego pierwiastka wartosci błędow przypadkowych i systematycznych nie większych niz podane w 3 2 i 3 3 jest wystarczającym dowodem, ze norma moze byc stosowana do seryjnych oznaczan tego pierwiastka

W analizie seryjnej wskutek istnienia błędow przypadkowych i systematycznych mogą budzic wątpliwosci wyniki oznaczan na granicy dopuszczalnego zakresu zawartosci pierwiastka W takim przypadku konieczne jest co najmniej trzykrotne oznaczanie tego pierwiastka i przyjęcie wyniku sredniego jako decydującego

3 2 Precyzja wyników Ocenę precyzji wynikow oznaczan nalezy przeprowadzac przez obliczenie, w %, sredniego błędu względnego v z co najmniej 10 wynikow oznaczan okreslonego pierwiastka w tym samym materiale, wg wzoru

$$v = 100 \frac{\sqrt{\frac{\Sigma(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}}{\bar{x}}$$

w ktorym

x_i — wynik pojedynczego oznaczania, %,

$\bar{x}$ — srednia arytmetyczna wyników wszystkich oznaczan, %,

n — liczba wynikow oznaczan

Wartosci sredniego błędu względnego nie powinny przekraczac

przy zawartosci pierwiastka ponizej 0,01% — ± 20%

przy zawartosci pierwiastka od 0,01 do 0,1% — ± 10%

przy zawartosci pierwiastka od 0,1 do 1,0% — ± 7%

przy zawartosci pierwiastka powyzej 1,0% — ± 4%

3 3 Dokładnośc wyników Ocenę dokładnosci wynikow oznaczan nalezy przeprowadzac przez porownanie sredniego wyniku oznaczania z zawartoscią rzeczywistą oznaczanego pierwiastka w analizowanej probce obliczając, w % wartosci błędu systematycznego B wg wzoru

$$B = 100 \frac{(a - \bar{x})}{a}$$

w ktorym

a — zawartosc rzeczywista pierwiastka, %,

$\bar{x}$ — zawartosc oznaczona pierwiastka (srednia arytmetyczna wynikow oznaczen), %

Jako zawartosc rzeczywistą (a) nalezy przyjąc wynik srednı uzyskany metodamı chemicznymı wg PN-70/H-04835 lub ınnymı rownorzędnymı ı nıe obarczony błędem systematycznym Wartosc błędu systematycznego dla zawartosci pierwiastkow powyzej 0,1% nie powinna przekraczac 3%, dla zawartosci w zakresie 0,1 — 0,01% — 5%, zas dla zawartosci mniejszych od 0,01% wartosc błędu moze progresywnie wzrastac od 5% do 20%

KONIEC

Informacje dodatkowe

Norma stanowi ogólne wytyczne analizy spektrograficznej stopów aluminium i obejmuje wszystkie gatunki stopów wg norm klasyfikacyjnych PN-68/H-88026 i PN-70/H-88027 Może być stosowana również do innych gatunków stopów np AK132, AK102, AK91, AG7, których skład chemiczny mieści się w zakresach zawartości pierwiastków podanych w 1 3 niniejszej normy

Objęcie tak dużego asortymentu stopów aluminium jednym przepisem analitycznym jest możliwe przez

— zastosowanie dwóch rodzajów źródeł wzbudzenia iskrowego i łukowego, dwóch gatunków płyt spektrograficznych ORWO WU3 i Gevaert Scientia 23D50 oraz różnych par linii analitycznych, wzbudzenie łukowe i płyty Gevaert Scientia 23D50 oraz linie analityczne o dużym natężeniu zalecane są w zasadzie tylko do oznaczania zawartości pierwiastków mniejszych niż 0,1%, nie wyklucza się jednak stosowania tych warunków do oznaczania zawartości większych niż 0,1% przy wykorzystaniu linii analitycznych o mniejszym natężeniu, np stopy PA41 i PA42, mimo zawartości Mg > 0,1%, powinny być analizowane przy wzbudzeniu łukowym ze względu na bardzo małe dopuszczalne zawartości zanieczyszczeń (Cu+Fe+Si+Zn+Ti ⩽ 0,03%),

— pozostawienie użytkownikom normy dużej swobody zarówno w doborze aparatury (w kraju są rozne typy generatorów i spektrografów) jak i parametrów elektrycznych układu zasilającego źródła wzbudzenia parametrów optycznych układu oświetlającego i spektrografu oraz gatunku płyt i sposobu obróbki fotochemicznej

— zastosowanie statystycznej oceny prawidłowości wyników, stanowiącej warunek wprowadzenia normy do seryjnej kontroli i atestowania składu chemicznego materiałów produkcyjnych, ocena ta jest równocześnie kontrolą prawidłowości doboru warunków analitycznych (aparatura, parametry elektryczne i optyczne, obróbka fotochemiczna)

— zastosowanie do oznaczania małych zawartości płyt spektrograficznych o dużej czułości i kontrastowości, Gevaert Scientia 23D50, dzięki czemu unika się przeliczania zaczernień linii na natężenia i uwzględniania tła, płyty te w porównaniu z innymi, np produkcji ORWO charakteryzują się bardzo małym tłem, możliwym do zaniedbania nawet przy zawartościach śladowych,

— wprowadzenie odpowiedniości składu chemicznego struktury, kształtu i masy pomiędzy wzorcami i analizowanymi stopami jako warunku uzyskania dokładnych wyników Ponieważ wyładowania iskry wysokonapięciowej działają selektywnie na stop, w przypadku istnienia różnic w strukturze wzorców i materiałów analizowanych, zaleca się stosowanie wzbudzenia łukowego jako mniej wrażliwego na wpływ struktury stopu, jednakże przy tym wzbudzeniu należy się liczyć z mniejszą precyzją wyników oznaczeń

Wprowadzenie normy w całym jej zakresie uwarunkowane jest posiadaniem dużego asortymentu zalegalizowanych wzorców spektrograficznych Dotychczasowa krajowa produkcja wzorców nie pokrywa ani asortymentowo, ani jakościowo wszystkich gatunków stopów objętych normą Dla niektórych z nich, a szczególnie dla niektórych pierwiastków (Zr, As), brak jest również wzorców zagranicznych Dlatego też podany niżej wykaz wzorców traktować należy jako niepełny W wykazie tym zestawiono przede wszystkim wzorce krajowe (nie zawsze zalegalizowane) i niektóre wzorce zagraniczne (w przypadkach, gdy wzorców krajowych brak lub nie pokrywają w całości wymienionych gatunków stopów)

Wykaz wzorców dla stopów objętych normą

1 Stopy AK20, AK12, AK11, AK9, AK7, AK64, AK52 i AK51 wzorce serii „AK20" — Instytut Mechaniki Precyzyjnej (Warszawa), serii „I" (AK20), serii „K" (AK[illegible] AK9), serii „OB" (AK132, AK91), serii „OD" (AK12 AK11, AK9, AK7), serii „OC" (AK51, AK52), serii „1' (AK64) — Instytut Metali Nieżelaznych, Oddział Metali Lekkich (Skawina), serii „AK"/AK12, AK11, AK9) — Zakład Metali Lekkich (Kęty), serii „200", „300" i „600" (AK12, AK9, AK7, AK51) — Wytwórnia Sprzętu Komunikacyjnego (Rzeszów), oraz wzorce Vereinigte Aluminium Werke, NRF (seria 100, 110, 120, 130, 140, 150), Bureau of Analysed Samples (seria 500), wzorce radzieckie

2 Stopy AG51, (AG7), PA44 i PA20N wzorce serii „PB"/AG51, PA2N, PA11N, PA20N, PA44/ i serii „OE" (AG7) — Instytut Metali Nieżelaznych, Oddział Metali Lekkich (Skawina) „serii „30" (AG51, PA44, PA20N częściowo AG7) — Vereinigte Aliminium Werke (NRF) serii „155" i „203" (AG51, AG7, PA44, PA20N) — Wieland Werke (NRF), serii „Al-Mg" (AG51, AG7, PA2N, PA11N, PA44, PA20N) — ZSRR Dla stopu AG10 wzorców krajowych i zagranicznych brak

3 Stopy AM75, AM5 i AM4 wzorce serii „M" (AM4, AM5) — Instytut Metali Nieżelaznych, Oddział Metali Lekkich (Skawina), serii „150" i „160" (AM4, AM75) — Vereinigte Aliminium Werke (NRF)

4 Stopy PA41 i PA42 wzorce serii „RA" (PA41, PA42) — Instytut Metali Nieżelaznych, Oddział Metali Lekkich (Skawina), serii „530" (częściowo AK41, AK42) — Vereinigte Aluminium Werke (NRF)

5 Stopy PA43 „PA38, PA4N, PA45, PA10N wzorce serii „HA" (Pa43, PA38, PA4N) — Instytut Metali Nieżelaznych, Oddział Metali Lekkich (Skawina), serii „1' i „10' (PA43, PA38, PA4N, częściowo PA45, PA10N) — Vereinigte Aluminium Werke (NRF), serii „85" (PA38, PA4N, PA45, (PA10N) — Wieland Werke (NRF), serii „I" i „II" (PA43, PA38, PA4N, częściowo PA45, PA10N) — Bundesanstalt fur Materialprufung (NRF)

6 Stopy PA2N i PA11N wzorce serii „PB" (AG51 PA2N, PA10N, PA11N, PA20N, PA44) — Instytut Metali Nieżelaznych, Oddział Metali Lekkich (Skawina), serii „10" (PA43, PA2N, PA11N, PA44, PA20N „PA38) — Vereinigte Aluminium Werke (NRF), serii „141' (PA11N) — Wieland Werke (NRF), serii „III" (AG51, PA11N, PA44, PA20N) — Budesanstalt fur Materialprufung (NRF), serii „Al-Mg" (AG51, AG7, PA2N, PA11N, PA20N) — ZSRR

7 Stopy PA1A i PA1N wzorce serii „136" (PA1A, PA1N) — Wieland Werke (NRF), serii „AB" (PA1A, PA1N) — Johnson Matthey (Wielka Brytania)

8 Stopy PA6N, PA21, PA25, PA7N, PA23, PA24, PA34, PA31 i PA33 wzorce serii „100" (wszystkie stopy) — Politechnika Warszawska (Warszawa), serii „PA" (wszystkie stopy) — Instytut Metali Nieżelaznych, Oddział Metali Lekkich (Skawina), serii „D" (wszystkie stopy) — Instytut Lotnictwa (Warszawa), serii „20" (wszystkie stopy z wyjątkiem PA34) — Vereinigte Aluminium Werke (NRF), serii „283" (PA6N, PA21, PA25, PA7N, PA23) — Wieland Werke (NRF), serii „IV" (wszystkie stopy z wyjątkiem PA25 i PA24) — Bundesanstalt fur Materialprufung (NRF) „serii „D" (wszystkie stopy) — ZSRR, serii „AE" (PA6N, PA21, PA33) — Johnson Matthey (Wielka Brytania)

9 Stopy PA30N i PA29N wzorce serii „PA" (PA30N, PA29N) — Instytut Metali Nieżelaznych, Oddział Metali Lekkich (Skawina), serii „D" (PA30N, PA29N) — Instytut Lotnictwa (Warszawa)

10 Stopy PA9 i PA46 wzorce serii „60" (PA46) i „70" (PA9) — Vereinigte Aluminium Werke (NRF)