

HUTNICTWO ŻELAZA I STALI	NORMA BRANŻOWA	BN-76/0602-40
	Spektralna analiza surówki. SPEKTROMETRYCZNA-EMISYJNA METODA OZNACZANIA C, Mn, Si, P, S	
		Grupa kat. III-09

## 1. WSTĘP

**1.1. Przedmiot normy.** Przedmiotem normy jest spektrometryczna emisyjna metoda analizy surówki wielkopiecowej przerobczej na zawartość: C, Mn, Si, P, S w litych próbkach.

**1.2. Zakres stosowania normy.** Normę stosuje się wspólnie z instrukcją obsługi i wytycznymi analitycznymi określonego kwantometru optycznego do analiz próbek surówki wielkopiecowej przerobczej o składach chemicznych zawartych w zakresie:

Pierwiastek	Zakres zawartości, %
Węgiel	2,50 + 4,50
Mangan	0,10 + 2,50
Krzem	0,20 + 2,00
Fosfor	0,05 + 0,60
Siarka	0,005 + 0,080

Analizy kontrolne i rozjemcze należy wykonać wg obowiązujących norm PN.

## 2. PODSTAWA METODY

**2.1. Zasada oznaczania.** Analizę surówki wykonuje się na wielokanałowym próżniowym spektrometrze optycznym.

Próbkę surówki wzbudza się w atmosferze argonu za pomocą iskry niskonapięciowej stosując srebrną lub wolframową elektrodę pomocniczą zaostrzoną w stożek o kącie wierzchołkowym wynoszącym 90°.

Elektroniczny układ pomiarowy mierzy i integruje natężenie wybranych linii analitycznych. Zawartość procentową oznaczonych pierwiastków odczytuje się z wykresów lub tablic.

## 3. APARATURA

**3.1. Spektrometr.** Analizę wykonuje się za pomocą próżniowego spektrometru optycznego. W polskim hutnictwie stosuje się głównie spektrometry firmy Applied Research Laboratories /ARL/ model Quantovac 31000 /oraz 33000/, a także firmy Rank Precision Industries /Hilger and Watts/ model Polyvac. E 600 /oraz E1000/.

### INSTYTUT METALURGII ŻELAZA

Ustanowiona przez Dyrektora Zjednoczenia Hutnictwa Żelaza i Stali zarządzeniem Nr 41/76  
z dnia 2. XI. 76 jako norma obowiązująca w zakresie czynności określoną normą  
od dnia 1. 4. 77 r.

Parametry optyczne tych urządzeń, podane w niniejszej normie mają charakter orientacyjny i dotyczą dwóch modeli przyrządu:

#### Quatovac 31000

Siatka dyfrakcyjna	2160 nac/mm
Powierzchnia siatki dyfrakcyjnej	40 x 21 mm <sup>2</sup>
Maksimum natężenia rozszczepionego promieniowania	200 nm
Dyspersja liniowa	0,465 nm/mm
Roboczy zakres widma	170 - 407 nm
Szerokość szczeliny wejściowej	20 μm
Szerokość szczelin wyjściowych alternatywnie	35 μm 50 μm i 75 μm

#### Polyvac E 600

Kąt łamiący pryzmatów	66°
Dyspersja liniowa przy 177,5 nm	0,33 nm/mm
Dyspersja liniowa przy 293,3 nm	0,50 nm/mm
Ogniskowa obiektywu	60 cm
Roboczy zakres widma	177-310 nm
Szerokość szczeliny wejściowej	15 μm
Szerokość szczelin wyjściowych	50 μm

**3.2. Elektroniczny układ kontrolno-pomiarowy.** Prąd fotopowielaczy ładuje kondensatory pomiarowe /integratory/ znajdujące się w układzie pomiarowym do chwili uzyskania założonego napięcia na kondensatorze standardu wewnętrznego. Wtedy następuje automatycznie pomiar napięcia na poszczególnych kondensatorach przyporządkowanych poszczególnym liniom analitycznym. Wyniki pomiarów odczytuje się na mikroamperomierzu lub miliwoltomierzu ewentualnie z zapisem elektrycznej maszyny samopiszącej.

**3.3. Generator wzbudzenia.** Stosowana jest spolaryzowana iskra niskonapięciowa o ustalonych parametrach elektrycznych /rozd. 7/.

**3.4. Atmosfera ochronna.** Stosowany do płukania komory wzbudzenia argon musi być gazem wysokiej czystości zawierającym min. 99,99 % Ar. Maksymalne zanieczyszczenie: O<sub>2</sub> - 0,0005 %; N<sub>2</sub> - 0,001 %; H<sub>2</sub>O - 0,0005 %; węglowodory + CO + CO<sub>2</sub> - 0,0010 %.

W przypadku konieczności stosowania argonu o niższej czystości należy oczyszczać go np. za pomocą pieca magnezowego lub aparatu "Helium - Argon Purifier".

## 4. MATERIAŁ I ODCZYNNIKI

**4.1. Elektrody pomocnicze** ze spektralnie czystego srebra lub wolframu o średnicy 5 × 7 mm.

**4.2. Argon** odpowiedniej czystości /rozd. 3.4./

**4.3. Tarcze ściernie** szlifierskie Nr 60 lub 80 z elektrokorundu do szlifowania próbek przy pomocy szlifierki magnetycznej.

## 5. WZORCE SPEKTRALNE I SPEKTRALNE PRÓBKI KONTROLNE

**5.1. Spektralne wzorce podstawowe /SWP/** - Serie wzorców spektralnych o stopniowanym atestowanym składzie chemicznym, służą do cechowania aparatury i ustalenia przebiegu podstawowych wykresów analitycznych. Składem chemicznym wzorce te powinny objąć programowy zakres analizowanej surówki. Zaleca się wzorce surówki np. produkcji Vaskut /Węgry/, CKD /ČSR/ oraz Instytutu Odlewnictwa w Krakowie.

5.2. Spektralne kontrolne próbki metalurgiczne /SKPM/. Służą do przygotowania wykresów analitycznych uwzględniających charakterystykę próbek analizowanych w danym laboratorium pod względem historii wytwarzania, składu chemicznego i postaci. Próbki te zaleca się wybrać najlepiej spośród szczególnie dobrych próbek ruchowych.

Próbki te powinny być jednorodne /chemicznie i strukturalnie/, a ich skład chemiczny powinien być określony w oparciu o wielokrotną analizę chemiczną wykonaną z drugiej próbki, równocześnie odlanej z tej samej łyżki.

5.2.1. Sprawdzanie jednorodności kontrolnych próbek metalurgicznych. Metalurgiczne próbki kontrolne są szlifowane przed każdą analizą. Wnika się zatem coraz bardziej w głąb materiału i analizowana powierzchnia próbki może już nie być identyczna np. pod względem strukturalnym z powierzchnią jaka istniała w chwili przygotowania próbki kontrolnej oraz ze strukturą powierzchni pobieranych próbek ruchowych. Wynikiem powstania takich różnic będą systematyczne błędy analizy.

W celu ich zapobieżenia należy ocenić:

a/ Czy precyzja oznaczania pierwiastków na powierzchni kolejnych szlifów wykonanych z tej samej strony próbki kontrolnej jest identyczna. Do tego celu wykorzystuje się test F Snedecora /równość wariancji w dwóch zbiorowościach normalnych/ dla wybranego poziomu istotności  $\alpha = 0,05$ .

b/ Czy wielkości średnie  $\bar{X}$  dla oznaczanych pierwiastków z poszczególnych płaszczyzn są identyczne. Do tego celu wykorzystuje się test "t" Studenta dla wybranego poziomu istotności  $\alpha = 0,05$  /test różnicy między dwiema średnimi/.

c/ Po obliczeniu wariancji i odchylenia standardowego dla poszczególnych pierwiastków w próbkach kontrolnych należy otrzymane wartości ocenić porównując je z wariancją otrzymaną dla danego pierwiastka we wzorach podstawowych wg pkt 5.2.1.1. Z oceny statystycznej otrzymanych wyników wyznaczyć grubość warstwy próbki, nadającej się do analizy w ruchu.

5.2.1.1. Metody obliczania i ocena. Podlegające ocenie próbki kontrolne analizuje się na spektrometrze co najmniej pięciokrotnie na każdej powierzchni.

Celem uproszczenia obliczeń analizuje się każdą powierzchnię jednakową ilość razy.

a/ Średnia arytmetyczna

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

gdzie:  $x_i$  = wyniki pojedynczych oznaczeń wykonanych na jednej powierzchni /analitycznej/  
 $n$  = ilość oznaczeń

b/ Odchylenie standardowe

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

gdzie:  $n-1$  - Liczba stopni swobody /ilość oznaczeń pomniejszona o jeden/.  
 $x_i - \bar{x}$  - Różnica między poszczególnym pojedynczym wynikiem oznaczania, a wynikiem średnim .

c/ Test Snedecora F /zgodność wariancji/

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

przy obliczaniu testu mniejszą wartość wariancji podstawia się do mianownika

gdzie:  $S_1^2$  i  $S_2^2$

wariancje wyliczone z wyników oznaczeń wykonanych na dwóch porównywanych powierzchniach próbki kontrolnej.

Po wyliczeniu wartości F należy wyszukać z tablicy rozkładu /tablica 1/ odpowiednią wartość krytyczną  $F_{\text{tabl.}}$  odpowiadającą określonym stopniom swobody /dla  $S_1^2$  i  $S_2^2$ /. Jeżeli zachodzi związek  $F_{\text{obl.}} \leq F_{\text{tabl.}}$ , to z prawdopodobieństwem równym 95 % można przyjąć, że nie ma różnic między wariancjami. Wzorec wykaże więc identyczną jednorodność na obu mierzonych płaszczyznach. Im bardziej precyzyjna będzie metoda badawcza /wielkość odchylenia standardowego/ tym bardziej ostre będą kryteria oceny.

Wskazany jest porównanie wariancji wzorców podstawowych z wariancją SKPM.

Tablica 1

Tablica rozkładu F dla  $P/F \geq F_{0,05} / = 0,05 /$  poziom istotności  $\alpha = 0,05$ ; przedział ufności 95 %/

$n_1 - 1 \backslash n_2 - 1$	5	6	7	8	9	10	12	14
5	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74	4,68	4,64
6	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	4,00	3,96
7	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64	3,57	3,53
8	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,35	3,28	3,24
9	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14	3,07	3,03
10	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98	2,91	2,86
11	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,85	2,79	2,74
12	3,11	3,00	2,91	2,85	2,80	2,75	2,69	2,64

d/ Test "Studenta" t /zgodność średnich arytmetycznych/

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{S_1^2 + S_2^2}} \cdot \sqrt{n}$$

gdzie:  $\bar{x}_1$  = średnia arytmetyczna wyników oznaczeń z jednej powierzchni  
 $\bar{x}_2$  = średnia arytmetyczna wyników oznaczeń z drugiej powierzchni  
 $S_1^2$  = wariancja z jednej powierzchni  
 $S_2^2$  = wariancja z drugiej powierzchni  
 $n$  = ilość oznaczeń wykonanych w serii dla jednej powierzchni

U w a g a : wzór stosuje się w przypadku równej ilości oznaczeń na obu powierzchniach próbki.

Wyliczoną wartość "t"  $t_{\text{obl.}}$  porównuje się z wartością "t"  $t_{\text{tabl.}}$  z tablicy 2. Jeżeli zachodzi związek  $t_{\text{obl.}} \leq t_{\text{tabl.}}$ , to z prawdopodobieństwem równym 95 % można przyjąć, że nie ma istotnych różnic między średnimi arytmetycznymi, a próbka na odcinku przebadanej długości jest jednorodna.

W przypadku niezgodności testu "F" nie ma potrzeby wyliczania testu "t", gdyż już wcześniej odrzuca się daną próbkę jako niejednorodną.



Tablica 2

Tablica rozkładu  $t$  Studenta  $P / t > t_0 / = \alpha$  /poziom istotności:  $\alpha = 0,05$ ; przedział ufności 95 %/

$2n - 2^{x/}$	8	9	10	11	12	13	14	15
$t_{0,05}$	2,306	2,262	2,228	2,201	2,179	2,160	2,145	2,131
$2n - 2^{x/}$	16	17	18	19	20	21	22	23
$t_{0,05}$	2,120	2,110	2,101	2,093	2,086	2,080	2,074	2,069

$x/$  liczba stopni swobody

**5.3. Spektralne kontrolne próbki korekcyjne /mini-maksi/ SKPK.** SKPK to próbki surówki przygotowane w danym Zakładzie metalurgicznym lub pochodzące z zakupu. Ich skład chemiczny jest tak dobrany, by reprezentowane były górne i dolne granice zawartości oznaczanych pierwiastków. Muszą być one w maksymalnym stopniu jednorodne pod względem chemicznym i strukturalnym.

Ocenę jednorodności można przeprowadzić podobnie jak to podano w rozdz. 5.2.1.1. Skład chemiczny SKPK nie musi być dokładnie określony. Próbki te służą do kontroli i korekcji przesunięcia liniowego i zmiany kąta nachylenia wykresów analitycznych.

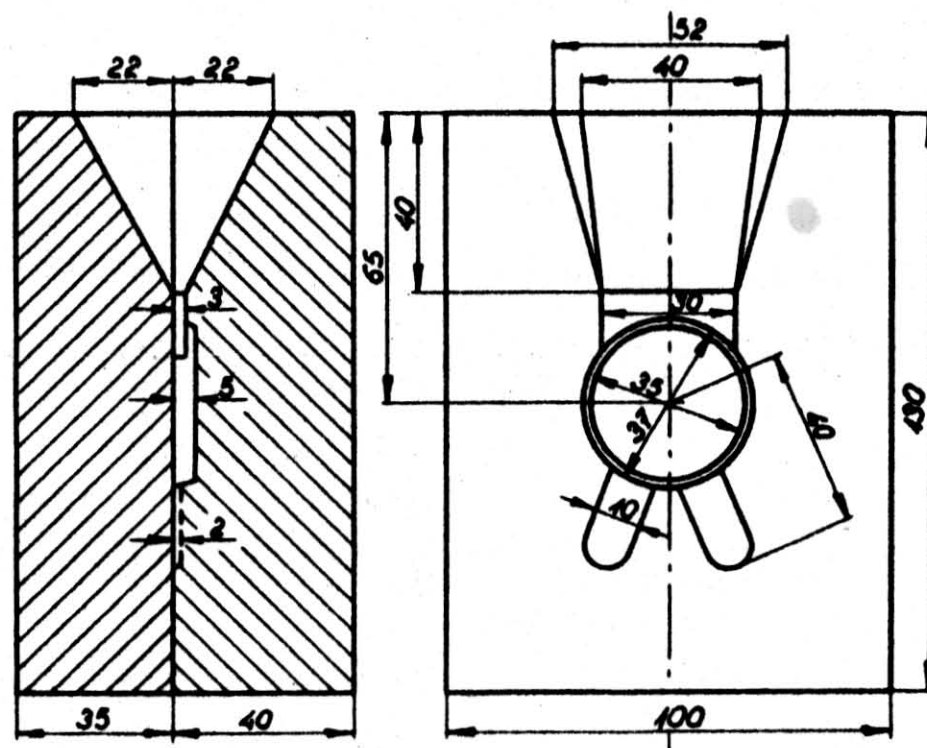
**5.4. Próbki kontroli czystości argonu.** Do kontroli czystości argonu używać należy próbkę metalu zawierającą składnik szczególnie łatwo reagujący z tlenem  $[H_2O]$  zawartym w argonie.

Zaleca się stosowanie próbki stali o zawartości 3,0 % Si lub próbki metalicznego glinu o zawartości 99,98 %Al. Czystość argonu jest wystarczająca, jeżeli znamię palenia posiada wyraźny czarny nalot, a centrum znamienia metaliczny połysk.

## 6. PRZYGOTOWANIE PRÓBEK

Próbkę pobiera się z ryny spustowej za pomocą łyżki metalowej /PN-64/H-04007/, a następnie wlewa do wlewniczki miedzianej. Odlana próbka spektrometryczna winna posiadać kształt płaskiego krążka lub płytki o grubości nie przekraczającej 5 mm /biały przełom próbki/, zaś wielkość powierzchni powinna umożliwić wykonanie do 5 analiz spektrometrycznych.

Na rys. 1 przykładowo przedstawiono jedno ze stosowanych rozwiązań konstrukcyjnych takiej wlewniczki.



Rys. 1 Wlewniczka do pobierania próbek surówki do analizy spektrometrycznej

Próbkę po usunięciu nadlewu szlifuje się na szlifierce magnetycznej np. HHS - 200 firmy Herzog lub "Athena" produkcji włoskiej. Powierzchnia analityczna próbki winna być równomiernie błyszcząca /półpołysk/, a rysy powstałe podczas szlifowania równoległe. Powierzchnia musi być wolna od pęknięć, dziur, rzadzisz i wtrąceń niemetalicznych. Szlifowaną powierzchnię nie wolno zanieczyszczać rękami, nie powinna się ona stykać z innymi przedmiotami mogącymi ją zabrudzić. Szczególnie chronić należy powierzchnię szlifowanej próbki przed osadzeniem się na niej pary wodnej, pyłów i innych substancji. Próbkę powinno się szlifować bezpośrednio przed analizą. Powierzchnię próbek, wzorców i próbek kontrolnych należy przygotować zawsze w ten sam sposób.

## 7. WARUNKI ANALIZY

### 7.1. Elektryczne warunki wzbudzenia<sup>x/</sup>

Wg producenta przyrządu, np.:

	<u>Polyvac E600</u> generator FS163	<u>Quantovac 31000</u>
Pojemność	20 $\mu$ F	25 $\mu$ F
Indukcyjność	120 $\mu$ H	0,360 mH
Opór	3,0 $\Omega$	5,0 $\Omega$
Napięcie ładowania kondensatorów	550 V	800 V
Częstotliwość rozładowania	50, 100, 200, 400 Hz	50 Hz
Bi egunowość próbki	ujemna	ujemna

### 7.2. Parametry w komorze wzbudzenia

- a/ Elektroda pomocnicza - Pręt ze spektralnie czystego srebra lub wolframu o średnicy 5-7 mm, zaostrzony w stożek o kącie wierzchołkowym 90°
- b/ Ilość iskrzeń na jedną elektrodę - Dla elektrody srebrnej ok. 80  
/bez korekty kąta stożka/ Dla elektrody wolframowej 200
- c/ Odległość między elektrodowa: 5 mm /Polyvac/  
4 mm /ARL 31000/
- d/ Przepływ argonu w poszczególnych fazach analizy:

	<u>Polyvac B600</u>	<u>Quantovac 31000</u>
Płukanie	8 l/min	4,5 l/min
Podczas przediskrzeń i integracji	2,5 l/min	4,5 l/min
W przerwach między analizami	0,5 l/min	0,5 l/min

- e/ Czas wzbudzania w zależności od stosowanej elektrody pomocniczej i częstotliwości

Czas przediskrzenia	10 - 40 s
Czas integracji	6 - 20 s

7.3. Linie analityczne. W tabelicy 3 podano linie analityczne wykorzystane do oznaczenia objętych normą pierwiastków w podanym zakresie zawartości.

<sup>x/</sup> W zależności od zainstalowanego generatora, firmy podają także odmienne warunki wzbudzenia dla okresu przedpalenia wysokoenergetyczne i normalne dla okresu integracji. Niejednokrotnie stosuje się częstotliwość wylądowań wynoszącą 400 Hz.

**7.3. Linie analityczne.** W tablicy 3 podano linie analityczne wykorzystane do oznaczenia objętych normą pierwiastków w podanym zakresie zawartości.

Tablica 3

Linie analityczne i zakres oznaczania

Pierwiastek	Polyvac E600			Quantovac 31000			Zakres %
	Linie anal. w nm	Charakterystyka wykresu	Pierwiastki przeszkadzające	Linie anal. w nm	Charakterystyka wykresu	Pierwiastki przeszkadzające	
C	193,09	nieliniowy	-	193,09	nieliniowy	-	2,5 - 4,50
Mn	192,12	liniowy	-	293,3	nieliniowy	-	0,10- 2,50
Si	198,89	nieliniowy	-	212,42	nieliniowy	-	0,20-2,00
P	178,29	liniowy	-	178,29	liniowy	-	0,10-0,40
S	180,73	nieliniowy	C, Mn	180,73	liniowy	C, Mn	0,005-0,080

## 8. WYKONANIE WYKRESÓW ANALITYCZNYCH

**8.1. Podstawowy wykres analityczny.** Celem właściwego doboru parametrów analitycznych należy przeiskrzyć odpowiedni zestaw spektralnych wzorców analitycznych.

W tym celu analizuje się co najmniej trzykrotnie wzorce podstawowe i sporządza wykres analityczny w układzie współrzędnych; procentowa zawartość pierwiastka - średnie wskazania aparatu /np. mV/. Wykres ten należy wyznaczyć przy zachowaniu wszystkich parametrów, które następnie będą obowiązywać w analizie ruchowej. Maksymalne zawartości pierwiastków należy ustalić dla pozycji 2/3 lub 4/5 wartości skali wskazań aparatury.

**8.2. Roboczy wykres analityczny.** Ponieważ struktury analizowanych próbek i wzorców podstawowych mogą być różne jak również skład chemiczny SWP nie zawsze jest podobny do składu chemicznego analizowanych w ruchu surówek dlatego należy wykreślić krzywą analityczną z zastosowaniem SKPM. Następnie należy wykonać serie analiz porównawczych tj. na spektrometrze i metodami chemicznymi /po częściowym zwiórowaniu próbki spektralnej/.

W przypadku występowania wyników rozbieżnych należy ustalić przyczyny tych różnic i opracować odpowiednią poprawkę najlepiej w formie tabelarycznej. W tym celu można zależność pomiędzy wynikami uzyskanymi metodami spektrometrycznymi i chemicznymi ująć w liniowe równania regresji:

$$y = ax + b$$

w którym:

y - zawartość % pierwiastka oznaczona metodą chemiczną

a - współczynnik regresji /współczynnik kątowy/

b - wartość określająca przecięcie osi współrzędnych y przez prostą równania regresji

przez x - odczyt wskazań aparatury

W przypadku wykresów analitycznych nie będących prostymi, można przy odpowiednim kształcie krzywych podzielić je na odcinki dające się sprawdzić do równania liniowego. Przy dostatecznie dużym zbiorze wyników analiz kontrolnych /np. 500 próbek/ oblicza się wartości współczynników a i b dla równania  $y = ax + b$  następująco:

$$a = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n x_i^2}$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} - \frac{a \sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

gdzie:  $n$  - ilość wykonanych oznaczeń  
 $y_i$  - wyniki oznaczeń metodą chemiczną  
 $x_i$  - wyniki oznaczeń metodą spektralną

**8.3. Korekcja wykresów analitycznych za pomocą SKPK.** W wyniku pewnych zmian występujących w spektrometrze jak np. zanieczyszczenie się soczewki wejściowej, upalenie elektrody itp., położenie wykresów analitycznych zmienia się i okresowo musi być korygowane. Do tego celu służą spektralne kontrolne próbki korekcyjne-SKPK /mini-maksi/ o składzie chemicznym reprezentującym górne i dolne granice oznaczanych pierwiastków /rozd. 5.3./.

Korekcję należy przeprowadzić:

- a/ po zmianie elektrody pomocniczej,
- b/ po oczyszczeniu soczewki,
- c/ po wymianie butli z argonem,
- d/ w czasie normalnej pracy spektrometru co ok. 2 godziny lub po wykonaniu ok. 50 analiz,
- e/ jeżeli zachodzi podejrzenie, że wykresy analityczne uległy przesunięciu.

Ogólne wskazówki przeprowadzenia korekcji:

- a/ Analizować trzykrotnie SKPK i obliczyć średnie wskazania spektrometru dla każdego kanału.
- b/ Wybrać kanał wymagający korekcji:
- c/ Potencjometrem "zerowym" /dolnym/ i potencjometrem "czułości" /górnym/ ustawić wartości wskazań przyrządu na wartości programowe stosując następującą zasadę:
  - jeżeli wartość średnia /a/ różni się od programowej wartości o więcej niż o dwa odchylenia standardowe, należy korygować o pełną różnicę,
  - jeżeli wartość średnia /a/ różni się od 1 do 2 odchylen standardowych, należy korygować o pół różnicy,
  - jeżeli wartość średnia /a/ różni się o mniej niż 1 odchylenie standardowe, korekcji nie trzeba wykonywać.
- d/ W określonych odstępach czasu oraz w przypadku istotnych zmian parametrów spektrometru należy kontrolować przebieg wykresów analitycznych za pomocą wzorców SWP oraz SKPK.

## 9. WYKONANIE ANALIZY

**9.1. Wykonanie oznaczania.** Przygotowaną do analizy próbkę należy umocować w statywie tak, aby uzyskać dobrą szczelność komory wzbudzenia. Ślad przeprowadzonej analizy na próbce powinien mieć kształt koła z ciemną, prawie czarną obwódką i jasnym metalicznym środkiem. Brak ciemnej obwódki, albo występowanie szarobiałej "plamki" wskazuje na nieprawidłowy przebieg wzbudzenia spowodowany np. wadą powierzchni próbki lub niewystarczającą czystością argonu. Po każdej analizie czyści się dokładnie pędzlem z cienkiego drutu



stalowego koniec elektrody pomocniczej. W czasie przedpalania i integracji należy kontrolować wielkość przepływu /ciśnienia/ argonu i w razie potrzeby nastawiać na właściwą wartość. Każdą próbkę analizować co najmniej dwukrotnie.

**9.2. Obliczanie wyników.** Obliczyć średnią arytmetyczną wskazań przyrządu dla poszczególnych pierwiastków, a następnie z wykresów lub tablic odczytać odpowiadające im zawartości procentowe.

**9.3. Dopuszczalne różnice między wynikami.** Różnice między wynikami kolejnych oznaczeń nie powinny przekraczać granic podanych w tabl. 4. /Rozstęp nie powinien być gorszy od stosowanych i obowiązujących norm PN dla analizy chemicznej/.

Tablica 4

Dopuszczalna różnica między równoległymi oznaczeniami

Pierwiastek	Zakres oznaczeń %	Dopuszczalna różnica między dwoma oznaczeniami %
Węgiel	od 2,5 do 3,5	0,06
	powyżej 3,5 do 4,5	0,08
Mangan	od 0,10 do 0,20	0,02
	powyżej 0,20 do 0,50	0,03
	powyżej 0,50 do 1,00	0,04
	powyżej 1,00 do 2,50	0,08
Krzem	od 0,20 do 0,50	0,035
	powyżej 0,50 do 1,50	0,05
	powyżej 1,50 do 2,00	0,08
Fosfor	do 0,10	0,008
	powyżej 0,10 do 0,40	0,015
	powyżej 0,40 do 0,60	0,025
Siarka	do 0,020	0,002
	powyżej 0,020 do 0,050	0,004
	powyżej 0,050 do 0,100	0,006

K O N I E C

INFORMACJE DODATKOWE do BN-76/0602-40

**1. Instytucja opracowująca normę:** Instytut Metalurgii Żelaza, Gliwice, ul. K. Miarki 12/14

**2. Normy związane:**

a/ PN-/H-01210 - Analiza spektralna. Podstawowe pojęcia i określenia.

b/ PN-64/H-04007 - Analiza chemiczna żeliwa. Pobieranie i przygotowanie próbek.

**3. Autorzy projektu normy:** mgr inż. Jan Goryczka, doc.dr Jerzy Jurczyk, mgr inż. Zdzisław Labe