

Ryszard Barcik
Marek Hetmańczyk
Jan Cwajna

Instytut Inżynierii Materiałowej

RENTGENOWSKA ANALIZA WYDZIELEŃ WĘGLIKÓW W PROCESACH OBRÓBKI CIEPLINEJ WYBRANYCH STALI NARZĘDZIOWYCH

Streszczenie. W pracy przeprowadzono rentgenowską analizę fazową izolatów uzyskanych na drodze elektrolitycznej ekstrakcji faz wybranych stali narzędziowych. Wykazano pełną przydatność wymienionej metody badawczej w analizie strukturalnej wysokostopowych stali narzędziowych. Podano parametry elektrolizy zapewniające pełną izolację badanych węglików stopowych. W zahartowanej stali NC10 ujawniono około 14,8% węgla $M7C_3$, w zahartowanej stali NWC stwierdzono ok. 7,6% węgla $M_{23}C_6$, a w stali NZ2 po hartowaniu ujawniono ok. 3,9% węgla M_6C . Ze wzrostem temperatury odpuszczenia ilość fazy węglikowej zwiększała się.

Wstęp

Prześledzenie kinetyki zjawisk, zachodzących w czasie obróbki cieplnej stali narzędziowych, wymaga dokładnej identyfikacji wydzielonych faz. Znajomość przemian strukturalnych umożliwia ustalenie parametrów procesów technologicznych gwarantujących uzyskanie w omawianych stalach najkorzystniejszych własności użytkowych [1]. Obecnie, identyfikacji wydzieleń dokonuje się najczęściej jedną z dwóch metod:

- rentgenowską analizą fazową [2] ÷ [4],
- dyfrakcją elektronową na mikroskopie elektronowym [5].

Najpełniejsze informacje o zachodzących w trakcie obróbki cieplnej zmianach strukturalnych uzyskać można przez połączenie i uzupełnienie wyników badań na mikroskopie elektronowym wynikami rentgenowskiej analizy fazowej.

W pracy omówiono podstawowe zasady rentgenowskiej analizy fazowej, ze zwróceniem szczególnej uwagi na sposób przygotowania preparatów oraz uzyskanie wysokiej czułości stosowanej metody.

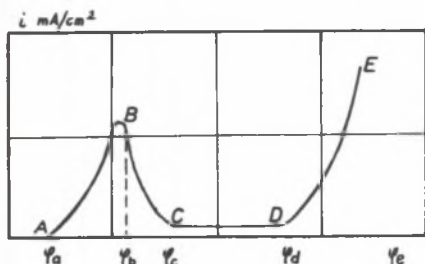
1. Elektrolityczna ekstrakcja faz w stalach

Anodowe selektywne rozpuszczanie faz jest szeroko stosowane przy przeprowadzaniu analizy fazowej stopów poddawanych obróbce cieplnej lub cieplno-chemicznej. Wykorzystuje się przy tym różnice potencjałów elektrody-

namicznych poszczególnych faz [6] ÷ [9]. Metody rozdzielania faz w oparciu o różnice trwałości chemicznej w różnych ośrodkach podane zostały w pracy [10]. Na przykład węgliki typu MC lub M(C,N) metali IV i V grupy układu okresowego są odporniejsze na działanie kwasów HCl i H₂SO₄ niż węgliki żelaza i chromu.

W procesie elektrochemicznej ekstrakcji wydzielonych faz najważniejszą rolę odgrywają reakcje utleniająco-redukcyjne. Podczas oddziaływania metalu z elektrolitem reakcje anodowego utleniania i katodowej redukcji przebiegają równocześnie [11].

Anodowe rozpuszczanie faz determinuje potencjał i gęstość prądu elektrolizy. W układzie anoda (faza) – elektrolit – katoda, rozpuszczanie rozpoczyna się dopiero od określonej wartości potencjału φ_a (rys. 1).



Rys. 1. Schematyczny wykres polaryzacji anodowej stopów

rozpuszczalność fazy zawartej w wielofazowej anodzie wzrasta przy wzroście gęstości prądu.

Natężenie prądu przepływającego w osiis elektrolizy może być w pierwszym przybliżeniu określone jako suma natężeń prądów poszczególnych faz:

$$I = \sum i_k S_k$$

gdzie:

- k - wskaźnik fazy,
- S_k - powierzchnia fazy.

Dla niektórych stopów izolacja faz prowadzona jest przy potencjałach odpowiadających zakresowi stanu aktywnego roztworów stałych lub w przedziale odpowiadającym stanowi aktywnemu rozpuszczonych faz.

Ze wzrostem potencjału do wartości φ_b , wzrasta szybkość przechodzenia jonów metali do elektrolitu (proces aktywnego rozpuszczania). Dalsze zwiększanie potencjału wywołuje obniżenie gęstości prądu do wartości C, i równoczesne zmniejszenie prędkości rozpuszczania się anody. W przedziale wartości potencjału φ_b do φ_0 faza znajduje się w stanie pasywnym. Począwszy od potencjału φ_d

Elektrolityczna ekstrakcja faz z wielofazowego litego stopu winna być prowadzona w takich warunkach, aby izolowane fazy znajdowały się w stanie pasywnym, zaś fazy rozpuszczające się w stanie aktywnym. Dlatego też przy doborze warunków elektrolizy konieczna jest znajomość krzywych potencjału faz występujących w stopach. Krzywe takie zdejmuje się przy użyciu badań potencjostatycznych.

W tabelicy 1 przedstawiono składy elektrolitów i warunki elektrolizy stosowanych do izolowania węglików i faz międzymetalicznych z różnych gatunków stali [12].

Tabela 1

Składy elektrolitów i warunki elektrolizy stosowane do izolowania węglików i faz międzymetalicznych ze stali

Lp.	Skład elektrolitów	Warunki elektrolizy			Gatunek stali	Skład fazowy izolatów
		Gęstość prądu (mA/cm ²)	Temp. (°C)	Czas (h)		
1	2	3	4	5	6	7
1	7,5% KCl, 0,5% kwasu cytrynowego	20	-5 do 0	4	stale węglowe stopowe; perlityczne i martenzytyczne	$M_3\bar{C}$; M_7C_3 ; $M_{23}C_6$
2	7,5% KCl, 0,2+0,3 tiomocznika, 5+50% HCl	20	20	2÷4	stale martenzytyczne z 12% Cr, austenityczne zawierające węgliki	$M_{23}C_6$; $M_2(CN)$; M_2C ; M_7C_3 ; MC; M(C,N); M_6C ; M_2M'' ; χ -faza
3	15% NaCl 2.5% kwasu winnego	70 ÷ ÷1200	20	0,25 ÷ ÷ 0,33	"	MC; M(C,N); M_6C ; $M_{23}C_6$; oszczędowo lub oalkowicie \bar{C} ; M_2M''
4	2+3% NaF, 1% kwasu cytrynowego, 5 ÷ 10% HCl	20	20	4	stale nierdzewne	MC; NiBe; M_7C_3 ; M_6C ; $M_{23}C_6$; M_3B_2
5	5% HCl w alkoholu	20	20	4	stale wysokostopowe: martenzytyczne z 12% Cr, austenityczne zawierające węgliki	$M_{23}C_6$; M_7C_3 ; $M_2(CN)$; M_2C ; MC; M(C,N); M_6C ; M_2M''

od. tablicy 1

1	2	3	4	5	6	7
6	25% HCl, 3% kwasu cytrynowego	20	20	4	stale klasy przejściowej i wysokochromowe	M_2C ; MC; M(C,N); $M_{23}C_6$; σ ; χ
7	30% KCl, 5% HCl, 2÷5% kwasu cytrynowego	100 ÷ ÷1000	0	0,15 ÷ ÷0,25	stale nierdzewne i odporne na korozję	MC; M(C,N); $M_{23}C_6$; M_7C_3 ; M_2M'' ; σ
8	5% HCl; 10% gliceryny w alkoholu metylowym	70	-5 ÷ ÷+7	1	wszystkie gatunki stali	MC; M(C,N); M_7C_3 ; $M_{23}C_6$; M_2M'' ; σ ; χ ; M_3B_2 ; TiB ₂
9	3 ÷ 10% HCl	20 ÷ 50	20	1,5	stale szybko-tnące	MC; M_6C ; M_7C_3 $M_{23}C_6$
10	0,5 H ₂ C ₂ O ₄ 20% HCl	50	20	2	stale nierdzewne i odporne na korozję	MC; M(C,N); $M_{23}C_6$; M_2M''
11	1% (NH ₄) ₂ SO ₄ 1÷4% kwasu cytrynowego	10 ÷ 80	5 ÷ 20	0,15 ÷ ÷0,33	stale austenityczne chromowo-niklowo-tytanowe zawierające węgliki	Ni ₃ Al; Ni ₃ (Al,Ti); β -Ni ₃ Ti; Ni ₃ Nb; MC; $M_{23}C_6$; M_6C ; $M_7(W,Mo)_6$ - ożę- siołowo
12	5% CuSO ₄ 80% kwaśnego cytrynianu sodu, 10% metanolu	10 ÷ 80	1 ÷ 15	0,15 ÷ ÷2	"	"

2. Rentgenowska identyfikacja faz

Najprostszym i najszybszym sposobem identyfikacji faz jest bezpośrednie porównanie rentgenogramu badanej substancji z rentgenogramami wzorów. Wymaga to jednak posiadania dużego zbioru rentgenogramów wzorowych lub substancji czystych, z których można wykonać takie rentgenogramy.

W ogólnych przypadkach identyfikację faz prowadzi się przez porównanie odległości międzypłaszczyznowych i natężeń linii danej fazy z odległościami międzypłaszczyznowymi oraz natężeniami liczbowymi wzorów identyfikacyjnych [13] ÷ [16].

Rentgenowska metoda identyfikacji, podobnie jak każda inna metoda analizy składu fazowego substancji, posiada zalety i wady. Główną jej wadą jest mała oszczędność. Obecność faz w mieszaninie w ilościach mniejszych od 0,5 ÷ 1% nie może być wykryta metodą rentgenowskiej analizy fazowej [17]. Granica wykrywalności zależy od własności substancji badanej, jej struktury krystalicznej, budowy atomowej, wielkości krystalitów i stopnia znie-

kształcenia sieci krystalicznej, od wielkości współczynników absorpcji faz wchodzących w skład mieszaniny oraz od poziomu tła na rentgenogramie. Fazy zawierające atomy o dużej zdolności odbicia promieni rentgenowskich i małym współczynnikiem absorpcji posiadają korzystniejszą granicę wykrywalności, niż fazy zawierające atomy o małej liczbie atomowej. Duże rozdrobnienie substancji powoduje poszerzenie linii dyfrakcyjnych, które przy małej zawartości danej fazy mogą ginąć na tle. Czynnikiem ten nabiera znaczenia tylko wtedy, gdy wielkości kryształitów są mniejsze od 10^{-5} cm. Istotny wpływ na granicę wykrywalności wywiera symetria sieci krystalicznej analizowanej substancji. Obniżenie symetrii powoduje wzrost ilości linii na rentgenogramie, przy tym energia ośrodkowa rozkłada się na większą ilość linii dyfrakcyjnych, wskutek czego natężenie ich maleje. Wynika stąd, że obniżenie symetrii prowadzi do obniżenia czynnika krotności danej rodziny płaszczyzn (hkl).

Czułość metody rentgenowskiej identyfikacji może być podwyższona przez dobranie odpowiednich warunków wykonywania rentgenogramu lub przez prawidłowe przygotowanie preparatu. Dobór odpowiednich warunków wykonywania rentgenogramu sprowadza się do zmniejszenia natężenia tła i zwiększenia zdolności rozdzielczej. Jak wykazała praktyka do wykonywania rentgenogramów ze stopów żelaza najlepiej używać promieniowania $\text{CuK}\alpha$ lub $\text{CoK}\alpha$. Stosowanie bardziej długofalowego promieniowania powoduje zmniejszenie ilości linii rejestrowanych na rentgenogramie. Natomiast krótkofalowe promieniowanie np. $\text{MoK}\alpha$ prowadzi do zagęszczenia linii w obszarze małych kątów, skupiając je na bardzo wąskim obszarze. Zmniejsza to dokładność pomiaru odległości linii, a przez to obniża dokładność wyznaczenia odległości międzypłaszczyznowych. Ponadto linie dyfrakcyjne leżące pod małymi kątami mogą ginąć w obszarze martwym kamery.

Większą czułość metody uzyskuje się przy wykonywaniu rentgenogramu na dyfraktorze z jonizacyjną techniką rejestracji promieniowania. Zapis rentgenogramu prowadzi się na taśmie rejestracyjnej przy małej prędkości ruchu licznika ($1/2$ lub $1/4^{\circ}$ na min.) i przesuwu taśmy 10 mm/min. Warunki te zabezpieczają wysoką zdolność rozdzielczą metody.

Do wykonywania rentgenogramów należy stosować filtrowane promieniowanie rentgenowskie, gdyż linie dyfrakcyjne $K\beta$ mogą nakładać się na linie $K\alpha$ tego samego lub innego składnika mieszaniny, co utrudnia identyfikację. Prawie ośrodkowe wyeliminowanie tła rentgenogramu można uzyskać przez zastosowanie monochromatorów krystalicznych.

Czułość metody można wielokrotnie zwiększyć przez prawidłowe przygotowanie preparatu. W większości przypadków analizę fazową prowadzi się na próbkach w postaci proszku, gdyż w łatwy sposób można uzyskać zagęszczenie faz występujących w małych ilościach. Często do tego celu wykorzystuje się elektrolityczną ekstrakcję, separację magnetyczną lub flotację.

3. Materiał badań

Badania przeprowadzono na izolatach otrzymanych drogą elektrolitycznego rozpuszczenia próbek ze stali NC10; NWC; NZ2, hartowanych w oleju i odpuszczonych w temperaturach 200°C, 320°C, 450°C w czasie 2 godzin. Skład chemiczny badanych stali oraz temperatury austenitizowania podano w tabeli 2.

Tablica 2

Skład chemiczny i warunki austenitizowania badanych stali

Gatunek stali	Skład chemiczny							Temperatury austenitizowania
	C	Mn	Si	P	S	Cr	W	
NC10	1,70	0,42	0,39	0,023	0,027	11,51	-	980°C
NWC	1,00	0,94	0,24	0,012	0,015	1,14	1,36	830°C
NZ2	0,49	0,31	0,98	0,020	0,020	1,05	1,92	900°C

Po hartowaniu stale NC10 i NWC posiadały strukturę składającą się z martenzytu skrytoiglastego, austenitu szosątkowego oraz węglików, natomiast w stali NZ2 ujawniono strukturę martenzytu samoodpuszczonego.

4. Metodyka badań

Elektrolityczną izolację faz przeprowadzono przy gęstości prądu 20 mA/cm² w 5% roztworze kwasu solnego w wodzie destylowanej. Proces ekstrakcji trwał średnio 20 godzin. Otrzymane izolaty po kilkakrotnym płukaniu wodą, a następnie alkoholem etylowym i odwirowaniu, suszono przy temperaturze ok. 60°C. Elektrolityczną ekstrakcję faz ze stali przeprowadzono również w wodnym roztworze wersenianu sodu.

Skład fazowy izolatów badano metodą rentgenowskiej jakościowej analizy fazowej. Rentgenogramy wykonano metodą Debye'a - Scherrerera - Hulla w kameryze cylindrycznej o średnicy 114,6 mm z zastosowaniem promieniowania filtrowanego CoK_α. Napięcie wzbudzenia wynosiło 40 kV, natężenie 10 mA. Odległości symetrycznych linii na rentgenogramach mierzono na negatome-trze z dokładnością ± 0,1 mm. Po uwzględnieniu poprawki na absorpcję preparatu, poszczególnym liniom na rentgenogramach przypisano odpowiadające im wartości odległości międzypłaszczyznowych d_{hkl} , na podstawie tablic [18]. Do identyfikacji faz wykorzystano rentgenowskie diagramy wzorcowe wybrane z kartoteki ASTM [19].

Dla określenia składu chemicznego badanych izolatów przeprowadzono rentgenowską analizę spektralną na przystawce spektrometrycznej wspoipre-

oującej z dyfraktometrem TUR M61. Źródłem promieniowania była anoda wolframowa zasilana napięciem 50 kV przy natężeniu 10 mA. Monochromator kryształiczny stanowił fluorek litu.

5. Omówienie wyników badań i wnioski

Zmiany ilości węglików ze wzrostem temperatury odpuszczenia przedstawiono na rys. 2 oraz w tabelicy 3.

Tabela 3

Zawartość węglików w badanych stalach, w % ciężarowych

Gatunek stali	Rodzaj węglików	Obróbka cieplna			
		Hartowanie	Odpuszoż. 200°C	Odpuszoż. 320°C	Odpuszoż. 450°C
MC10	M ₇ C ₃	14,79	15,21	15,44	15,58
NWC	M ₂₃ C ₆	7,59	7,79	8,36	9,93
NZ2	M ₆ C	3,96	4,27	4,50	5,67

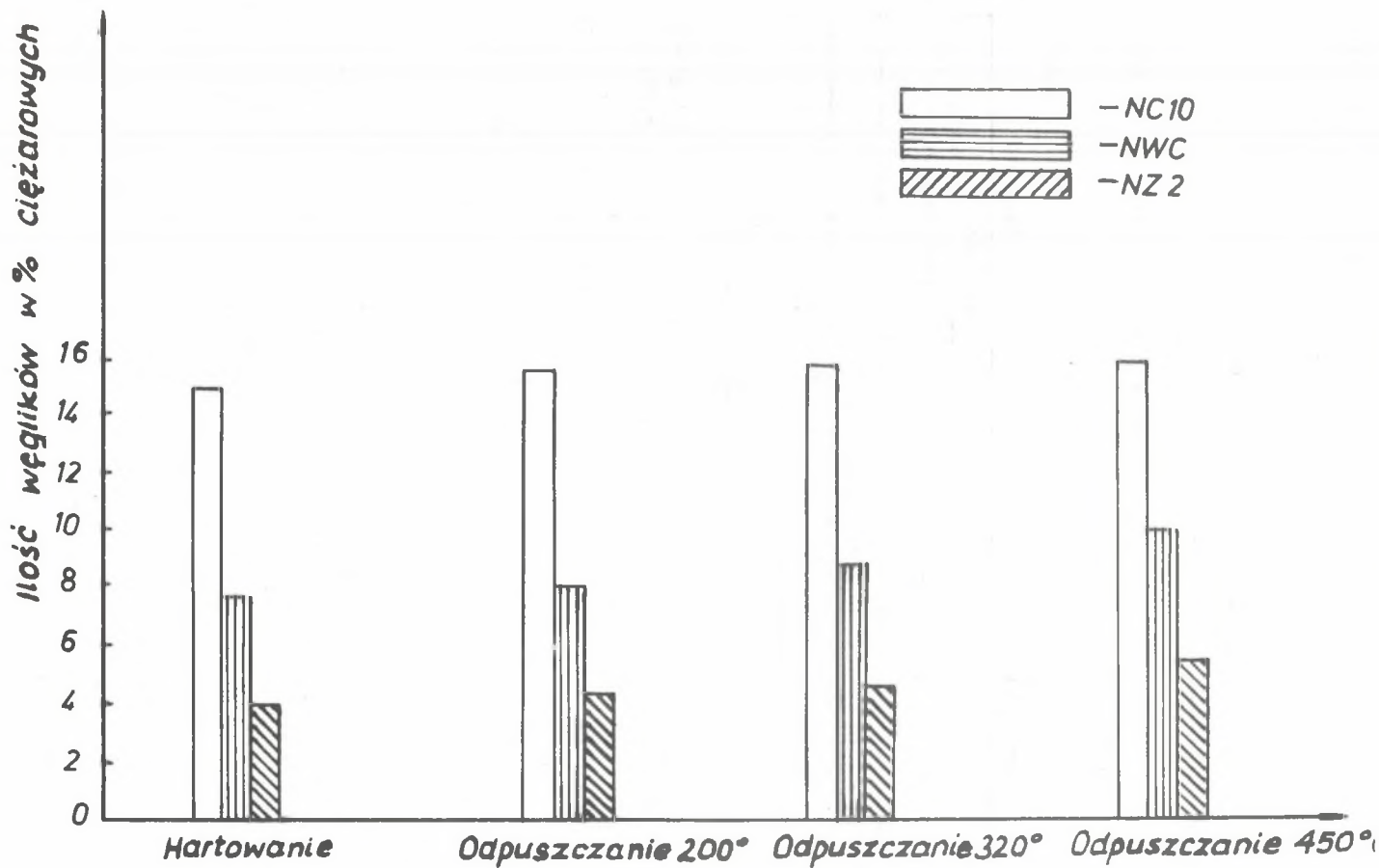
W tablicach 4, 5, 6 przedstawiono wyniki identyfikacji rentgenogramów izolatorów ze stali NC10, NWC, NZ2. Rentgenogramy izolatorów otrzymanych z badanych stali przedstawiono na rys. 3, 4 i 5.

Po hartowaniu w strukturze stali NC10 stwierdzono ok. 14,8% węglika M₇C₃. Analiza spektralna wykazała, że węgiel ten zawierał ok. 26% atomów żelaza i 30% atomów chromu. Ze wzrostem temperatury odpuszczenia ilość węglików w strukturze zwiększyła się i po odpuszczeniu w temperaturze 450°C wynosiła ok. 15,6%. Stanowi to wzrost o ok. 5,3% w stosunku do wartości uzyskanej po hartowaniu. Analiza spektralna nie wykazała istotnych różnic w składzie izolatorów.

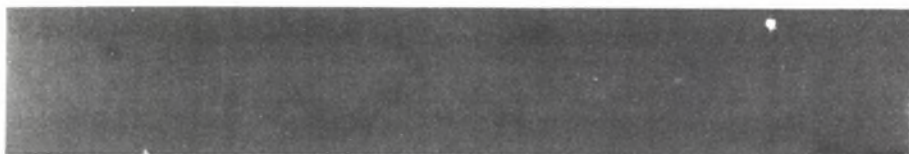
Zahartowana stal NWC posiadała w swej strukturze ok. 7,6% węglika M₂₃C₆. Wykryto w nim za pomocą analizy spektralnej obecność atomów żelaza i wolframu oraz śladowe zawartości chromu. Intensywny przyrost ilości węglików zaobserwowano po odpuszczeniu w temperaturze 320°C i 450°C. Udziały węglików w strukturze wynosiły odpowiednio 8,4% i 9,8%, co stanowi wzrost o ok. 10% i 30% w stosunku do ilości stwierdzonej po hartowaniu.

W stali NZ2 stwierdzono po hartowaniu ok. 3,9% węglika M₆C. Jego ilość zwiększyła się do ok. 5,7% po odpuszczeniu w temperaturze 450°C, co stanowi przyrost o ok. 44%. W badanych izolatach nie wykryto obecności innych faz węglkowych.

Elektrolityczna ekstrakcja przeprowadzona w roztworze wersenianu sodu nie dała zadowalających wyników ze względu na częściowe przechodzenie do izolatorów tlenków i innych zanieczyszczeń stali.



Rys. 2. Zależność ilości węglików od rodzaju obróbki cieplnej



Rys. 3. Rentgenogram izolatu otrzymanego ze stali NZ2



Rys. 4. Rentgenogram izolatu otrzymanego ze stali NWC



Rys. 5. Rentgenogram izolatu otrzymanego ze stali NC10

Tablica 4

Wyniki identyfikacji rentgenogramu izolatu ze stali NC10

Lp.	Wartości mierzone		Wartości wzorowe M_{7C_3}	
	$I_{wzgl.}$	d (Å)	$I_{wzgl.}$	d (Å)
1	50	2,29	40	2,30
2	60	2,11	60	2,12
3	100	2,03	100	2,04
4	40	1,819	60	1,81
5	40	1,738	60	1,74
6	30	1,340	20	1,35
7	60	1,208	60	1,205
8	40	1,110	60	1,178
9	40	1,160	60	1,160

Tablica 5

Wyniki identyfikacji rentgenogramu izolatu ze stali NWC

Lp.	Wartości mierzone		Wartości wzorcowe $M_{23}C_6$	
	$I_{wzgl.}$	d (Å)	$I_{wzgl.}$	d (Å)
1	80	2,379	80	2,375
2	70	2,171	60	2,168
3	100	2,047	100	2,044
4	70	1,876	60	1,878
5	70	1,796	60	1,796
6	50	1,678	60	1,680
7	50	1,598	40	1,602
8	50	1,286	60	1,288
9	80	1,250	80	1,252
10	70	1,225	60	1,227
11	60	1,164	60	1,165
12	100	1,083	100	1,084
13	40	1,065	40	1,068

Tablica 6

Wyniki identyfikacji rentgenogramu izolatu ze stali NZ2

Lp.	Wartości mierzone		Wartości wzorcowe M_6C	
	$I_{wzgl.}$	d (Å)	$I_{wzgl.}$	d (Å)
1	70	2,76	80	2,75
2	70	2,54	80	2,53
3	80	2,25	80	2,25
4	100	2,13	100	2,12
5	80	1,957	80	1,95
6	30	1,670	40	1,66
7	70	1,546	60	1,54
8	60	1,435	60	1,43
9	70	1,356	80	1,35
10	100	1,308	100	1,30
11	60	1,276	60	1,27
12	30	1,220	40	1,21
13	30	1,185	40	1,18
14	70	1,116	80	1,11
15	70	1,089	80	1,08
16	70	1,074	80	1,07
17	20	1,009	20	1,01

Analiza wyników przeprowadzonych badań pozwala sformułować następujące wnioski:

1. W stalach narzędziowych stopowych do pracy na zimno (NC10; NWC; NZ2) pełną ekstrakcję węglików do analizy ilościowej uzyskuje się podczas rozpuszczania w 5% wodnym roztworze kwasu solnego przy temperaturze 20°C i gęstości prądu 20 mA/cm².

2. W każdej z badanych stali zidentyfikowano tylko jeden rodzaj węglika: M₇C₃ w stali NC10; M₂₃C₆ w stali NWC i M₆C w stali NZ2.

3. Za pomocą analizy spektralnej izolatów stwierdzono, że w badanych stalach występują węgliki stopowe. Ich skład nie ulegał zmianie w trakcie stosowanych zabiegów obróbki cieplnej.

LITERATURA

- [1] Żmihorski E.: Stale narzędziowe i ich obróbka cieplna, WNT, Warszawa 1970.
- [2] Bokij G.B., Poraj-Koszcio M.A.: Rentgenostrukturalny analiz, tom I, Moskwa 1964.
- [3] Peiser H.S., Rooksby H.P., Wilson A.J.C.: X-ray diffraction by polycrystalline materials, London 1960.
- [4] Klug H.P., Alexander L.E.: X-ray diffraction procedures, New York 1959.
- [5] Andrews K.W., Dyson D.J.: Interpretation of electron diffraction patterns, London 1968.
- [6] Łaszko N.F., i inni: Metody fizyko-chemiczno-fazowo analiza, Izd-wo "Metallurgija" 1970.
- [7] Jakowliw P.Ja., Jakowliewa E.F.: Technicziskij analiz w metalurgii, Metallurgizdat, 1962.
- [8] Kozłowa M.N., Łaszko N.F., Sorokina K.P.: Zaw. Łab., 1963, nr 3.
- [9] Koch W.: Stahl und Eisen, Bd 69, H. 1, 1949, nr 1.
- [10] Popowa N.M.: Karbidny analiz stali, Oborongiz 1956.
- [11] Cook W.T., Davies B.L.: Metallurgia, 1965, v. 72, nr 432, r. 159.
- [12] Tumanow A.T. i inni: Metody ispytanija, kontrola i issledowanija maszynostroitelnych materialow, tom I, Izd-wo Maszynostroienijs, 1971.
- [13] Bagariacki Ju.A.: Rentgenografija w fizychemskom metallozwiedienii Moskwa 1961.
- [14] Cullity B.D.: Podstawy dyfrakcji promieni rentgenowskich, PWN, Warszawa 1964.
- [15] Guinier A.: Rentgenografija kristalłow, Moskwa 1961.
- [16] Kitajgorodski A.J.: Rentgenostrukturalny analiz, Moskwa 1955.
- [17] Azarrof L., Burger M.: Metod porozszka w rentgenografii, Moskwa 1961.
- [18] Dettmar H.K.: Tables for the Evolution of X-ray Powder Diagrams, 1956.
- [19] Kartoteka American Society for Testing Materials, Philadelphia 1956.

РЕНТГЕНОВСКИЙ АНАЛИЗ ВЫДЕЛЕНИЙ КАРБИДОВ В ТЕРМООБРАБОТКЕ
ОТБОРНЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ

Р е з ю м е

В работе приведен рентгеновский анализ изолированных фаз, полученных путем электролитической экстракции отобранных инструментальных сталей. Представленный метод обеспечивает полную пригодность в структурном анализе высоколегированных инструментальных сталей. Поданы параметры электролиза, обеспечивающие полную экстракцию изолированных карбидов.

В закаленной стали NC10 обнаружено ок. 14,8% карбида M_7C_3 , в закаленной стали NWC - ок. 7,6% карбида $M_{23}C_6$, а в стали Nz2 - 3,9% карбида M_6C . С повышением температуры отпуска, повышается количество карбидной фазы.

X-RAY ANALYSIS OF CARBIDE PRECIPITATIONS ISOLATED
FROM SOME HEAT TREATED TOOL STEELS

S u m m a r y

The work deals with X-ray analysis of carbide precipitations isolated from some tool steels by means of electrolytic extraction. The parameters of electrolytic processes assuring the complete extraction of examined carbides from matrix has been given. Full usability of the above mentioned method in the structural analysis of high-alloy tool-steels has been given. In as quenched steels the following amounts of carbides has been revealed: NC10 steel - about 14,8% of M_7C_3 carbide, NWC steel - about 7,6% of $M_{23}C_6$ carbide and in NZ2 steel - about 3,9% of M_6C carbide.

Together with the rise of tempering temperature the amount of carbide phase increased.