

Wacław Sakwa, Stanisław Jura,
Józef Czepiel

Instytut Odlewnictwa

ODLEWNICZA METODA WYTWARZANIA WARSTW STELLITOWYCH NA STOPACH ŻELAZA

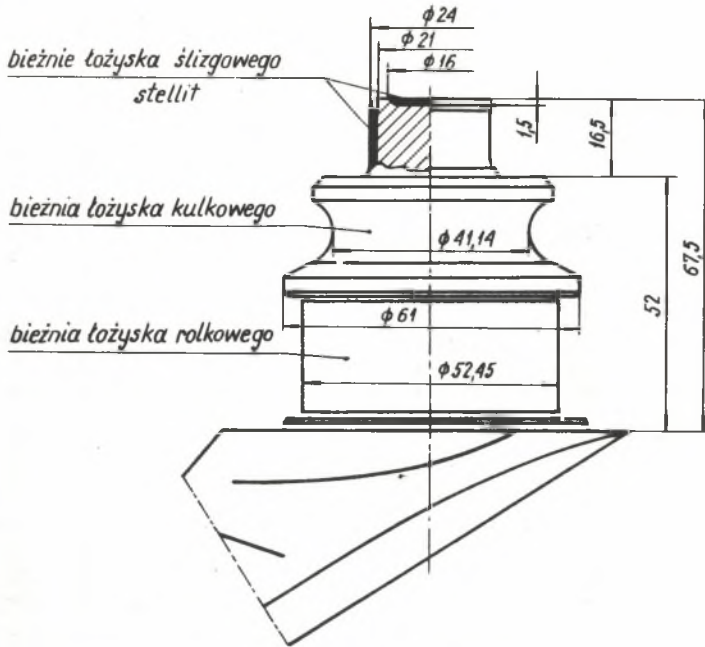
Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań warstw stelliteowych na czopach segmentów świerdów górniczych, odlewniczą metodę wytwarzania warstw stelliteowych na tych elementach oraz wpływ obróbki cieplnej na jakość połączenia.

1. Wstęp

Ulepszanie powierzchni roboczych wyrobów metalowych przez nakładanie na nie materiałów o specjalnych właściwościach przeciwdziała nadmiernemu zużyciu się miejsc szczególnie narażonych na działanie czynników niszczących.

Powłoki ochronne wykonywane są różnymi metodami, między innymi obróbki cieplno-chemicznej, napawania powierzchni, czy też odlewów warstwowych. W wymienionych procesach podkład wykonany jest przeważnie ze stopów o wysokich właściwościach wytrzymałościowych, natomiast warstwę zewnętrzną wytwarza się z materiałów o specjalnych właściwościach, dostosowanych do warunków pracy części konstrukcji. Warstwy te można uzyskać metodami odlewniczymi stosując procesy zalewania w formie kształtowanych brykietów, wykonanych ze sproszkowanych stopów, w postaci wkładek oraz stopów o specjalnych właściwościach na odpowiednio przygotowaną powierzchnię podkładu.

W pracy opisano metodę odlewniczą nakładania stelliteu na czopy ślizgowe segmentów świerdów wiertniczych (rys. 1). Opracowana technologia może znaleźć szerokie zastosowanie do wszelkiego rodzaju czopów ślizgowych zwłaszcza w przypadku, gdy powierzchnie czopów narażone są na wysokie naciski w szczególnie niekorzystnych warunkach pracy.



Rys. 1. Segment świdra

2. Badania własne

W trakcie przeprowadzonych badań ustalono własności warstw stelliteowych na czopach segmentów świdrów wiertniczych pochodzących z importu, opracowano odlewniczą technologię nakładania stellite oraz zbadano własności warstw stellite nałożonych według opracowanej technologii.

2.1. Badanie segmentów importowanych

Analizę chemiczną wykonano przy pomocy mikrosondy elektronicznej. Wyniki tej analizy zestawiono w tabelicy 1.

Tabelica 1

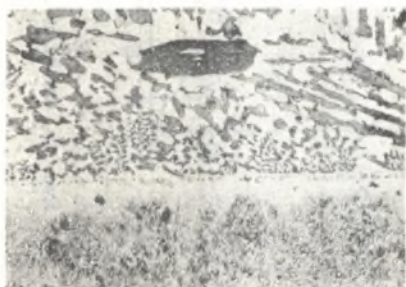
Wyniki analizy chemicznej i pomiaru twardości

Nr próbki	Producent segmentu	Skład chemiczny %					
		Cr	Ni	Co	Fe	W	HRC
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Deloro	35-40	ok. 3,5	45-50	10-25	10-19	57
2	Francja	35-40	-	55-60	-	ok. 12	-
3	Securite	ok. 35	ok. 1,0	40-50	25-35	9-12	61

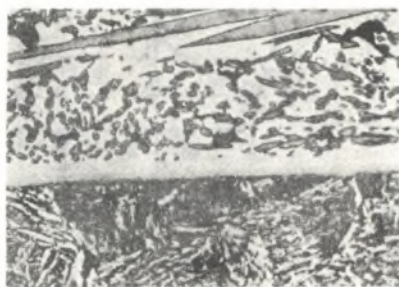
cd. tablicy 1

1	2	3	4	5	6	7	8
4	Securite	ok. 40	-	45-50	-	ok. 12	-
5	Böhler	35-45	ok. 3,0	0	65-80	0	56
7	Reed	ok. 40	-	ok. 50	-	ok. 10	54
8	Idryl	ok. 10	1-2	13-20	75-85	2-11	58
9	Varel	ok. 35	-	45-55	ok. 15	10-20	52

Mikrostrukturę warstwy przejściowej i sąsiadujących z nią warstw podkładu i stellitu przedstawiają rys. 2 i 3. Jaśniejsze pola na tych rysunkach odpowiadają warstwie stellitu.



Rys. 2. Struktura próbki nr 1. W stelicie widoczne ciemne węgliki. W pobliżu warstwy dyfuzyjnej drobne wydzielenia.
Pow. 500 x, traw. $\text{HNO}_3 + \text{KMnO}_4$



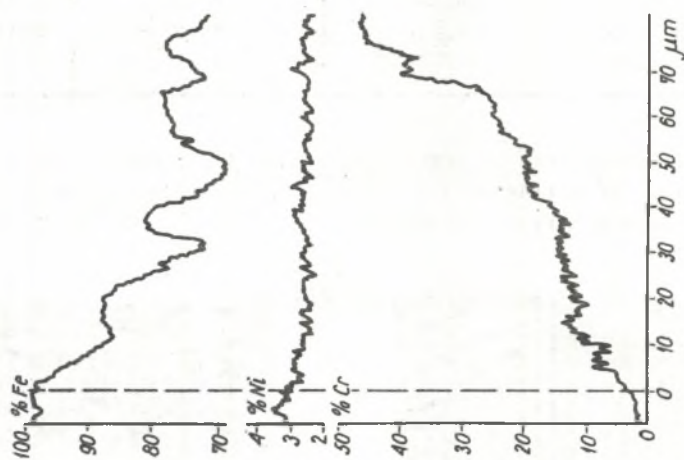
Rys. 3. Struktura próbki nr 7. W stelicie widoczne ciemne węgliki
Pow. 500 x, traw. $\text{HNO}_3 + \text{KMnO}_4$

Rozkład pierwiastków w warstwie przejściowej przedstawiają rys. 4 do 7. Z analizy wyników badań zestawionych w tablicy 1 i na rys. 2-7 wynikają następujące wnioski:

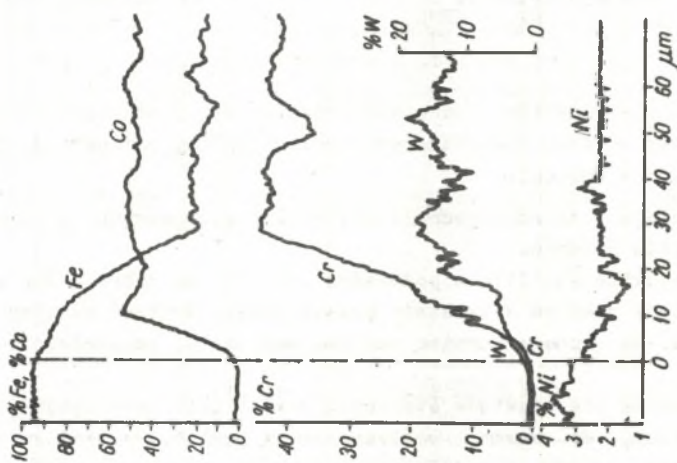
1. Istnieje duża różnorodność materiałów stosowanych do pokrywania czołów segmentów świdrów.

2. Połączenie stellitu z podkładem jest bardzo dobre. Nie stwierdzono wad w postaci pęknięć w warstwie przejściowej. Grubość warstwy dyfuzyjnej jest różna. Najgrubszą warstwę posiada segment 5, najcieńszą natomiast segment 7.

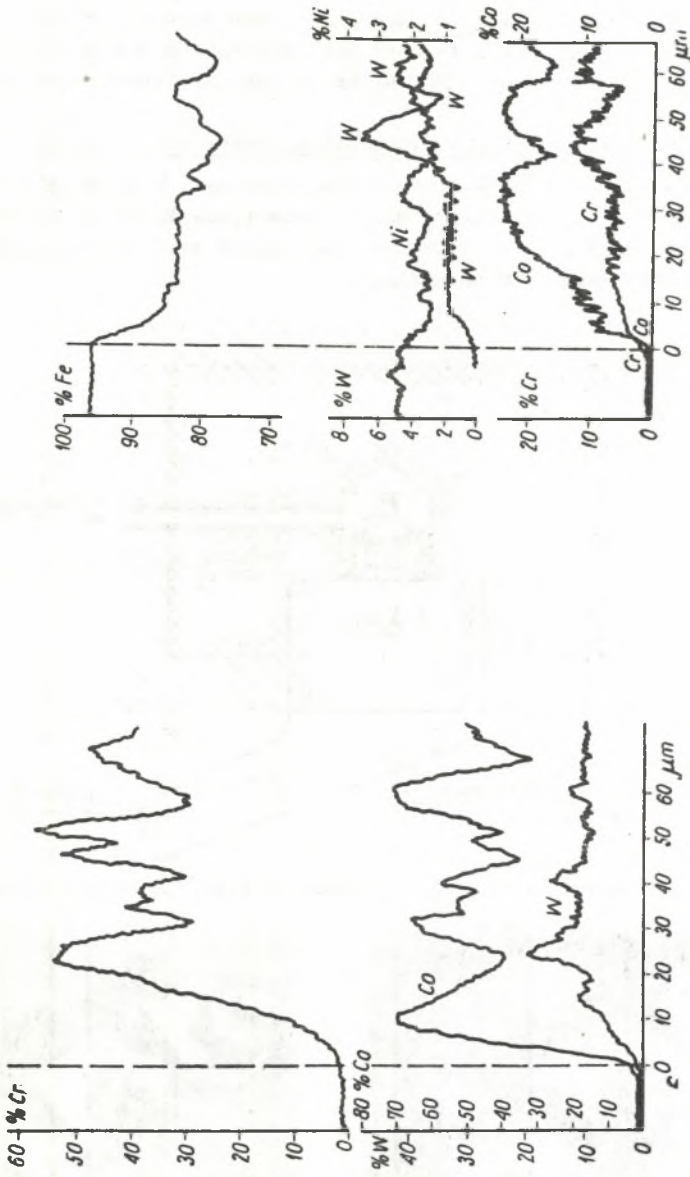
3. Rozdział pierwiastków stopowych w stelicie jest zgodny z ogólną zasadą podziału, tzn. chrom i wolfram tworzą węgliki, natomiast kobalt, żelazo i nikiel osnowę. W podkładzie w pobliżu warstwy przejściowej występuje zwiększona zawartość węgla, co spowodowane jest dyfuzją tego pierwiastka ze stellitu do podkładu.



Rys. 5. Rozkład pierwiastków w próbce nr 5



Rys. 4. Rozkład pierwiastków w próbce nr 2



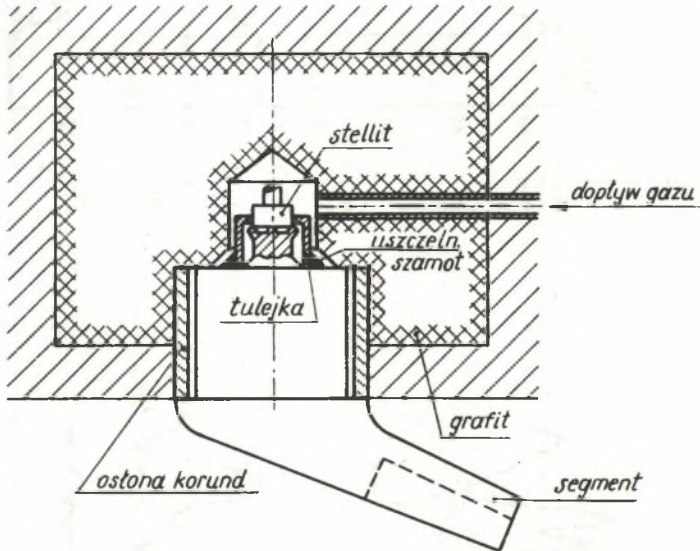
Rys. 6. Rozkład pierwiastków w próbce nr 7

Rys. 7. Rozkład pierwiastków w próbce nr 8

4. Ustalenie metody nakładania stellitu na badanych segmentach nastęca pewne trudności, gdyż w przypadku prawidłowego nałożenia warstwy i następującej po tym obróbki cieplnej, nie obserwuje się różnic strukturalnych. Można przypuszczać, że niektóre warstwy zostały nałożone metodą spawalniczą, na co wskazuje stwierdzona znaczna niejednorodność struktury.

2.2. Badania technologiczne wytwarzania powłok stellitowych

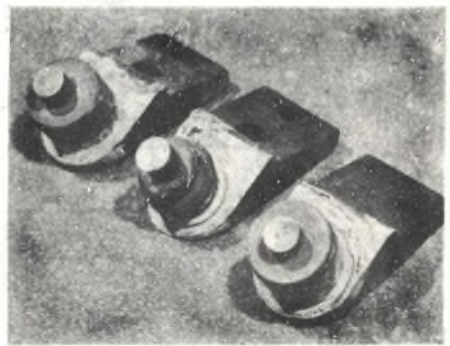
Na podstawie badań segmentów importowanych i katalogów firm produkujących segmenty, wytypowano stellit zawierający 2,50% C; 0,50% Si; 0,12% Mn; 49,80% Co; 30,10% Cr; 11,80% W oraz 5,10% Fe, z którego wykonano kształtki stanowiące wsad do natapiania.



Rys. 8. Schemat technologii nakładania stellitu metodą odlewniczą



Rys. 9. Segmenty przygotowane do procesu



Rys. 10. Segmenty po nałożeniu stellitów na czopy

Po przeprowadzeniu szeregu prób i sprawdzeniu różnych technologii wytypowano proces, którego zasadę przedstawia rys. 8. Według tej technologii na próbki (rys. 9) nakładano warstwy stellite (rys. 10).

W celu uzyskania warstwy stellite o wymaganych wymiarach stosowano tulejki szamotowe lub grafitowe, odwzorowujące zewnętrzny kształt powłoki. Tulejki przytwierdzone do czopa, uszczelniano zaprawą ceramiczną, a następnie dokładnie suszono. Do przytwierdzonej tulejki wsypywano około 1% boksraksu i wstawiono wsad metalowy (krażek). Tak przygotowany segment wprowadzono do wnęki w bloku grafitowym, nagrzany w cewce indukcyjnej do temperatury około 1100°C. Po nagrzaniu do wymaganej temperatury, kontrolowanej przy pomocy termopary Pt-PtRh, następowało stopienie wsadu i wypełnienie nim wolnych przestrzeni między czopem i tulejką. Parametry procesu nakładania stellite na próbki zestawiono w tablicy 2, a na segmenty w tabl. 3.

Tablica 2

Parametry procesu nakładania stellite na próbki

Nr próbki	M a t e r i a ł			Parametry procesu					Uwagi
	próbki	stellite	tulejek	temperatura °C	moc nagrzewania kW	czas nagrzewania min	czas topienia min	łączny czas min	
25	18H2N2	CoCr130W	grafit	1550	20	8	7	15	Wyciek stellite pod tulejką
26	18H2N2	CoCr130W	grafit	1500	20	8	6	14	
34	18H2N2	CoCr30W	szamot	1460	20	7	7	14	
35	18H2N2	CoCr30W	szamot	1460	20	7	8	15	
36	18H2N2	CoCr30W	szamot	1460	20	8	8	16	
37	18H2N2	CoCr30W	szamot	1460	20	7	9	16	
38	18H2N2	CoCr30W	szamot	1460	20	7	8	15	

Tablica 3

Parametry procesu nakładania stellitu na segmenty świdrów

Nr segmentu	M a t e r i a ł			Parametry procesu				
	segmentu	stellitu	tygla	temperatura °C	moc kW	czas nagrzewania min	czas procesu min	łączny czas min
2.7	18H2N2	CoCr30W10	grafit	1349	22	10	8	18
2.8	18H2N2	CoCr30W10		1340	22	10	8	18
2.9	18H2N2	CoCr30W10		1340	22	11	7	18
2.10	18H2N2	CoCr30W10		1340	22	10	8	18
3.9	18H2N2	CoCr30W10	szamot	1360	22	10	10	20
3.10		CoCr30W10		1350	22	10	9	19
3.11		CoCr30W10		1360	22	11	8	19
3.12		CoCr30W10		1350	22	10	9	19
3.14		CoCr30W10		1340	21	9	9	18
3.15		CoCr30W10		1350	21	10	8	18
3.16		CoCr30W10		1350	21	10	7	17
3.17		CoCr30W10		1350	21	10	10	20
3.18		CoCr30W10		1360	21	11	7	18
3.19		CoCr30W10		1360	21	11	7	18
3.21		CoCr30W10		1350	20	10	8	18

Tablica 4

Twardość badanych stellitów

Numer próbki	Twardość HRC
34	48,0
35	41,5
37	49,0
38	43,5

2.3. Badanie jakości nałożonych warstw stellitu

Badania jakości i własności nałożonych warstw określono metodą pomiaru twardości HRC (tabl. 4), badań metalograficznych oraz badań rozkładu pierwiastków w warstwie przejściowej. Niezależnie od badań stelliteów surowych przeprowadzono również badania tych materiałów w stanie obrobionym cieplnie w celu zbadania zmian struktury i własności po długotrwałym wygrzewaniu w wysokich temperaturach. Zastosowano następujące zabiegi obróbki cieplnej:

- wyżarzanie w 900°C przez 24 godz.;
- hartowanie z 850°C w oleju;
- wyżarzanie w 640°C przez 2,5 godz. z chłodzeniem z piecem do temperatury 450°C, a następnie na powietrzu;
- hartowanie z 810°C w oleju oraz odpuszczanie w 300°C przez 2 godziny i chłodzenie na powietrzu.

Zmiany twardości próbek spowodowane obróbką cieplną zestawiono w tabelicy 5.

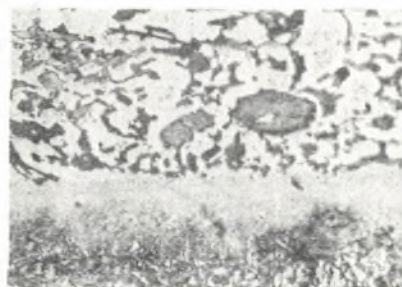
Tablica 5

Zmiany twardości HRC badanych stelliteów		
Stan próbki	Numer próbki	
	26	36
Surowa	59	44
Ulepszona cieplnie	58	50,5

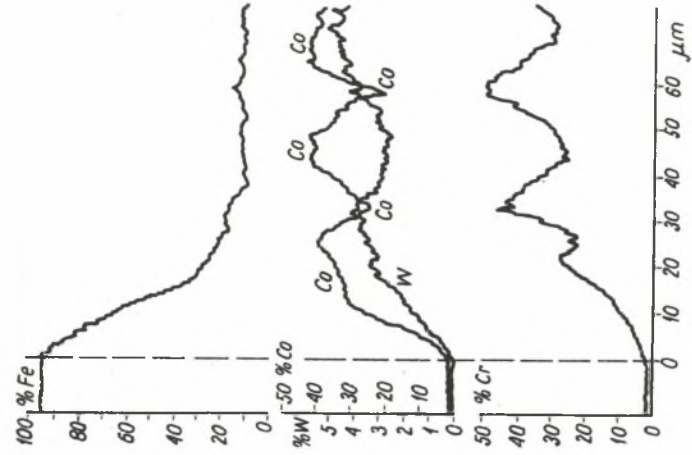
Badania metalograficzne przeprowadzono na próbkach surowych 26,36 oraz na próbkach 26 i 36 obrobionych cieplnie (rys. 11 i 12), natomiast analizę mikrosondową rozkładu pierwiastków w nałożonej warstwie stellitu przed i po obróbce cieplnej przedstawiają rys. 13-16.



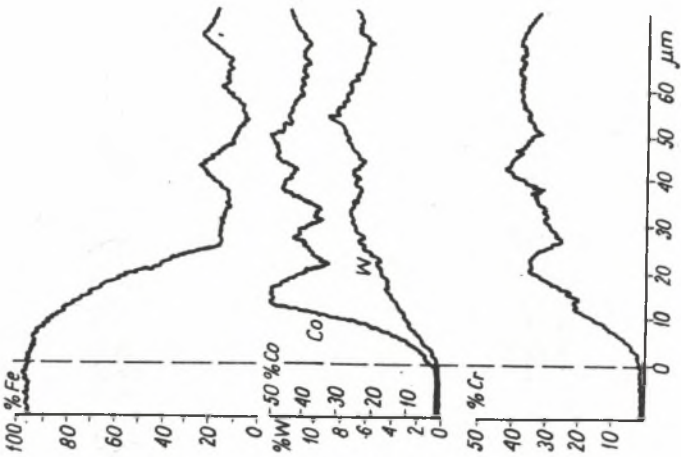
Rys. 11. Struktura próbki nr 26 po odlaniu. W warstwie jasnej stelliteowej widoczne węgliki (ciemne)
Pow. 500 x, traw. $\text{HNO}_3 + \text{KMnO}_4$



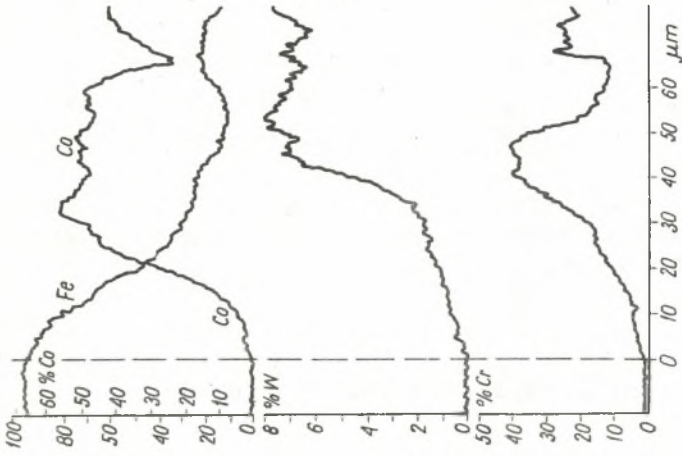
Rys. 12. Struktura próbki nr 26 po obróbce cieplnej. Węglik (ciemne) w warstwie stelliteowej o zmienionym kształcie w porównaniu z rys. 11
Pow. 500 x, traw. $\text{HNO}_3 + \text{KMnO}_4$



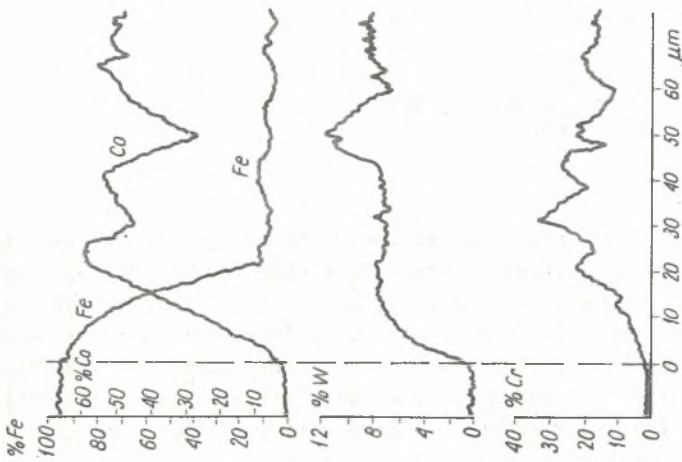
Rys. 14. Rozkład pierwiastków w próbce nr 26 po obróbce cieplnej



Rys. 13. Rozkład pierwiastków w próbce nr 26 po odłaniu



Rys. 16. Rozkład pierwiastków w próbce nr 36 po obróbce cieplnej



Rys. 15. Rozkład pierwiastków w próbce nr 36 po odłaniu

3. Wnioski

1. Przeprowadzone badania wykazały pełną przydatność technologii odlewniczej do nakładania warstw stellite'owych na czopy stalowe.
2. Na podstawie obserwacji struktury oraz mikroanalizy warstwy przejściowej stwierdzono, że jakość połączeń dyfuzyjnych jest jednakowa w czopach produkcji zagranicznej i wykonanych w pracy.
3. W warstwie przejściowej między czopem a stellite'em występuje dyfuzyjne połączenie warstw, zapewniające trwałe związanie podłoża stalowego ze stellite'em.
4. Zastosowanie przy tej metodzie tulejek grafitowych jest bardzo wskazane z uwagi na większą dokładność wymiarową połączeń i lepszą przewodność cieplną układu.

ЛИТЕЙНЫЙ МЕТОД ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТЕЛЛИТОВЫХ ПОКРЫТИЙ НА ЖЕЛЕЗНЫХ СИЛВАХ

Р е з ю м е

В статье приведено результаты исследований стеллитовых покрытий на скользящий шип сегментов свёрл, изготовленных несколькими фирмами, производящими эти элементы бурильных установок. Кроме того, приведено принцип разработанного авторами литейного метода накладки стеллита на скользящие шипы. Приведено результаты исследований качества наложения стеллитовых покрытий по разработанной технологии. Установлено влияние термической обработки на свойства покрытия стеллита.

A CASTING METHOD OF OBTAINING STELLITE LAYERS ON FERROUS ALLOYS

S u m m a r y

The article deals with the results of investigations concerning stellite layers on the sliding pivots of the elements of drills, produced by various firms manufacturing drilling appliances. The casting method of coating the sliding pivots with stellite, developed by the authors of this paper, has been presented. There are also given the results of investigations concerning the quality of stellite coatings, according to the reduced technology. The effect of heat treatment upon the properties of the stellite coatings is being discussed, too.