

- opracowanie rysunków konstrukcyjnych płaszcza kokilowego do maszyny odśrodkowej dostosowanego do wymiarów zewnętrznych rdzeni (rys. nr 2),
- współudział i nadzór nad wykonaniem odlewu płaszcza kokilowego przez firmę „JAFAR”
- Jasło,
- opracowanie rysunków konstrukcyjnych wkładki dystansowej do płaszcza kokilowego ustalającej precyzyjnie położenie rdzenia w kokili (rys. nr 3) oraz denka przedniego z otworem wlewowym, stanowiącego równocześnie podstawowy element mocujący rdzeń (zamykający kokilę) ,
- opracowanie zmian konstrukcyjnych rdzennicy w celu przystosowania jej do wykonywania rdzeni w technologii cold-box na agregacie LL 20 w Odlewni Rur w Ostrowcu Świętokrzyskim wg szkicu rys. nr 4,
- ustalenie parametrów technologicznych i nadzór nad wykonaniem 12 kompletów rdzeni w rdzeniarni ww. Odlewni.

Wykonany zgodnie z dokumentacją płaszcz kokilowy zamontowany został do maszyny odśrodkowej. Wymagało to wymiany niektórych elementów mocujących i dokładnego wyważenia wszystkich elementów wirujących.

Po sprawdzeniu zmontowanego zestawu „na sucho” przystąpiono do wykonania próbnych odlewów.

Rysunki nr 5,6,7 przedstawiają kolejno:

- komplet rdzeni przygotowanych do złożenia,
- rdzeń wewnątrz płaszcza kokilowego,
- kompletnie zmontowany zestaw kokilowy przygotowany do zalania.

6. Wykonanie próbnych odlewów walców na przygotowanym stanowisku

Przystąpienie do wykonania próbnych odlewów na przygotowanym stanowisku poprzedzone decyzją o wyborze rodzaju tworzywa przeznaczonego do odlania walców próbnych.

Prace dotyczące problematyki doboru tworzywa na walce hutnicze pracujące w walcarkach redukcyjnych oraz technologii ich wykonywania prowadzone są w Instytucie Odlewnictwa od trzech lat.

Badania prowadzone w latach ubiegłych wykazały, że najczęściej stosowanym materiałem na walce jest żeliwo niskostopowe o podwyższonej zawartości manganu

do 0,70%, zawierające ponadto chrom do około 0,35% i nikiel w dość szerokim zakresie od 0,20 do 2,0%. Ponadto niektóre firmy stosują dodatek molibdenu w ilości do 0,70%.

Struktura żeliwa w części roboczej walców składa się z perlitu i cementytu w ilości powyżej 30%.

Twardość tej warstwy mieści się w granicach 490 – 430 jednostek Brinella.

Jeśli chodzi o kształt wydzieleni wolnego węgla, to należy zauważyć, że stosuje się zarówno żeliwo z grafitem płatkowym, jak i kulkowym.

Część odlewni wykonuje ten rodzaj walców jako odlewy dwuwarstwowe.

Natomiast w ofertach niektórych firm zachodnich znajdują się walce nowej generacji, w których warstwę roboczą stanowią speiki zawierające węgliki. Brak jest bliższych danych na temat zarówno składu tych tworzyw, jak też technologii ich wykonywania.

W ostatnich latach, w Europie wzrosło zainteresowanie nowym stosunkowo tworzywem, jakim jest żeliwo sferoidalne obrabiane cieplnie. Jego właściwości mechaniczne stawiają go w rzędzie pomiędzy żeliwem sferoidalnym i staliwem. W zależności od klasy żeliwo to posiada różne, korzystne właściwości użytkowe, między innymi wysoką odporność na ścieranie, przy zachowaniu odpowiedniej obrabialności.

Te cechy zadecydowały w podjęciu decyzji o wykonaniu doświadczalnych walców z żeliwa ADI. Skład chemiczny żeliwa ustalono na podstawie danych literaturowych i doświadczeń własnych, biorąc pod uwagę znaczną grubość ścianek odlewu mieszczące się w granicach 90 – 120mm.

Przyjęto, że żeliwo powinno zawierać C w granicach 3,10 – 3,40%, Si 3,20 – 3,50%, Mn do 0,30%, Ni 1,60 – 1,80%, Mo około 0,30% oraz Mg na poziomie 0,05 – 0,08%.

Wytopy wykonano w laboratorium topienia Zakładu Stopów Żelaza w Instytucie Odlewnictwa przy zastosowaniu pieca indukcyjnego średniej częstotliwości w tyglu o pojemności 50kg. Sferoidyzację przeprowadzono przy użyciu zapraw Mg-Si-Fe o zawartości 28% Mg w specjalnie do tego celu wykonanej kadzi smukłej (rys. nr 5) z komorą zabezpieczającą porcję magnezu. W końcowej fazie sferoidyzacji modyfikowano metal żelazokrzemem FeSi 75.

Łącznie wykonano 10 wytopów żeliwa o masie po 50 kg przy wykorzystaniu pełnej pojemności pieca. Sferoidyzację prowadzono w kadzi o pojemności około 80kg. Z każdego wytopu, oprócz walca, odlano klin próbny o grubości w części pomiarowej 35mm i masie 12kg oraz próbkę do określenia składu chemicznego.

Wyniki analiz chemicznych wytopów, wykonanych metodą spektrograficzną zamieszczono w tabelicy 1.

Po wykonaniu procesów sferoidyzacji i modyfikacji metal wlewano do wirującej formy.

Zastosowano następujące parametry odlewania odśrodkowego walców:

- temperatura zalewanego metalu mieściła się w zakresie 1320 - 1380°C,
- temperatura rdzenia przed zalaniem- temperatura otoczenia,
- czas zalewania formy – około 20 sekund,
- masa wlanego metalu do formy – 37 –38kg,
- obroty formy – 400 1/min wzrastające do 700 1/min w miarę wypełniania formy,
- czas wirowania formy po zalaniu – minimum 30 min.

W następstwie przeprowadzonych prób wykonania odlewów z żeliwa ADI na urządzeniu odśrodkowym, przy zastosowaniu rdzeni wykonanych w technologii cold-box, uzyskano następujące efekty:

- w trzech przypadkach użyto niewystarczającej ilości metalu, co w efekcie spowodowało otrzymanie za dużej średnicy otworu wewnętrznego walca,
- w dwóch przypadkach wadliwe zamocowanie połówek rdzenia było przyczyną wypłynięcia metalu poza rdzeń,
- w jednym przypadku wada wewnętrzna rdzenia spowodowała wypłynięcie części metalu poza rdzeń,
- w pozostałych czterech sztukach nie stwierdzono dyskwalifikujących wad.

Analiza przyczyn wymienionych nieprawidłowości prowadzi do wniosku, że wszystkie błędy spowodowane były brakiem opanowania technologii (decydował czynnik ludzki). W jednym przypadku wadę wewnętrzną posiadał rdzeń, lecz i w tym przypadku można było zapobiec wykonaniu brakowego odlewu poprzez właściwą selekcję rdzeni.

Na wybranych odlewach przeznaczonych do dalszych prób przeprowadzona została obróbka cieplna na prototypowej linii technologicznej LT ADI 350/1000. Odlewy klinów próbnych poddano również. obróbce cieplnej.

Obróbka cieplna wykonana została równocześnie dla wszystkich odlewów, natomiast oddzielnie dla odlewów walców oraz dla oddzielnie odlanych klinów próbnych przy zachowaniu następujących parametrów:

- nagrzewanie do temperatury 900°C w czasie 3 godzin,
- wygrzewanie w temperaturze 900°C w czasie 3 godzin,

- oziębianie w kąpieli solnej do temperatury 360,°C
- wychładzanie w kąpieli solnej w czasie 3 godzin.

7. Określenie właściwości wykonanych odlewów

Badania właściwości mechanicznych po obróbce cieplnej przeprowadzono na próbkach pobranych z klinów próbnych. Z uwagi na wybór do prób eksploatacyjnych walców o numerach 3,4,5 i 8 (kolejne numery wytopów), związane z nimi odlewy klinów przeznaczono do badań materiałowych.

Wyniki zamieszczono w tablicy nr 2 .

Wyniki badań mikrostruktury przedstawiono w raporcie nr 330/TBM/2003 (zał. nr 1).

Próbki przed obróbką cieplną zostały oznaczone numerami kolejnymi wykonanych walców (3,4,5,8).

Po obróbce cieplnej do numerów początkowych dodano indeks „0”.

Próbki z walców 3 i 8 posiadają zbliżoną strukturę osnowy przed obróbką cieplną charakteryzującą się wysoką zawartością perlitu płytkowego na poziomie 85%. Kształt wydzieleni grafitu w próbce 8 odpowiada oznaczeniu VI wg normy- jest to grafit kulkowy.

W próbce nr 3 grafit kulkowy stanowi tylko 40%. Te próbki po obróbce cieplnej wykazują właściwości wytrzymałościowe (Rm na poziomie 1000 MPa i A5 na poziomie 2,6%.

W próbce nr 5 ilość grafitu kulkowego wynosi 30%, natomiast ilość perlitu 20%.

Najniższą ilość grafitu kulkowego zaobserwowano w próbce nr 4 (VI w ilości 10%), resztę stanowi grafit III (wermikularny). Struktura wyjściowa (przed obróbką cieplną) osnowy w tej próbce odbiega od przedstawionych wyżej przykładów próbek 3 i 8. Zawartość perlitu w strukturze wynosi tu zaledwie 6%.

Jednak ten materiał posiada właściwości wytrzymałościowe na dość wysokim poziomie (Rm powyżej 800 MPa, A5- około 2,4%). Wyniki badań metalograficznych wraz ze zdjęciami struktur zawarte są w załączniku nr 1.

Przed przekazaniem odlewów do obróbki mechanicznej, poddano je badaniom ultradźwiękowym w celu wykrycia ewentualnych wad wewnętrznych (nieciągłości materiału, wtrącenia niemetaliczne). Raport z tych badań zamieszczono w sprawozdaniu jako załącznik nr 2. Z treści raportu wynika, że w badanych odlewach stwierdzono obecność nieciągłości

Spis tablic

Tab. 1 Skład chemiczny wytopów i twardość na powierzchni odlewów

Tab. 2 Właściwości mechaniczne żeliwa ADI z poszczególnych wytopów

Tab. 1

L.p.	Nr rolki	Data odlania	Skład chemiczny, %								Sferoidyzacja			Masa odlewu, kg	Twardość na pow. Odelewu, HRC	Uwagi
			C	Si	Mn	P	S	Mg	Ni	Mo	Miejsce	Tempe- ratura w piecu, °C	Ilość sferoidy zatora, mb			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1	3.08.03	3,10	3,10	0,29	-	-	<0,10	1,53	0,31	Piec	1430		32,0	X	Rozsuniecie połówek rdzeni, odlano klin
2	2	4.08.03	3,20	3,20	0,30	0,040	0,010	0,100	1,82	0,31	Piec	1430		20,0	X	Wypłyńnięcie metalpu pomiędzy kołki dystansowe, odlano klin
3	3	22.08.03	3,35	3,35	0,30	0,040	0,010	0,100	1,80	0,32	Piec			37,0	31-32	Odelew prawidłowy wymiarowo, odlano klin
4	4	4.09.03	3,55	3,55	0,29	-	-	0,020	1,80	0,34	Kadź		1,2	37,0	30-32	Odelew prawidłowy wymiarowo, odlano klin
5	5	5.09.03	3,20	3,20	0,33	-	-	0,050	1,76	0,31	Kadź	1440	2,5	37,0	30-31	Odelew prawidłowy wymiarowo, odlano klin
6	6	16.09.03	3,10	3,10	0,35	0,035	0,010	0,070	1,73	0,30	Kadź	1400	2,2	15,0	X	Rdzeń wadliwy, wyciek metalu, odlano klin

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
8	8	7.09.03	3,20	2,58	0,24	0,035	0,010	0,070	1,74	0,29	Kadź			36,5	33-34	Odlew prawidłowy wymiarowo, odlano klin
9	9	8.10.03									Kadź			32,0	-	Brak analizy (brak iskrzenia), zbyt duża średnica wewnętrznego otworu na skutek wypłynięcia rdzenia przy wlewie
10	10	14.10.03	3,60	2,20	0,20	0,040	0,005	0,095	1,67	0,31	Kadź	1380		31,0		Naważka 42 kg wsadu, zbyt niska temperatura, metal pozostał w kadzi, powierzchnia odlewu bardzo dobra

x nie wykonano obróbki cieplnej

Tab. 2

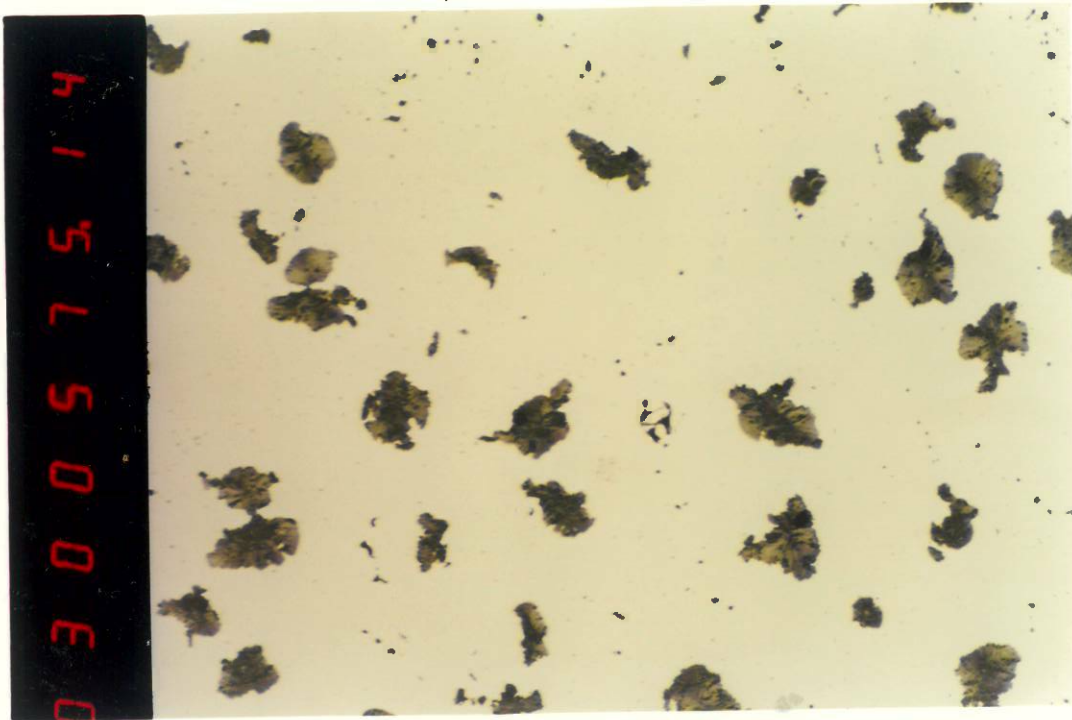
Lp.	Oznaczenie próbki	d_0 mm	S_0 mm ²	L_0 mm	$F_{0,2}$ kN	$R_{0,2}$ MPa	F_m kN	R_m MPa	L_u mm	A_5 %		Twardość HRC
1	3.01	10,0	78,5	50,0	57,4	731,2	70,0	892	51,3	2,6		31
2	3.02	10,0	78,5	50,0	62,5	796,2	76,5	975	51,3	2,6		32
3	4.01	10,0	78,5	50,0	53,0	675,2	63,0	803	50,9	1,8		30
4	4.02	10,0	78,5	50,0	53,5	681,5	64,0	815	51,2	2,4		32
5	5.01	10,0	78,5	50,0	0,0	0,0	57,0	726	50,0	0,0	wada	32
6	5.02	10,0	78,5	50,0	0,0	0,0	61,0	777	50,0	0,0	wada	33
7	8.01	10,0	78,5	50,0	65,5	834,4	79,0	1006	50,0	0,0		33
8	8.02	10,0	78,5	50,0	66,0	840,8	79,5	1013	50,0	0,0		34

Formularz Nr 02 do P/15

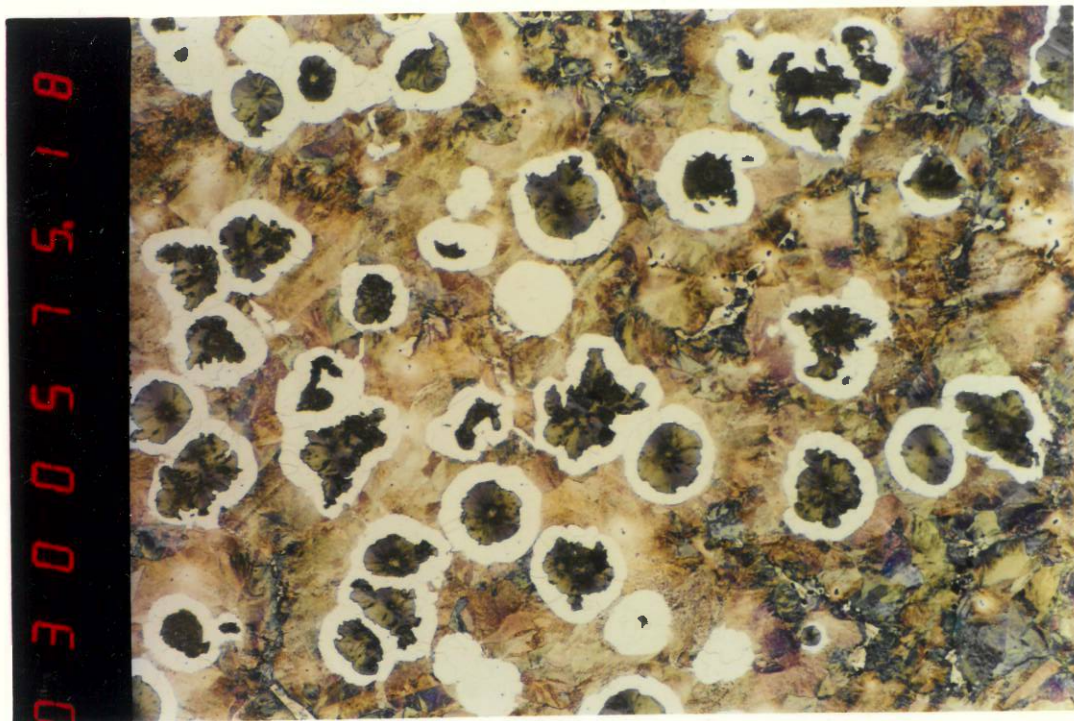
F/02/P/15

INSTYTUT ODLEWNICTWA		(znak akredytacji)	ul. Zakopiańska 73, 30-418 KRAKÓW tel.(12) 261-81-11, fax.(12) 266-08-70			
ZESPÓŁ LABORATORIÓW BADAWCZYCH			Akredytacja W zakresie: badania odlewów, stopów i materiałów odlewniczych oraz środowiska i higieny pracy			
RAPORT Nr 330/TBM/2003			Nr umowy/zlecenia: 2004/00	Data przyj.zam: 04/11/2003	Data badania: 06/11/2003	Strona: 1 Stron: 14 Załącz.: -
Rodzaj badania: Badanie mikrostruktury Odlewy z żeliwa, staliwa, z metali i stopów nieżelaznych Ocena kształtu wielkości i rozmieszczenia wydzieliń grafitu wg PN-EN ISO 945 Ocena mikrostruktury osnowy żeliwa wg PN – 75/H-04661. Wykonanie zdjęć mikrostruktury Klient: I.Od., TZ, mgr inż. J. Olszyński (poz. 261/03)						
Lp.	Oznaczenie próbek	WYNIKI BADAŃ				

L.p.	Oznaczenie próbki:	Mikrostruktura grafitu	Mikrostruktura osnowy	uwagi
1	3	VA5(60%)+VIA5(40%)	P85,Pf1	przed obróbką cieplną
2	4	IIIA4(90%)+VI6(10%)	P6,Pf1	
3	5	VA5(70%)+VIA5(30%)	P20,Pf1	
4	8	VIA6	P85,Pf1	
5	30	VA5(70%)+VIA5(30%)	ADI (Austenit+ferryt)	po obróbce cieplnej
6	40	IIIA4(90%)+VA6(10%)	ADI (Austenit+ferryt)	
7	50	VA6(60%)+VIA4(40%)	ADI (Austenit+ferryt)	
8	80	VIA6	ADI (Austenit+ferryt)	



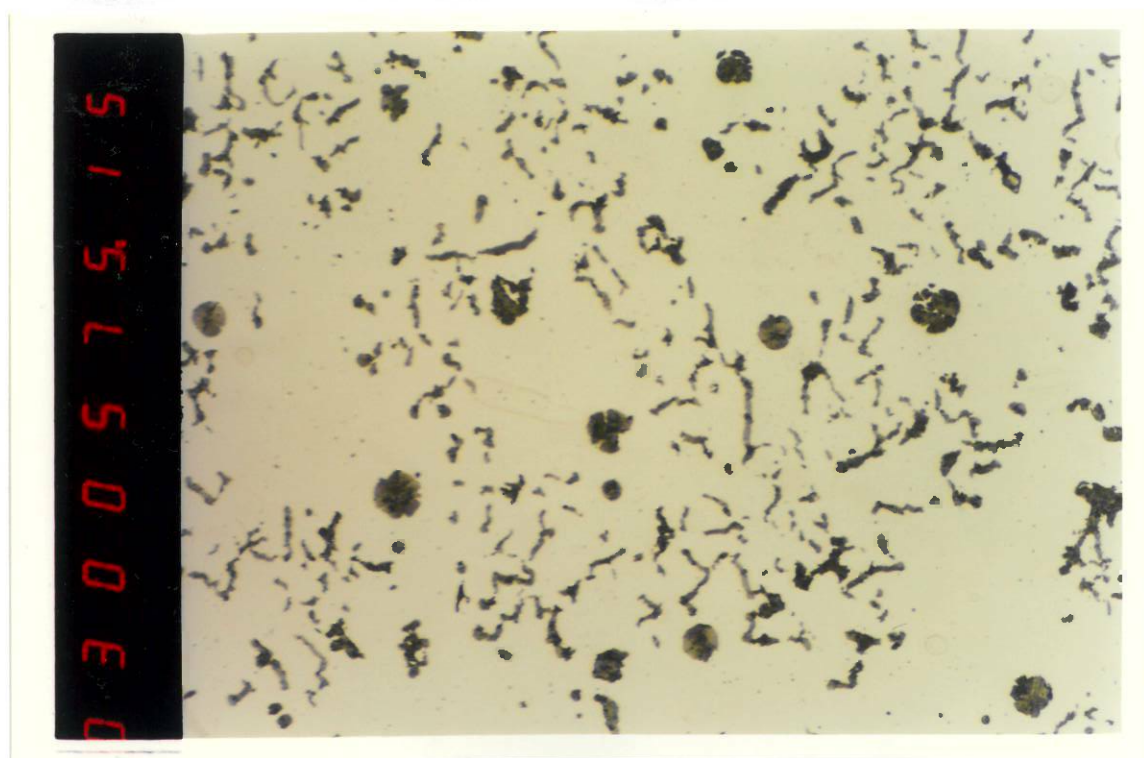
Rys. 1. Mikrostruktura próbki 3, zgląd nie trawiony, pow. 100x, zdj.nr 0300575.14



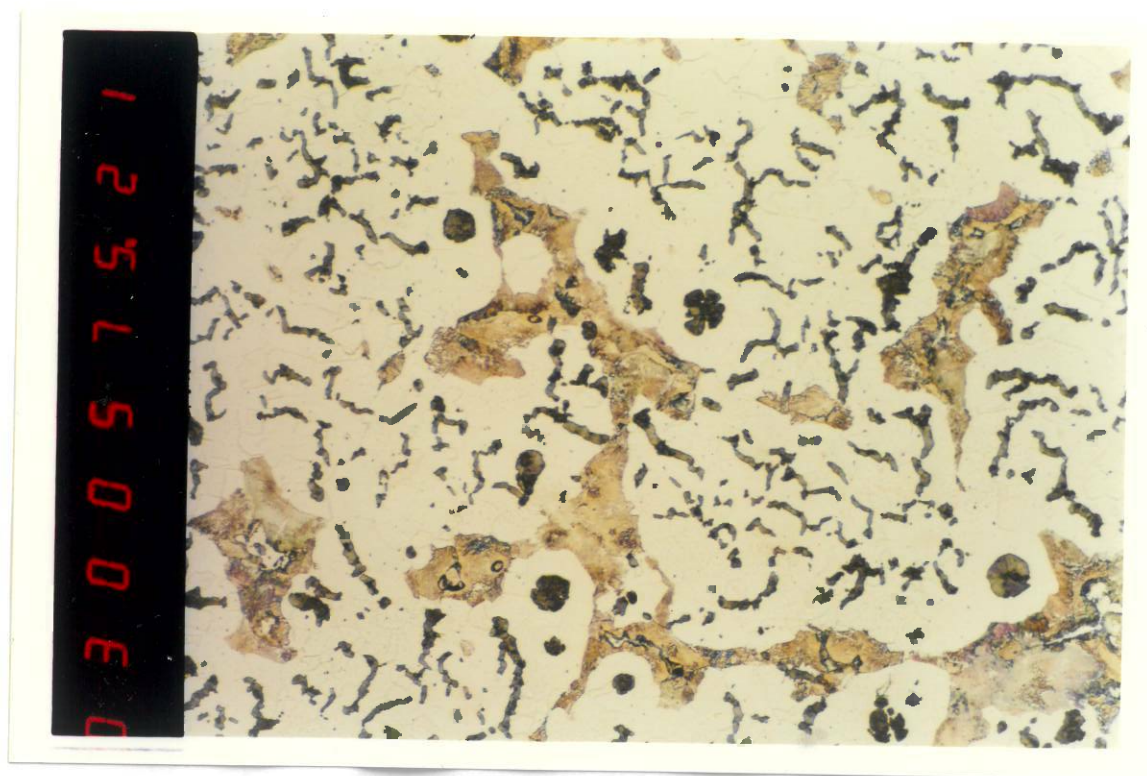
Rys. 2. Mikrostruktura próbki 3, zgląd trawiony, pow. 100x, zdj.nr 0300575.18



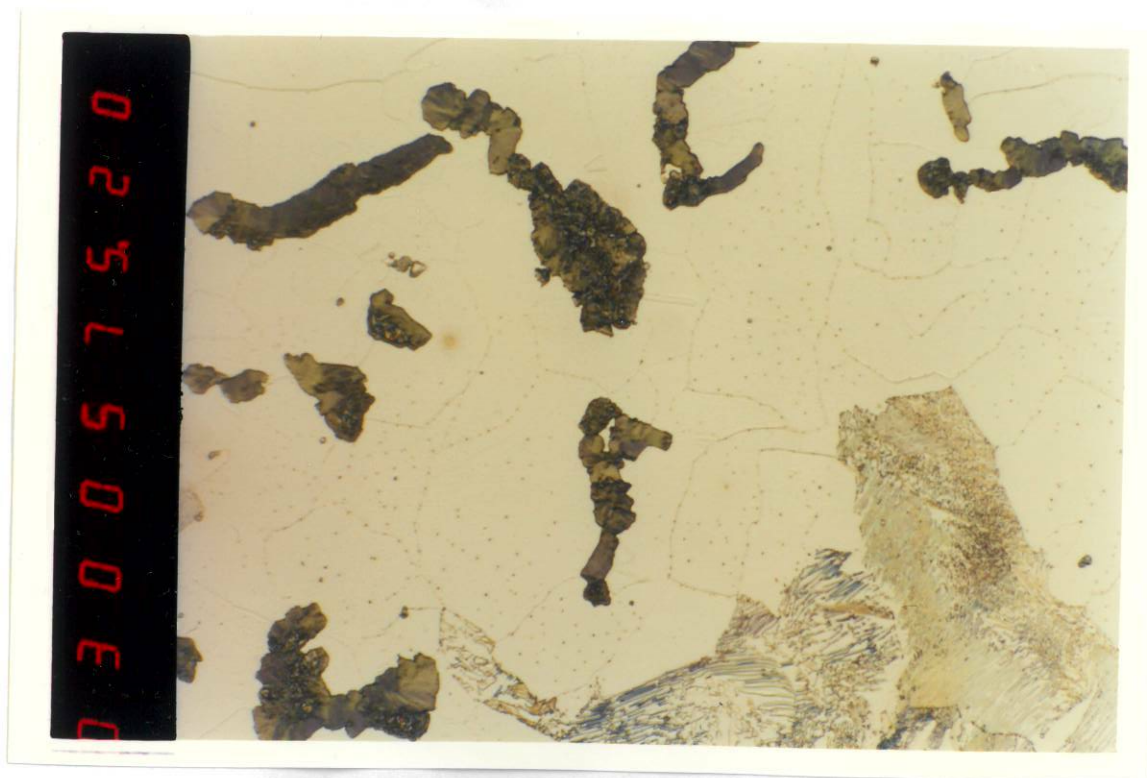
Rys. 3. Mikrostruktura próbki 3, zgląd trawiony, pow. 500x, zdj.nr 0300575.19



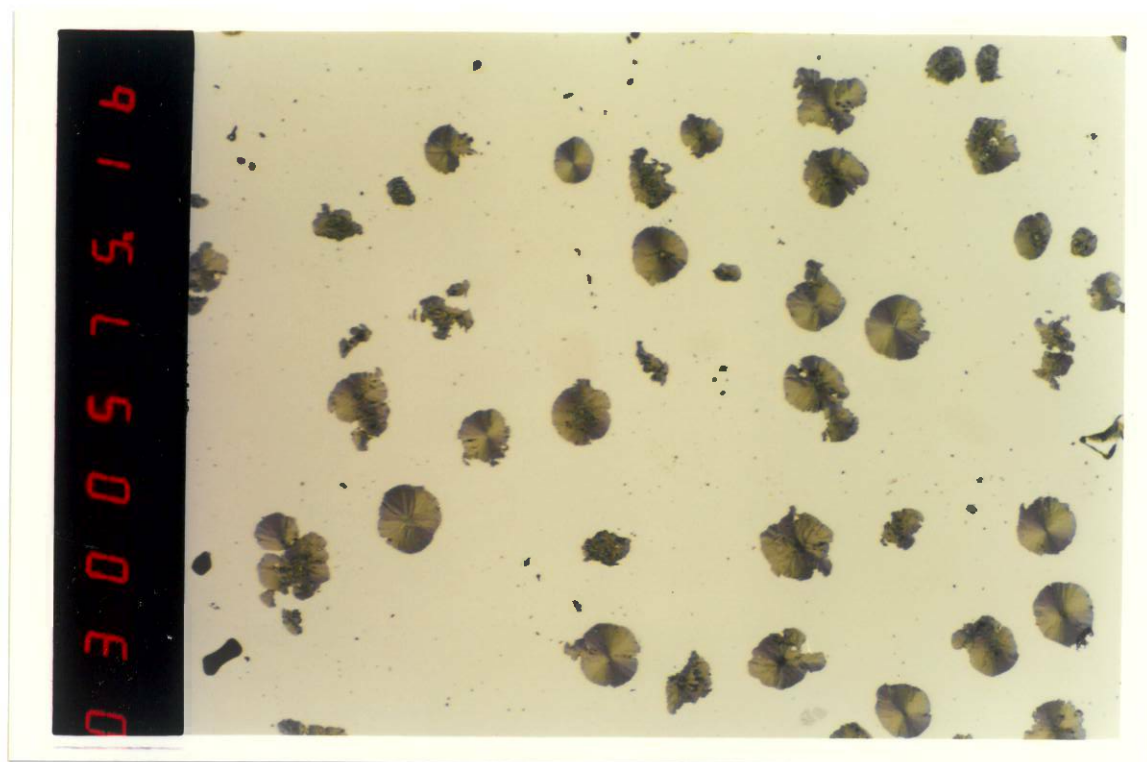
Rys. 4. Mikrostruktura próbki 4, zgląd nie trawiony, pow. 100x, zdj.nr 0300575.15



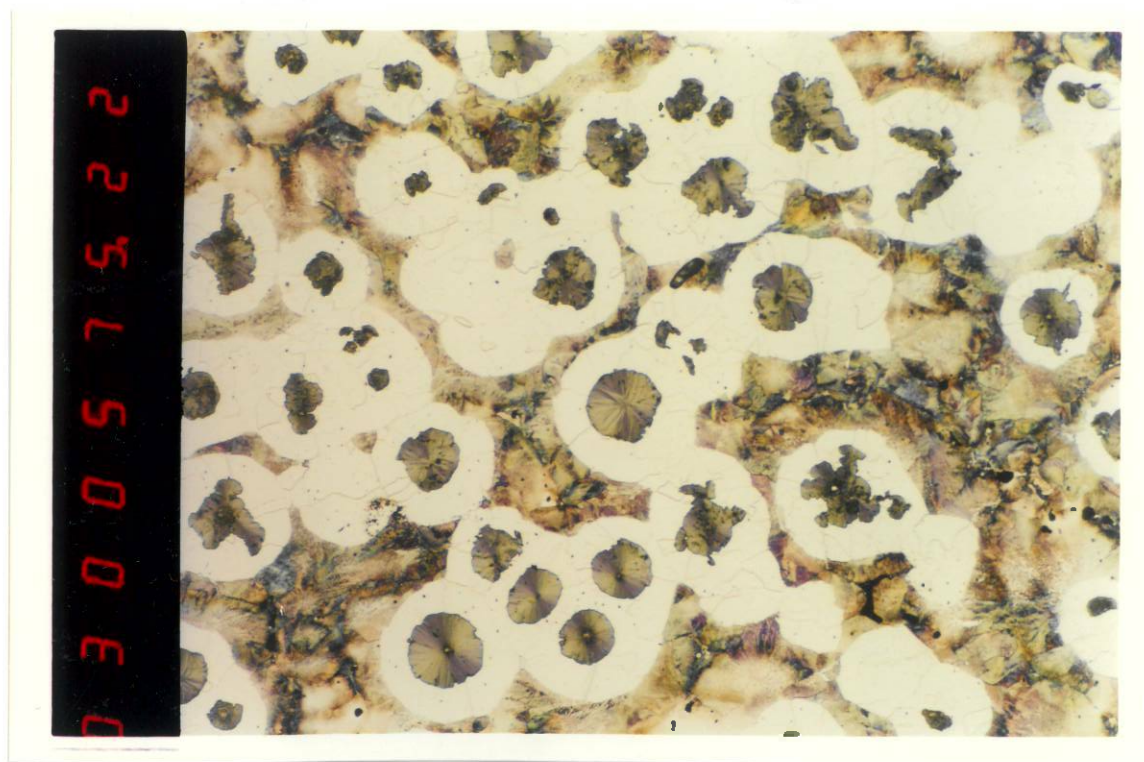
Rys. 5. Mikrostruktura próbki 4, zgląd trawiony, pow. 100x, zdj.nr 0300575.21



Rys. 6. Mikrostruktura próbki 4, zgląd trawiony, pow. 500x, zdj.nr 0300575.20



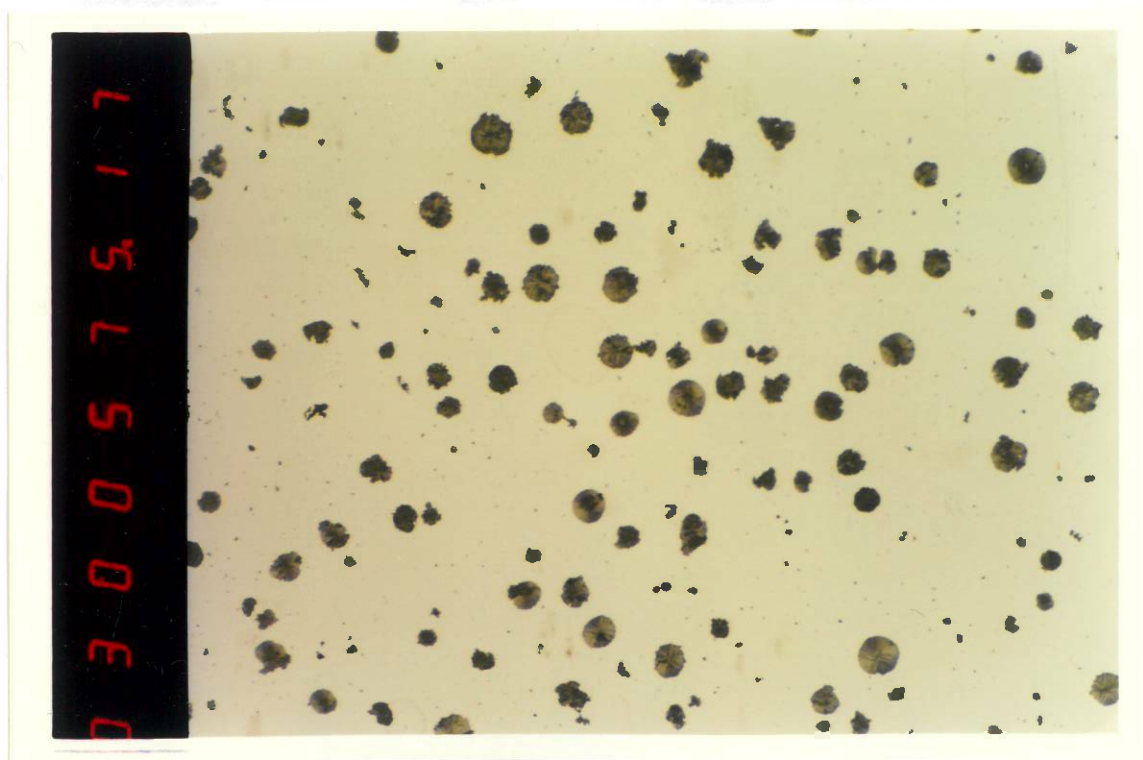
Rys. 7. Mikrostruktura próbki 5, zgład nie trawiony, pow. 100x, zdj.nr 0300575.16



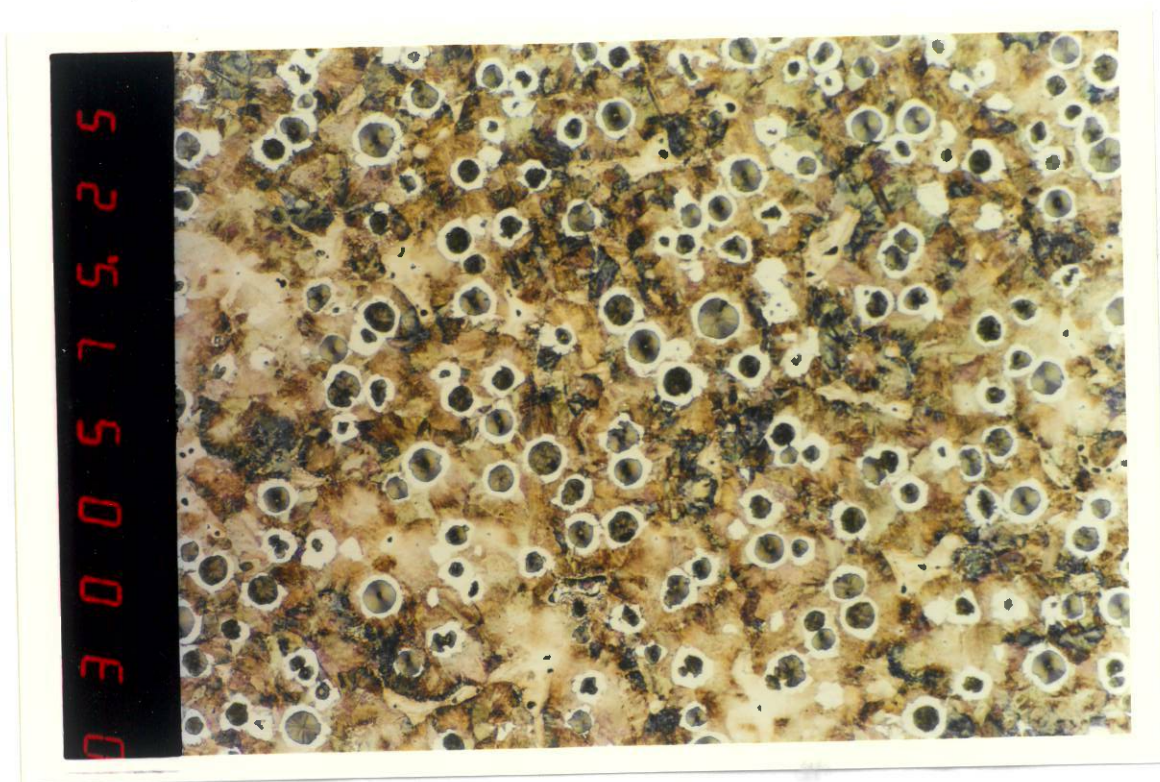
Rys. 8. Mikrostruktura próbki 5, zgład trawiony, pow. 100x, zdj.nr 0300575.22



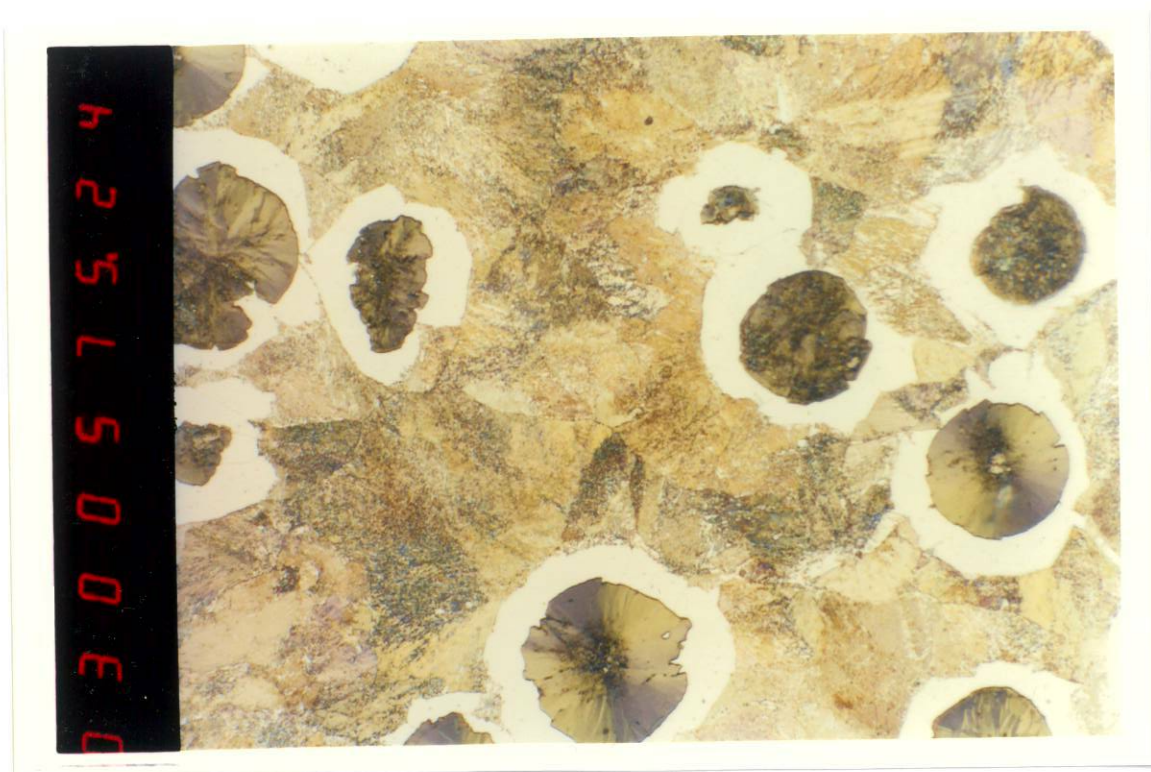
Rys. 9. Mikrostruktura próbki 5, zgląd trawiony, pow. 500x, zdj.nr 0300575.23



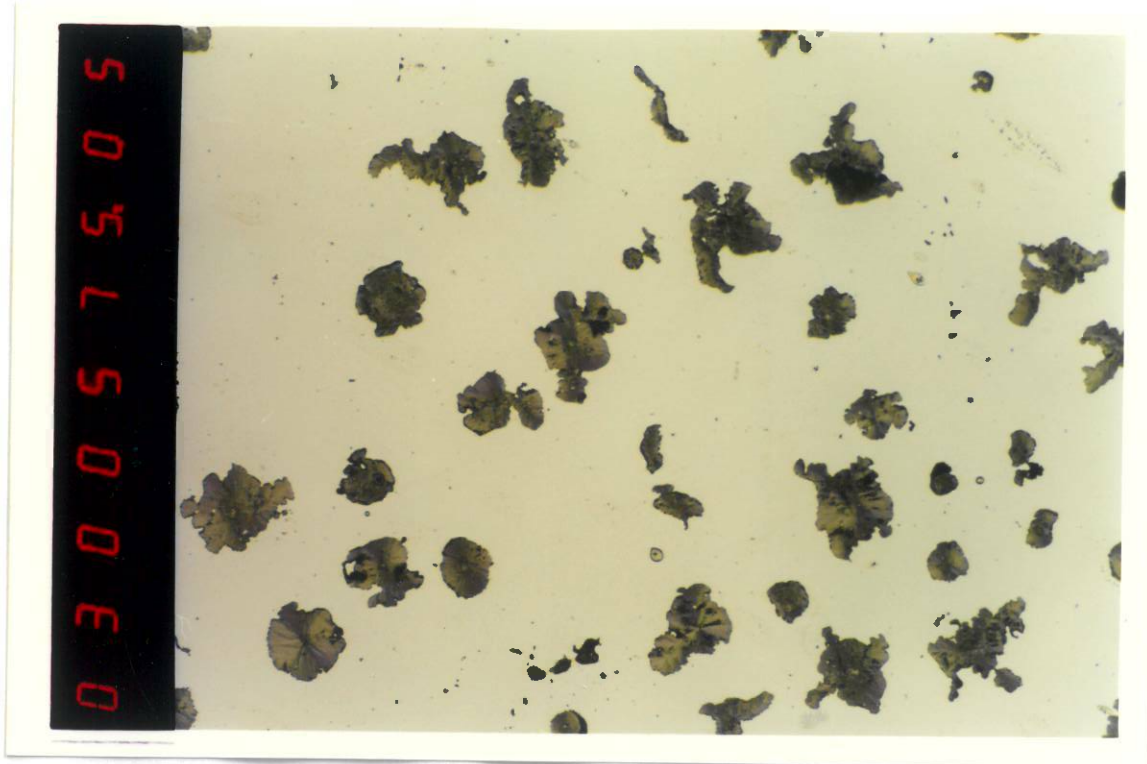
Rys. 10. Mikrostruktura próbki 8, zgląd nie trawiony, pow. 100x, zdj.nr 0300575.17



Rys. 11. Mikrostruktura próbki 8 zgład trawiony, pow. 100x, zdj.nr 0300575.24



Rys. 12. Mikrostruktura próbki 8, zgład trawiony, pow. 500x, zdj.nr 0300573.25



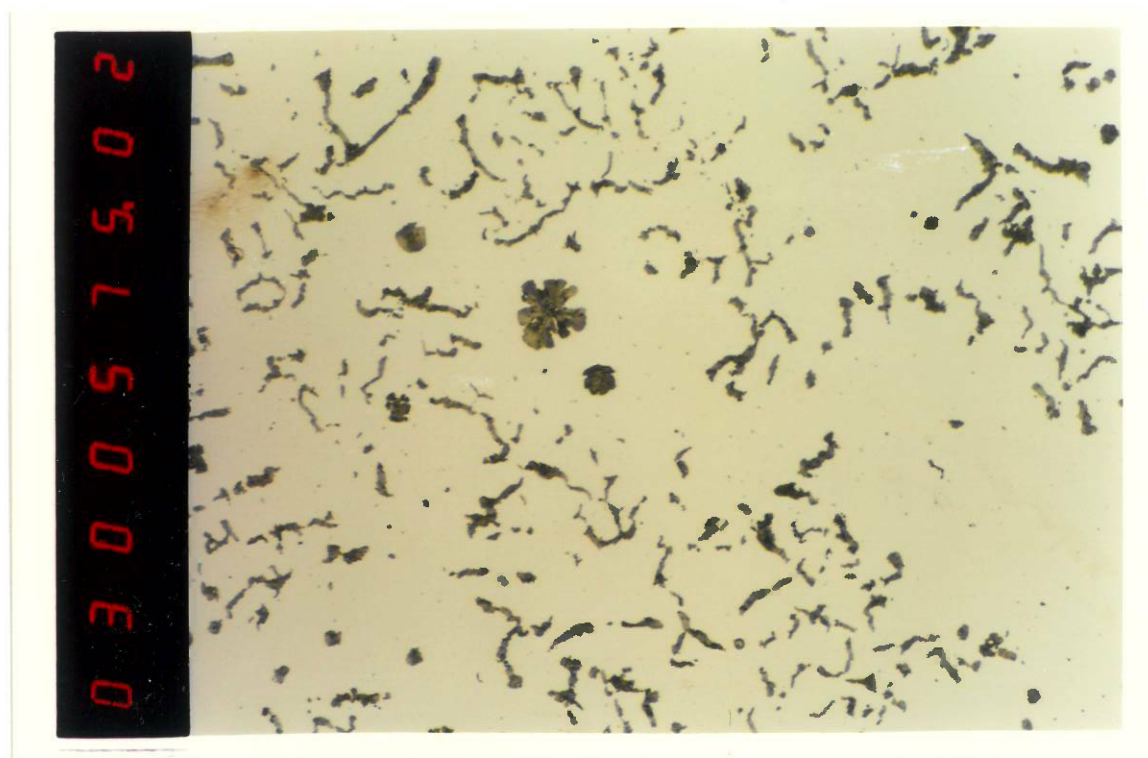
Rys. 13. Mikrostruktura próbki 30, zgląd nie trawiony, pow. 100x, zdj.nr 0300575.05



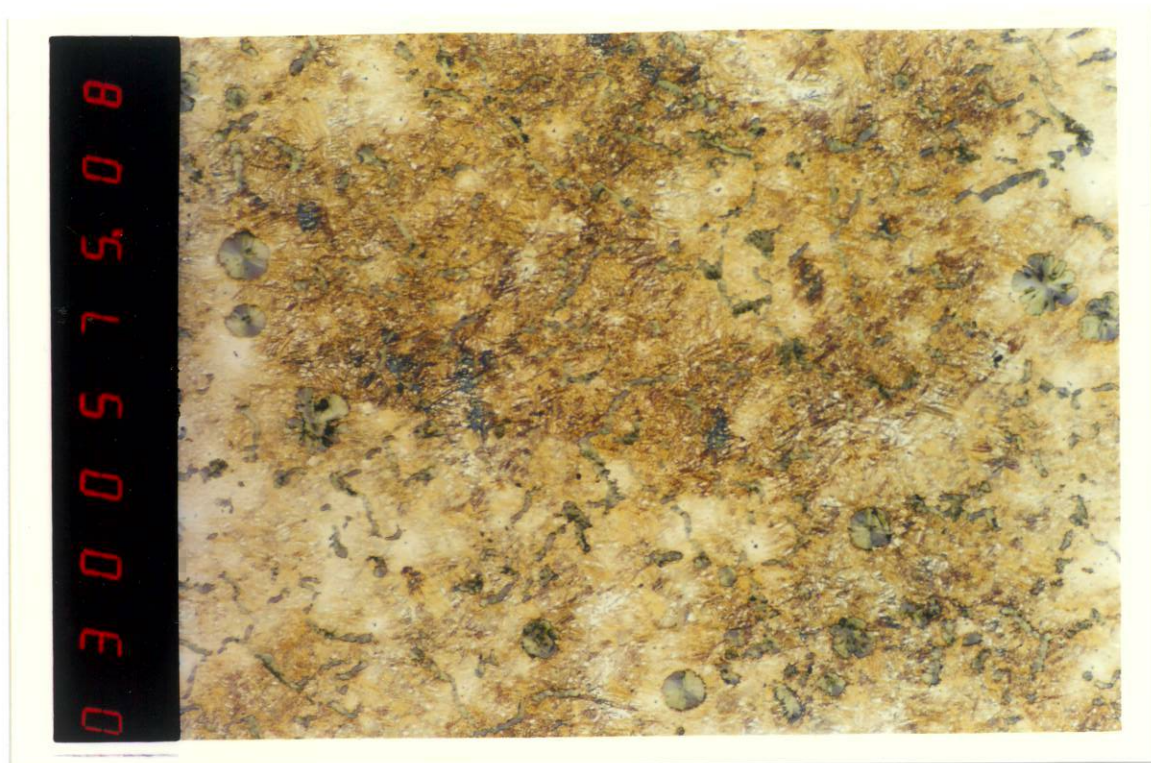
Rys. 14. Mikrostruktura próbki 30, zgląd trawiony, pow. 100x, zdj.nr 0300575.06



Rys. 15. Mikrostruktura próbki 30, zgląd trawiony, pow. 500x, zdj.nr 0300575.07



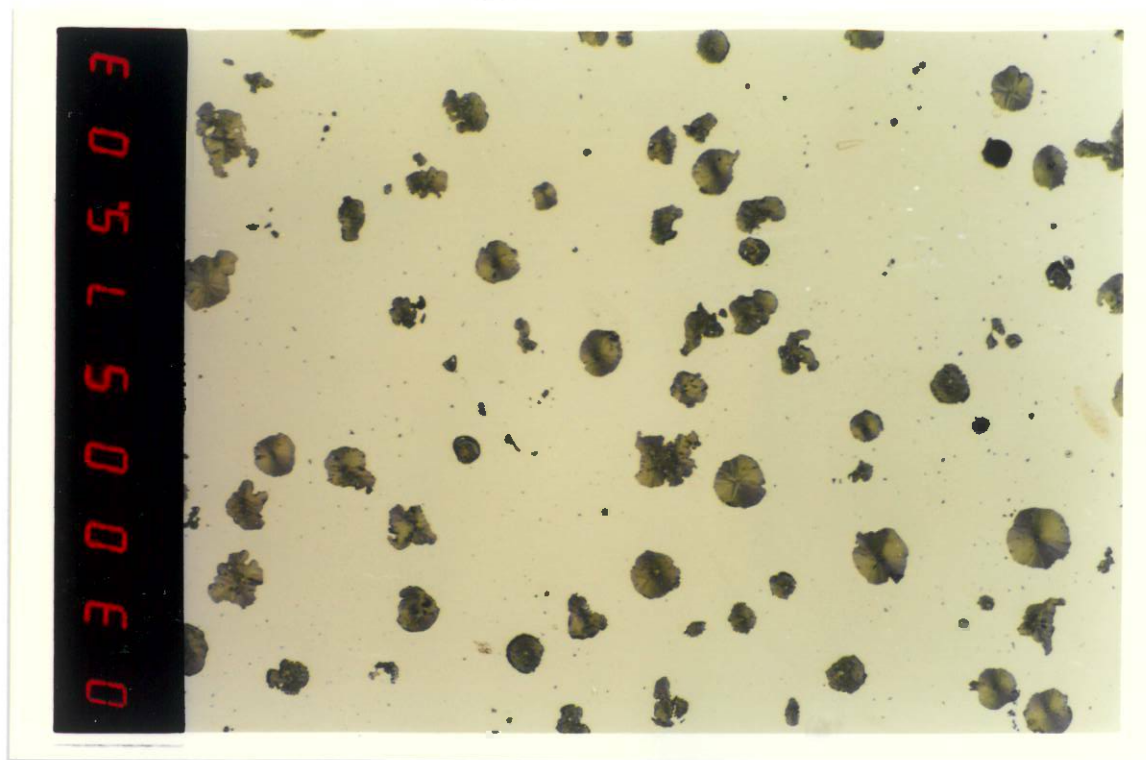
Rys. 16. Mikrostruktura próbki 40, zgląd nie trawiony, pow. 100x, zdj.nr 0300575.02



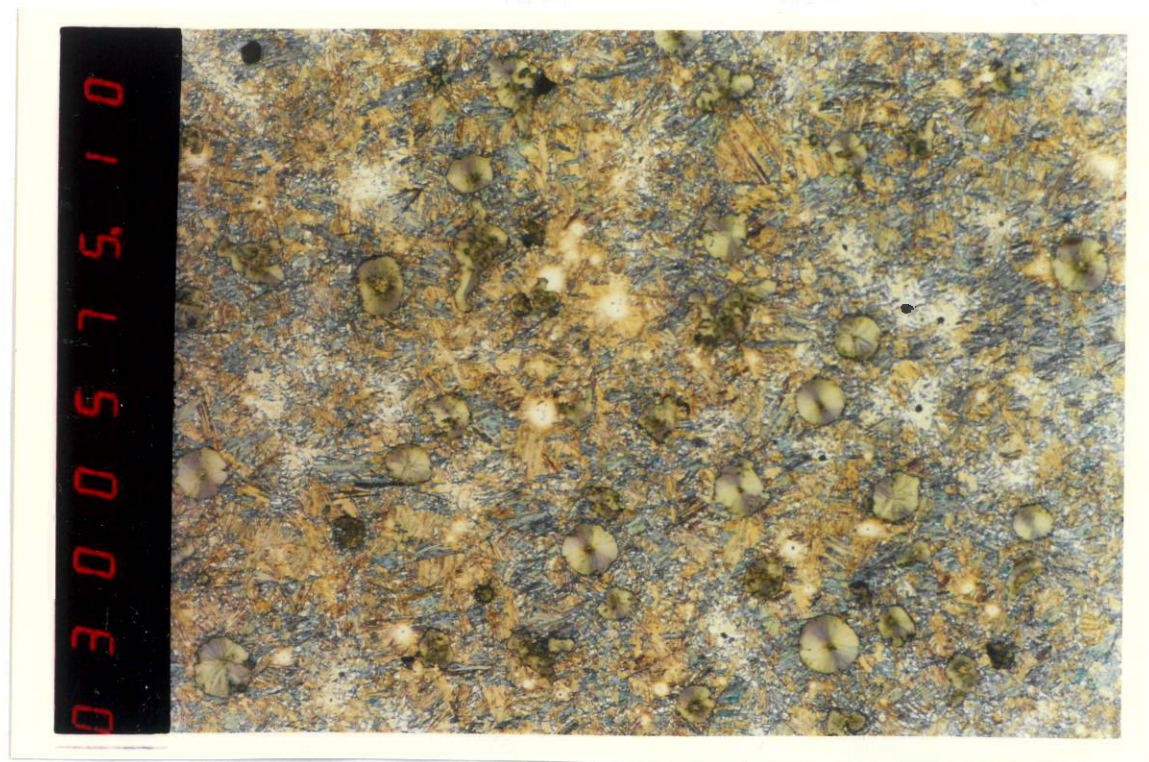
Rys. 17. Mikrostruktura próbki 40, zgląd trawiony, pow. 100x, zdj.nr 0300575.08



Rys. 18. Mikrostruktura próbki 40, zgląd trawiony, pow. 500x, zdj.nr 0300575,09



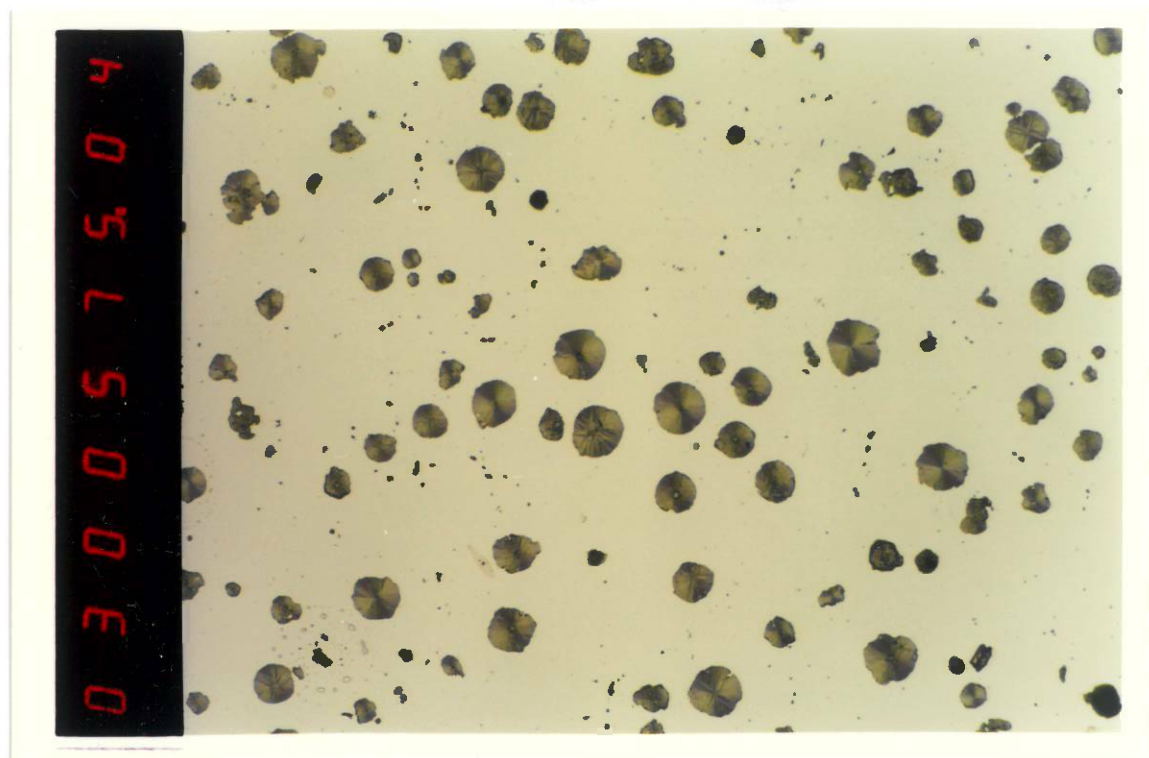
Rys. 19. Mikrostruktura próbki 50, zgląd nie trawiony, pow. 100x, zdj.nr 0300575.03



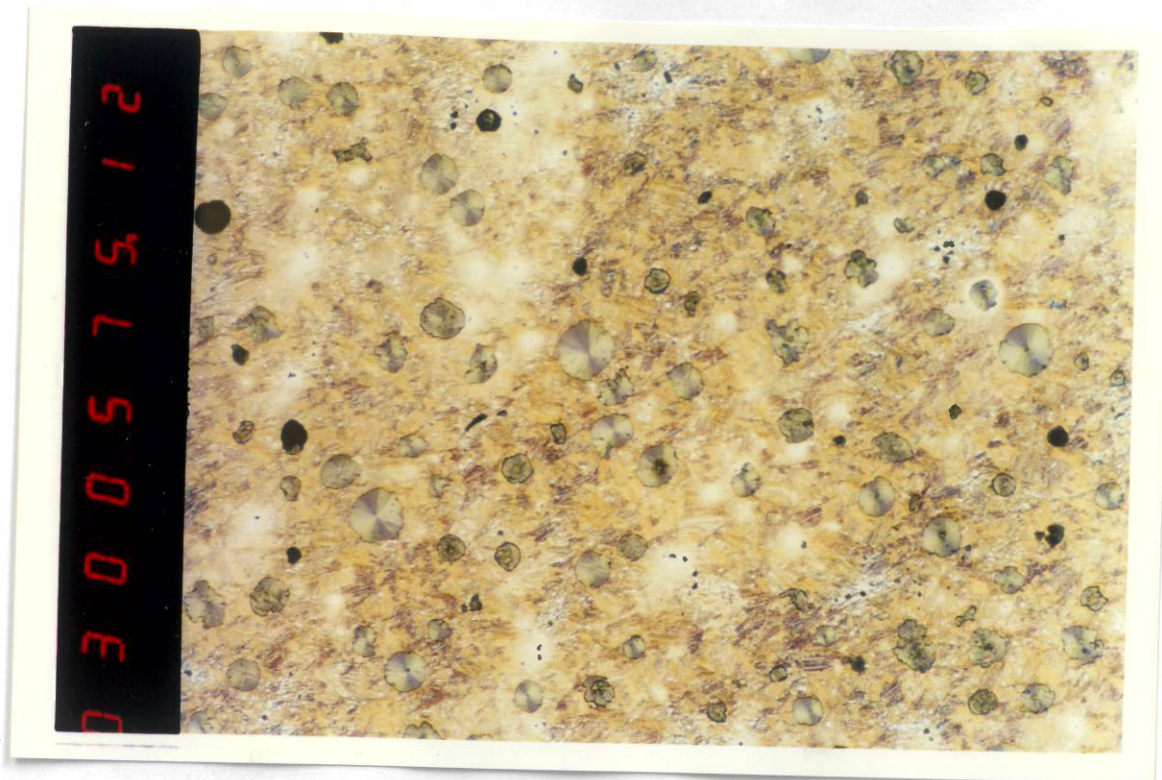
Rys. 20. Mikrostruktura próbki 50, zgląd trawiony, pow. 100x, zdj.nr 0300575.10



Rys. 21. Mikrostruktura próbki 50, zgląd trawiony, pow. 500x, zdj.nr 0300575.11



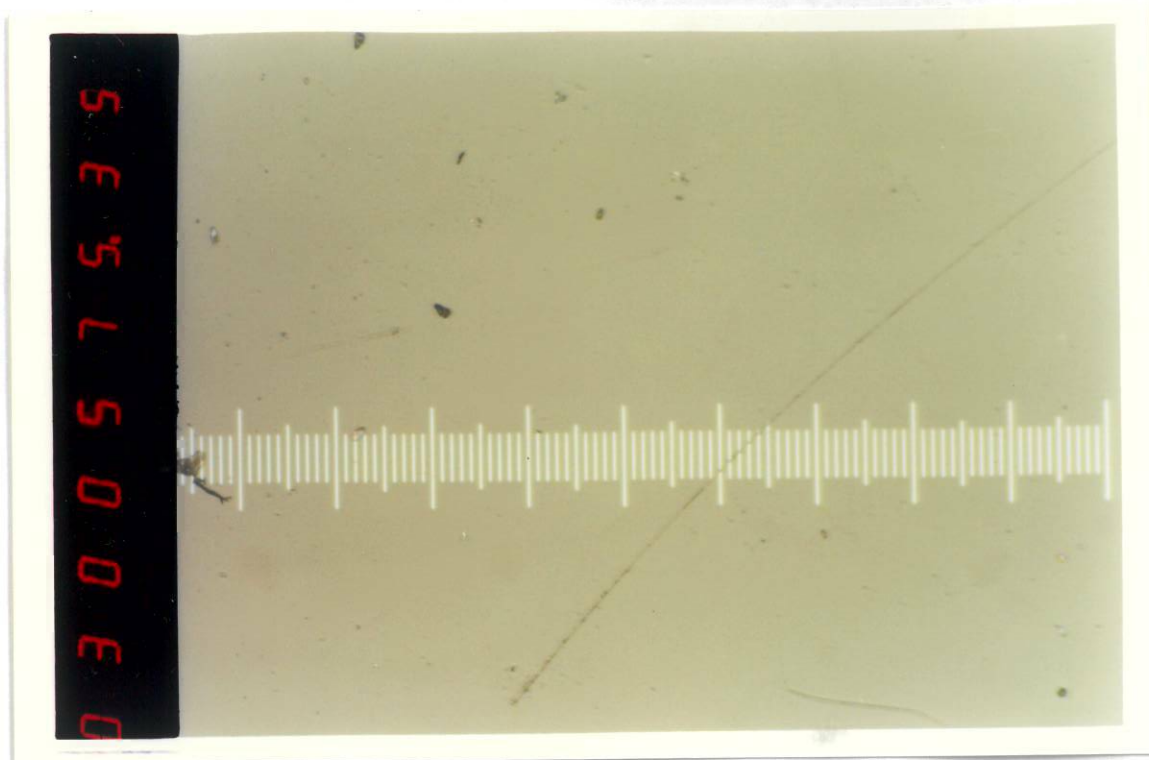
Rys. 22. Mikrostruktura próbki 80, zgląd nie trawiony, pow. 100x, zdj.nr 0300575.04



Rys. 23. Mikrostruktura próbki 80, zgląd trawiony, pow. 100x, zdj.nr 0300575.12



Rys. 24. Mikrostruktura próbki 80, zgląd trawiony, pow. 500x, zdj.nr 0300575.13


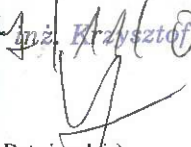
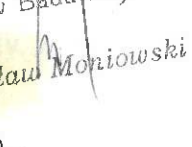


Rys.25 Skala, pow. 100x, zdj.nr 0300575,35

Metoda badania: grafitu i osnowy – porównawcza.**Dane charakteryzujące badanie;**

Badanie mikrostruktury grafitu przeprowadzono wg PN-EN ISO 945 przez porównanie mikrostruktury próbek nie trawionych z wzorcami zamieszczonymi w normie. Badanie mikrostruktury osnowy przeprowadzono przez porównanie mikrostruktury próbek trawionych z wzorcami, zamieszczonymi w normie PN-75/H-04661. Struktura typu „ADI (Austenit+feryt)” nie występuje w skali wzorców osnowy zamieszczonych w normie PN-75/H-04661.

Obserwacje mikroskopowe i zdjęcia mikrostruktury zostały wykonane za pomocą mikroskopu metalograficznego NEOPHOT 32 na zglądach metalograficznych, przygotowanych zgodnie z instrukcją nr KBM/001 i trawionych w odczynniku Mi1Fe wg PN-61/04503

Uwagi odnośnie niepewności badań: Brak	Badanie wykonał: Raport sporządził: Mgr inż. K. Hübner  (data i podpis)	Sprawdził Kierownik Laboratorium: KIEROWNIK Laboratorium Badań Struktury i Właściwości Metalicznych mgr inż. Krzysztof Hübner  (data i podpis)	Zatwierdził Kier. Zespołu . Laboratoriów Badawczych: KIEROWNIK ZESPOŁU Laboratoriów Badawczych dr inż. Wiesław Moniowski  (data i podpis)
---	--	--	--

Wyniki badań podane w raporcie odnoszą się wyłącznie do próbek przekazanych przy zamówieniu.
 Raport niniejszy bez pisemnej zgody Instytutu Odlewnictwa nie może być powielany inaczej jak tylko w całości

Formularz obowiązuje od 01.02.2003r