

Eugeniusz PUSTÓWKA

Huta "Batory"

Adolf MACIEJNY, Franciszek GROSMAN

Jan CWAJNA

Instytut Inżynierii Materiałowej,
Politechnika Śląska

Jan ONDERKA

Huta "Batory"

DOBÓR PARAMETRÓW KUCIA NA KOWARKACH STALI SZYBKOTNĄCYCH

Streszczenie. W artykule przedstawiono podstawowe zagadnienia związane z ilościową analizą związków między parametrami kucia i rozkładem struktury w przekroju kutyh prętów. Omówiono ponadto wpływ parametrów kucia w przepustach wykańczających na dokładność kształtu przekroju poprzecznego kutyh prętów.

1. WSTĘP

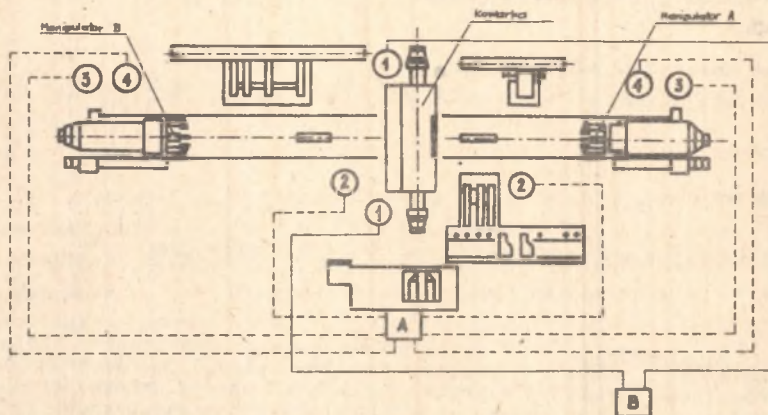
Proces kucia na kowarkach odbiega znacznie od stosowanych dotychczas technologii hutniczych. Wraz z wprowadzeniem tego procesu do krajowego hutnictwa, dla uzyskania wymaganych własności wyrobów przy spełnianiu wymogów ekonomiki procesu zaistniała potrzeba rozwiązania całego szeregu problemów techniczno-technologicznych. Dotyczą one zarówno doboru wsadu, jak i parametrów kucia. Z uwagi na brak odpowiednich danych w dostępnych opracowaniach podjęto własne badania w tym zakresie, starając się określić:

- wpływ zróżnicowanych parametrów kucia na kowarce SXL-40 na makro- i mikrostrukturę prętów ze stali SW-18,
- wpływ parametrów kucia w przepuście wykańczającym na dokładność kształtu przekroju poprzecznego i stan powierzchni kutyh prętów.

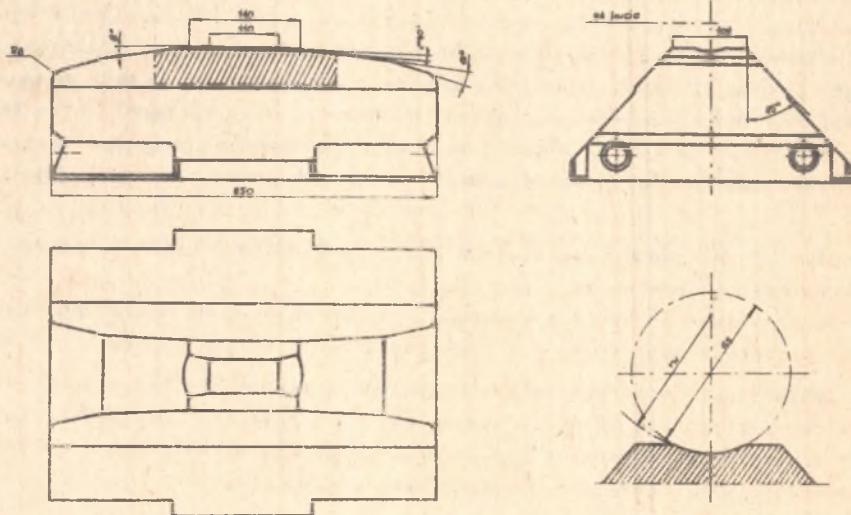
Zakładając, że parametry kucia wywierają zasadniczy wpływ na strukturę prętów, starano się określić zasady doboru parametrów procesu kucia. Parametry te mają zapewnić w kutyh prętach żadaną strukturę i własności mieszczące się w określonym wymaganiach przedziale.

2. CHARAKTERYSTYKA STANOWISKA TECHNOLOGICZNEGO I APARATURY POMIAROWO-REJESTRUJĄCEJ

Wykorzystana w badaniach kowarka SXL-40, na której przeprowadzono kucie, posiada standardowe wyposażenie pomiarowe, które stanowią wskaźniki nastawy rozwarcia kowadeł oraz mocy silników głównych. Dla zrealizowania



Rys. 1. Schemat pomiarowo-rejestrującego wyposażenia kowarki SXL-40
1 - miernik mocy, 2 - mierniki temperatury, 3-4 - odpowiednio mierniki drogi i prędkości ruchu manipulatorów, A - rejestrator 6-kanałowy drogi, prędkości i temperatury, B - rejestrator mocy



Rys. 2. Kowadło

przyjętego programu badań zainstalowano dodatkowe przyrządy kontrolno-pomiarowe i rejestrujące, wyposażając kowarkę w impulsowe mierniki drogi i prędkości posuwu obydwu manipulatorów oraz fotoelektryczne mierniki temperatury materiału umieszczone w bezpośredniej bliskości strefy kucia po obydwu jej stronach (rys. 1). Rejestrację wymienionych wielkości prowadzono na rejestratorze sześciokanałowym.

Rejestrację mocy pobieranej przez silniki napędu głównego prowadzono na odrębnym rejestratorze, w którym posuw taśmy był zsynchronizowany z prędkością posuwu taśmy rejestratora 6-kanałowego.

Zakres zmienności parametrów kucia jest ograniczony parametrami technicznymi kowarki (tabl. 1) i warunkami geometrycznymi stosowanych kowadeł (rys. 2).

Tablica 1

Charakterystyka techniczna kowarki SXL-40

Parametry techniczne	Wartość liczbowa
Sposób sterowania	ręczny lub półautomatyczny
Liczba kowadeł	4
Siła nacisku (max) MN (ton siły)	6,4 (650)
Częstość uderzeń, min^{-1}	270
Czas obrotu głowicy manipulatora, s	6
Średnica wsadu (max), mm	400
Zakres średnic kutych prętów kutych, mm	115-160
Długość odkuwki (max), mm	8000
Prędkość ruchu roboczego manipulatora mm/s	20-100
Prędkość ruchu jałowego manipulatorów (max), mm/s	350
Moc silników głównych (nom) kW	450
Wyposażenie pomocnicze	Manipulatory zainstalowane z obydwu stron kowarki. Mechanizmy do podawania materiału do kucia o odbioru po kuciu.

3. OCENA WPŁYWU SPOSOBU KUCIA NA STRUKTURĘ I CECHY GEOMETRYCZNE PRĘTÓW ZE STALI SZYBKOTNAŁEJ

3.1. Program i metodyka badań

Program badań obejmował ocenę jakości prętów o średnicy 140 i 110 mm ze stali SW18 modyfikowanej wapniem metalicznym, kutych na kowarce SXL-40.

Odkute pręty poddano badaniom ultradźwiękowym, metalograficznym oraz pomiarom cech geometrycznych.

Ultradźwiękowe badania defektoskopowe stosowano w celu ustalenia lokalizacji, wielkości i ilości wad typu nieciągłości wewnętrznych, występujących w materiale po przekuciu na pręty o średnicy 140 i 110 mm.

Badania metalograficzne objęły określenie wielkości i załęgania strefy makrosegregacji, określenie segregacji węglików w oparciu o polską normę PN-74/H-93012, ilościową ocenę segregacji węglików, ilościową ocenę wielkości i kształtu węglików, ilościową ocenę średniej wielkości i niejednorodności wielkości byłego ziarna austenitu. Miejsca oceny odpowiadały osi pręta oraz odpowiednio odległościom 0,3; 0,6; 0,9 promienia. Ilościową ocenę segregacji węglików oraz wielkości i kształtu węglików przeprowadzono na próbkach po wyżarzaniu zmiękczającym. Tok postępowania, przy wyznaczaniu parametrów ilościowej oceny struktury, był zgodny z zaleceniami zawartymi w pracy [1]. Zastosowano wariant metody badań na automatycznym analizatorze obrazu typu "Quantimet 720" wyposażonym w obiektyw Epi 12,5 x 0,25.

Wyznaczono wskaźniki segregacji węglików \bar{s}_1 , jako średnią wartość liczbę węglików i ich skupisk zajmujących powierzchnię 1 mm^2 z analiz 10 pól. Obliczono również wskaźnik zmienności segregacji:

$$V_{s_1} = \frac{S(s_1)}{\bar{s}_1},$$

gdzie $S(s_1)$ - empiryczne odchylenie standardowe.

Wielkość węglików charakteryzowano średnicami Ferreta, wyznaczonymi w kierunku prostopadłym i równoległym do kierunku przebiegu pasm segregacji węglików. Wielkości średnie wyznaczono na tych samych próbkach na urządzeniu "Quantimet 720", stosując obiektyw Epi 63x/0,90. Kształt węglików określano wskaźnikiem równym stosunkowi średnicy Ferreta w kierunku prostopadłym do średnicy Ferreta w kierunku równoległym.

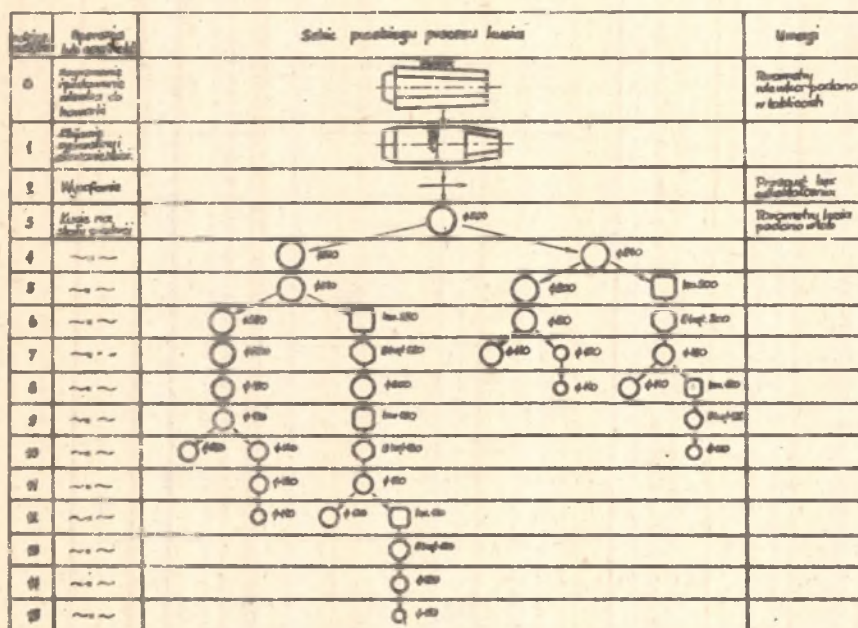
Ilościową ocenę wielkości i niejednorodności wielkości ziarna przeprowadzono w oparciu o metodę Snyder-Graffa [3].

Wielkość i załęganie strefy makrosegregacji określano na tarczach trawionych w 10-procentowym alkoholowym roztworze kwasu azotowego. Dla ilościowego opisu strefy makrosegregacji przyjęto promień okręgu R o środku leżącym w osi pręta i całkowicie obejmującym strefę nasiloną, wyraźnie widocznej makrosegregacji.

Ocenę "niekołowości" przekroju prętów oraz makronierówności wzdłuż obwodu dokonano przy użyciu specjalnego profilografu biegunowego typu "Talyron" model S1. Wartość występującej w przecie niekołowości oraz makronierówności wyznaczano przy użyciu szablonów stanowiących wyposażenie profilografu.

3.2. Charakterystyka materiału wadowego i przygotowanie próbek

Materiał wadowy do kucia stanowiły wlewki o masie około 850 kg, smukłości 3,27 i zbieżności jednostronnej, pochodzące z dwóch różnych wytopów. Skład chemiczny materiałów został przedstawiony w tabl. 2. Wlewki do kucia nagrzewano dwustopniowo w piecach obrotowych, stanowiących wyposażenie kowarki SXL40, zgodnie z ogólnie stosowaną technologią. Przed przekazaniem do kucia wlewek podlega dokładnym oględzinom powierzchni oraz badaniom ultradźwiękowym. Wszystkie przeznaczone do prób wlewki odpowiadały wymaganiom stawianym wadom do kucia na kowarkach. Przebieg kucia prętów z podaniem kolejności przepustów kształtów i wielkości przekrojów przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Przebieg kucia prętów ze stali SW18

3.3. Analiza wyników badań

3.3.1. Wpływ parametrów kucia na wielkość strefy makrosegregacji

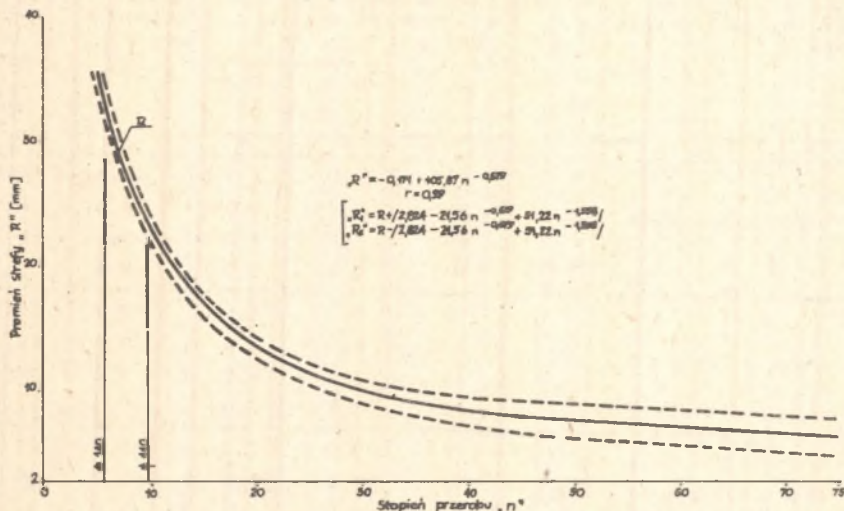
Wielkości strefy makrosegregacji, uzyskane w prętach o średnicy 140 i 110 mm kutyh różnymi sposobami, świadczą o korzystnym wpływie kucia przez kwadrat oraz stosowania dużych gniotów w przepustach. Dla stworzenia podstawy do dokonania porównań wyników uzyskanych w badaniach przeprowadzono ocenę statystyczną wielkości promieni strefy makrosegregacji, występują-

Tablica 2

Parametry odlewania i skład chemiczny wyciepów modyfikowanych

Parametry odlewania					Skład chemiczny badanych wyciepów (%)														
Numer wyciepu	Ilość wlewków w wyciepie (szt.)	Temp. metalu w kadzi (°C)	Czas odstawienia metalu z kadzi (min)	Rodzaj modyfikatora	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	W	Mo	V	B	Ca	N ₂	Ce	O ₂
1 60596	11	1560	10	Ca metalicz.	0,81	0,16	0,28	0,030	0,012	4,20	0,15	17,41	0,31	1,28	-	0,088	-	-	0,0088
2 61909	10	1590	12	Ca metalicz.	0,79	0,28	0,26	0,030	0,010	4,35	0,26	17,54	0,57	1,25	-	0,002	-	-	0,0067

cej w prętach pochodzących z dotychczasowej produkcji. Uzyskane wyniki ujęto w postaci analitycznej zależności wielkości promienia strefy makrosegregacji (R) od stopnia przekucia (n).



Rys. 4. Promień strefy makrosegregacji w prętach ze stali SW18 modyfikowanych Ca o średnicy 110 i 140 mm na tle wyników statystycznych z bieżącej produkcji prętów ze stali szybkotnących

Funkcje te przedstawiono graficznie na rys. 4. Na rysunku tym, w postaci słupkowej, naniesiono promienie stref makrosegregacji w prętach odkutyh zgodnie z przyjętymi w badaniach warunkami.

Dokonanie porównanie wskazuje na poprawę jakości prętów po zastosowaniu nowych warunków produkcji, co należy przypisać łącznemu działaniu procesu metalurgicznego, głównie modyfikacji wapniem i przeróbki plastycznej. Korzystniejsze wyniki dało kucie prętów "przez kwadrat" dużymi gniotami. Korzystniejsze oddziaływanie kucia "przez kwadrat" znajduje również potwierdzenie w wynikach badań defektoskopowych.

3.3.2. Wpływ sposobu kucia na mikrostrukturę prętów ze stali SW18

Analizując wyniki oceny segregacji węglików (tabl. 3a) metodą porównawczą można stwierdzić, że wielkość gniotu w przejściu wywiera zauważalny wpływ na stopień rozbitcia siatki węglików (skala "A"). Nie stwierdzono natomiast wyraźnego wpływu wielkości gniotu na szerokość pasma węglików (skala "B"). Maksymalne różnice segregacji węglików między powierzchnią a środkiem prętów wynoszą w skali "A" - 2 numery, a w skali "B" - 2,5 numeru wzorca.

Tablica 3a

Wyniki ilościowej oceny segregacji węglików

P.	Średnica pręta (mm)	System kalibrowania	Gniot bezwzględny (mm)	Odległość od powierzchni pręta (mm)	Wartość wskaźników fazy węglkowej			
					Ocena segregacji węglików wg PN		Wskaźnik segregacji s_1 $\times 10^3$	Wskaźnik zmienności segregacji V_{s_1} (%)
					Skala "A"	Skala "B"		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	140	koło-koło	20	9	2,0	2,5	13,7	10,18
				30	3,0	3,5	9,6	10,86
				51	4,0	4,0	9,6	26,11
				70	4,0	5,0	8,3	28,11
2	140	koło-koło	40	9	2,0	2,5	13,9	16,10
				30	3,0	3,5	8,5	19,33
				51	3,5	4,0	8,4	34,16
				70	3,5	5,0	8,3	39,54
3	140	koło-kwadrat	20	9	2,0	3,0	15,0	29,31
				30	3,5	3,5	13,0	39,28
				51	3,5	4,0	12,4	39,84
				70	4,0	5,0	11,8	42,36
4	140	koło-kwadrat	40	9	2,5	2,5	12,2	15,60
				30	3,0	3,5	11,9	12,38
				51	3,0	4,0	12,1	19,62
				70	3,5	5,0	7,7	47,40
5	110	koło-koło	20	7	2,0	2,5	14,0	18,87
				23	3,0	3,0	11,6	20,21
				40	4,0	4,0	9,0	28,31
				55	3,0	5,0	9,0	40,03
6	110	koło-koło	40	7	2,0	2,5	15,4	19,72
				23	3,0	3,0	14,3	20,10
				40	3,0	4,5	14,4	28,76
				58	3,5	4,0	10,7	47,14
7	110	koło-kwadrat	20	7	2,0	2,5	20,6	8,24
				23	2,5	3,0	17,8	20,25
				40	3,5	3,5	15,6	25,82
				55	3,0	5,0	14,4	51,52
8	110	koło-kwadrat	40	7	2,0	2,5	20,6	19,59
				23	2,5	2,5	16,5	11,13
				40	3,0	5,0	16,3	12,77
				55	4,0	5,0	14,1	38,87

Tabela 3b

Wyniki ilościowej oceny wielkości i kształtu węglików

p.	Średnica pręta (mm)	System kalibrowania	Gniot bezwzględny (mm)	Odległość od powierzchni pręta (mm)	Średnica Ferreta węglików		Wskaźnik zmienności średnicy Ferreta		Wskaźnik kształtu węglików $V_k = \frac{F_I}{F_{II}}$	Wskaźnik zmienności segregacji $V_{V_k} [\%]$
					w kierunku 1 do pasa segregacji $F_I [\mu m]$	w kierunku do pasa segregacji $F_{II} [\mu m]$	V_{F_I} (%)	$V_{F_{II}}$ (%)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	140	koło-koło	20	9	2,36	3,27	9,59	9,09	0,741	4,18
				30	2,95	4,37	21,15	15,82	0,675	12,00
				51	3,08	4,09	26,72	17,37	0,741	12,68
				70	2,66	4,05	40,68	31,79	0,642	13,08
2	140	koło-koło	40	9	2,21	3,27	14,39	12,03	0,673	6,39
				30	2,38	3,28	25,85	21,67	0,723	8,57
				51	3,09	4,31	25,54	22,41	0,700	13,29
				70	2,16	3,05	56,39	50,48	0,708	11,44
3	140	koło-kwadrat	20	9	2,82	3,85	9,73	11,88	0,736	8,15
				30	2,77	3,73	22,07	16,79	0,739	10,15
				51	2,54	3,89	35,47	13,67	0,727	9,35
				70	2,94	4,10	40,64	43,23	0,723	13,97
4	140	koło-kwadrat	40	9	2,22	3,20	19,20	12,21	0,688	7,85
				30	2,46	3,62	14,60	15,26	0,682	6,30
				51	2,12	3,08	32,67	28,49	0,682	7,04
				70	1,77	2,46	36,20	31,35	0,714	5,74
5	110	koło-koło	20	7	2,23	3,19	19,25	18,39	0,697	8,18
				23	2,39	3,37	20,17	17,47	0,705	7,94
				40	2,62	3,52	22,47	15,19	0,737	9,90
				55	3,11	3,38	31,64	29,81	0,703	12,38
6	110	koło-koło	40	7	2,49	3,55	8,25	9,46	0,702	5,27
				23	2,78	3,97	16,91	7,89	0,700	13,71
				40	2,61	3,90	27,57	16,98	0,662	10,73
				55	2,66	4,00	17,74	10,38	0,664	14,16
7	110	koło-kwadrat	20	7	1,86	2,79	10,59	7,54	0,665	5,56
				23	2,51	3,82	17,21	18,38	0,659	8,19
				40	2,13	3,09	24,20	24,20	0,691	5,55
				55	2,70	3,71	31,32	29,02	0,726	8,54
8	110	koło-kwadrat	40	7	2,53	3,45	13,23	9,44	0,732	7,61
				23	2,38	3,68	21,92	20,56	0,647	9,12
				40	2,29	3,59	18,46	13,46	0,637	10,05
				55	2,69	3,79	32,74	33,19	0,716	11,31

Porównując mikrostrukturę prętów o różnym stopniu przekucia (\varnothing 140 i \varnothing 110 mm) w stanie wyżarzonym, nie zauważa się między nimi zdecydowanej różnicy. W kilku przypadkach stwierdzono towarzyszący przyrostowi stopnia przekucia wzrost jednorodności rozmieszczenia węglików o 0,5-1 numeru wzorców skali "A" i "B". Nie stwierdzono również w tych prętach wyraźnego wpływu sposobu kalibrowania na segregację węglików, ocenianą za pomocą skali wzorców.

Świadczy to o małej czułości metody porównawczej oceny segregacji węglików w stalach szybko tnących. Trudno bowiem przyjąć brak wyraźnego wpływu struktury pierwotnej (osł wlewka - warstwa brzegowa), stopnia przekucia i sposobu kucia na strukturę prętów.

Dla uzyskania w pełni obiektywnych informacji o wpływie parametrów kucia na mikrostrukturę prętów przeprowadzono analizę statystyczną wyników ilościowej oceny fazy węglikowej tabl. 3 na urządzeniu Quantimet 720 oraz oceny średniej wielkości i niejednorodności wielkości ziarna osnowy (tabl. 4) w hartowanych próbkach pobranych z tych prętów.

Do oceny istotności wpływu wielkości gniotu i systemu kalibrowania na strukturę zastosowano test wariancji Fischera [2] i test Studenta dla wartości średnich [2] następujących wskaźników ilościowej oceny struktury:

- wskaźnika segregacji węglików \bar{s}_1 ,
- średnicę Ferrera węglików w kierunku równoległym i prostopadłym do osi prętów $F_{||}$ i F_{\perp} ,
- wskaźnika kształtu węglików \bar{W}_k ,
- wskaźnika wielkości ziarna Snyder-Graffa \bar{x}_{s-g} .

Przeprowadzona analiza pozwoliła stwierdzić, że istotnie korzystne jest oddziaływanie dużego gniotu i systemu kalibrowania "koło-kwadrat" w odniesieniu do takich cech struktury, jak i segregację węglików oraz wielkość i niejednorodność wielkości ziarna osnowy.

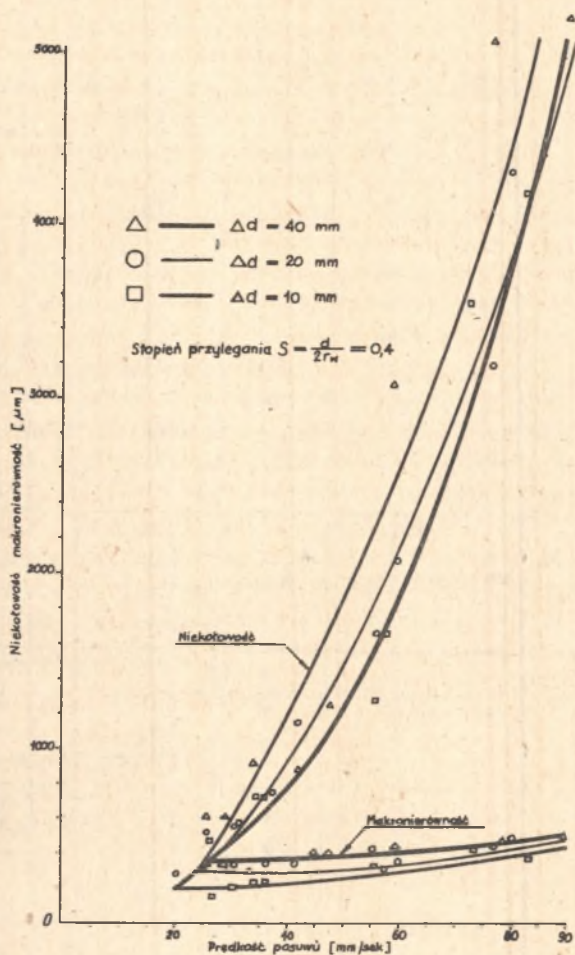
3.3.3. Ocena niekołowości i makronierówności prętów kutyh na kowarce

Podstawowymi cechami geometrycznymi przekroju pręta są niekołowość i makronierówność. Niekołowość jest efektem 4, symetrycznie biegnących po linii śrubowej, występów, powstałych w miejscach zetknięcia śladów od uderzeń poszczególnych kowadeł. Makronierówność jest natomiast następstwem nierówności między śladami od uderzeń tego samego kowadła. Wykonane badania niekołowości i makronierówności wykazały, że wzrost prędkości posuwu i gniotu prowadzi do ich wzrostu (rys. 5). Prędkość posuwu ma stosunkowo nieznaczny wpływ na makronierówność, zaś bardzo silny na niekołowość. Wpływ gniotu w przepuszczeniu jest nieznaczny zarówno na niekołowość jak i makronierówność. W zakresie prędkości posuwu 20-30 mm/s i gniotu $\Delta d = 20$ mm, wartości niekołowości i makronierówności są bardzo zbliżone. Stosowanie zatem prędkości posuwu i gniotu z tego zakresu umożliwia uzyskanie najkorzystniejszych cech geometrycznych przekroju, co w praktyce sprowadza się również do najlepszej jakości powierzchni. Dobierając parametry kucia wy-

Tablica 4

Wyniki oceny wielkości ziarna osnowy

Lp.	Średnica pręta (mm)	System kalibrowania	Gniot bezwzględny	Odległość od powierzchni pręta (mm)	Wskaźnik wielkości ziarna	Wskaźnik niejednorodności wielkości ziarna
1	2	3	4	5	6	7
1	140	koło-koło	20	9	14,3	20,3
				30	12,7	31,7
				51	12,1	29,7
				70	12,6	20,6
2	140	koło-koło	40	9	14,0	27,9
				30	13,8	30,6
				51	14,3	35,0
				70	10,7	54,2
3	140	koło-kwadrat	20	9	13,3	15,9
				30	13,0	18,8
				51	12,4	28,7
				70	11,0	47,3
4	140	koło-kwadrat	40	9	12,6	20,4
				30	12,6	17,5
				51	13,5	13,2
				70	13,6	12,1
5	110	koło-koło	20	7	14,7	19,2
				23	12,1	20,0
				40	12,5	29,6
				55	11,9	37,0
6	110	koło-koło	40	7	11,7	27,1
				23	9,2	29,3
				40	11,7	35,6
				55	8,4	42,1
7	110	koło-kwadrat	20	7	15,0	7,0
				23	15,3	14,4
				40	16,5	17,9
				55	15,3	16,9
8	110	koło-kwadrat	40	7	13,7	16,9
				23	12,1	19,7
				40	13,5	29,6
				55	13,0	28,6



Rys. 5. Wpływ parametrów kucia na niekołowość i makronierówność prętów ze stali szybko tnącej

kańczącego należy się jednak kierować zasadą zapewnienia zadowalających a niekoniecznie najlepszych cech geometrycznych odkutego pręta, co umożliwi zastosowanie odpowiedniego do wymaganych cech, maksymalnego gniotu i maksymalnej prędkości posuwu. Daje to w efekcie możliwość osiągnięcia największej wydajności i najwyższego zakresu temperatury kucia.

4. PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ

Badanie istotności i kierunku wpływu parametrów kucia na mikrostrukturę pozwoliły stwierdzić korzystny wpływ kucia dużymi gniotami $\Delta d = 40$ mm z zastosowaniem, zwłaszcza w końcowych przepustach, kalibrowania "koło-

-kwadrat" i "koło-ośmiokąt". Ten sposób kucia wpłynął również na zmniejszenie wielkości strefy makrosegregacji.

Wykonane badania procesu przeróbki plastycznej na kowarce pozwalają ustalić zasady doboru parametrów kucia stali szybko tnącej, zapewniających uzyskanie wysokiej jakości prętów o dużych przekrojach. Dają również wytyczne do projektowania procesów kucia innych materiałów, w tym szczególnie trudnoodkształcalnych. Zasady te można ująć w następujących zaleceniach:

- dla uzyskania możliwie najgłębszego zasięgu strefy, odkształceń postaciowych należy stosować maksymalne, dopuszczalne mocą i cechami geometrycznymi narzędzi, gnioły ($\Delta d = 40$ mm) i prędkości posuwu ($V_p = 50$ mm/s dla przekroju kołowego i $V_p = 100$ mm/s dla przekroju kwadratowego i 8-kątnego) oraz kucie "przez kwadrat" w końcowych przepustach,
- aby uniknąć powstawania zakuć i dużych nierównomierności i obciążenia kowarki należy w przypadku stosowania kucia na przekrój kwadratowy, dokonywać ponownego przejścia na przekrój kołowy przez ośmiokąt,
- kucie wygładzające, które należy prowadzić w przejściu nieparzystym, powinno być prowadzone przy prędkości posuwu $V_p \leq 30$ mm/s i gnioście $\Delta d \leq 20$ mm,
- w czasie grzania szczególną uwagę zwrócić należy na właściwy równomierny rozkład temperatury w sadu,
- ostateczny dobór kalibrowania i parametrów kucia uzależnić należy od gatunku kutego materiału, uwzględniając jego szczególne własności i dobierając parametry kucia zapewniające we wstępnej fazie kucia penetrację odkształcenia na wskroś, a w przepuszczeniu gładzącym wymaganą jakość powierzchni pręta.

LITERATURA

- [1] Pustówka E., Cwajna J., Onderka J.: Praca doktorska. Politechnika Śląska, Katowice 1978.
- [2] Volk W.: Statystyka stosowana dla inżynierów. WNT, Warszawa 1973.
- [3] Cwajna J., Hatmańczyk M., Maciejny A.: Ocena niejednorodności wielkości ziarna osnowy w stalach szybko tnących. Hutnik nr 5/77, ss.233-240.

ПОДБОР ПАРАМЕТРОВ КОВКИ НА КОВОЧНЫХ МАШИНАХ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ

Резюме

В статье обсуждаются основные вопросы связанные с количественным анализом соединений между параметрами ковки и распределением структур в разрезе кованых стержней. Кроме того рассматривается влияние параметров ковки в отделяющих пропусках на точность формы поперечного разреза кованых стержней.

THE CHOICE OF PARAMETERS OF FORGING RAPID TOOL STEELS
ON THE SWAGING MACHINES

S u m m a r y

The paper presents the basic problems pertinent to the quantitative analysis of relations between forging parameters and structure distribution in the section of forged rods. Moreover, the influence of forging parameters in the finishing passes on the precision of form of cross sections of the forged rods is discussed.