

Jan CWAJNA, Marek HETMAŃCZYK,  
Adolf MACIEJNY

Instytut Inżynierii Materiałowej

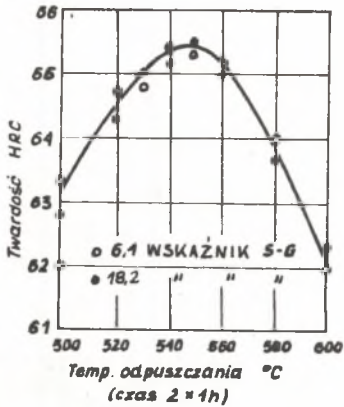
## ZASTOSOWANIE KRYTERIÓW RÓWNOMIERNOSCI STRUKTURY DO ANALIZY ROZROSTU ZIARNA AUSTENITU W PROCESIE HARTOWANIA STALI SZYBKOTNAJĄCEJ TYPU S 6-5-2

**Streszczenie.** W pracy przeanalizowano przydatność opracowanych przez autorów kryteriów równomierności struktury do oceny rozrostu ziarna austenitu w procesie hartowania stali szybko tnącej typu S 6-5-2. Stwierdzono, że po przekroczeniu krytycznej temperatury austenitizowania wynoszącej  $1230^{\circ}\text{C}$  następuje gwałtowny nierównomierny rozrost ziarna, wyrażony wzrostem wskaźnika R. Dla pełnego ujęcia rozrostu ziarna niezbędne jest określenie zmian wskaźnika wielkości ziarna Snyder-Graffa oraz wskaźnika równomierności struktury R pod wpływem temperatury i czasu austenitizowania.

### 1. Wprowadzenie

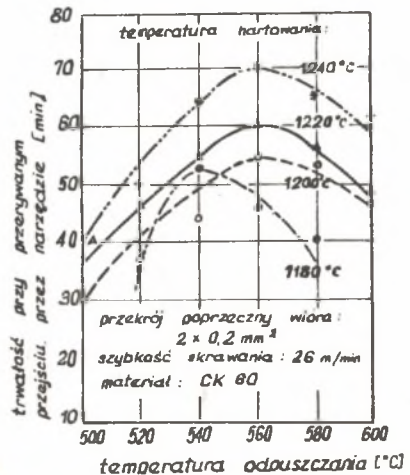
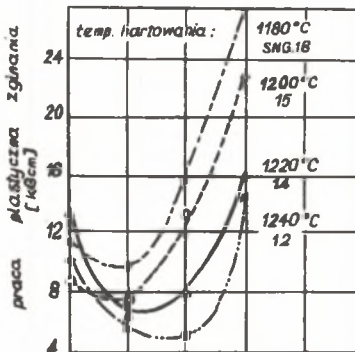
Wyniki dotychczasowych badań stali typu S 6-5-2 (SW7M) pozwalają stwierdzić, że wielkość byłego ziarna austenitu w istotny sposób wpływa na podstawowe własności mechaniczne stali decydujące o twardości i niezawodności pracy narzędzi. Dobre własności użytkowe posiadają narzędzia o dużej odporności na ścieranie, proporcjonalnej do twardości stali po odpuszczeniu i jej odporności na odpuszczanie oraz dobrej ciągliwości, którą charakteryzują się stale drobnziarniste. Uzyskaniu struktury drobnziarnistej stali szybko tnących sprzyjają zabiegi modyfikacji, zwiększona zawartość węglików i ich równomierny rozkład, wzrost stopnia odkształcenia plastycznego, wyżarzanie zmiękczające poniżej temperatury  $A_{c1}$  oraz niskie temperatury i krótkie czasy austenitizowania [1 - 13].

W ostatnim okresie opublikowano prace [14, 15], z których wynika, że przy małej różnicy wielkości ziarna w zakresie wskaźnika wielkości ziarna Snyder-Graffa od 10 do 18 nie ma jednoznacznej zależności pomiędzy wielkością ziarna austenitu, własnościami mechanicznymi a własnościami użytkowymi narzędzi ze stali szybko tnącej typu S 6-5-2. Weigand i Bachren [15] przedstawili wykres ilustrujący wpływ temperatury odpuszczania na twardość stali typu S 6-5-2 o różnej wielkości ziarna (rys. 1). Porównano próbki drobnziarniste (wskaźnik wielkości ziarna Snyder-Graffa = 18) oraz próbki gruboziarniste, austenitizowane w wysokiej temperaturze (wskaźnik wielkości ziarna Snyder-Graffa = 6). Dla obu rodzajów próbek uzyskano podobny



Rys. 1. Wpływ temperatury odpuszczania na twardość stali szybko hartowanej typu S 6-5-2 (SW7M) o różnej wielkości ziarna [13]

więc, zdaniem Weiganda i Bachrena, wyższa ciągliwość stali uzyskiwana dzięki drobniejszemu ziarnu austenitu nie zapewnia większej trwałości narzędzi.



Rys. 2. Ciągliwość i twardość narzędzi ze stali szybko hartowanej typu S 6-5-2 (SW7M) w zależności od temperatury odpuszczania

Wydaje się jednak, że przedstawione wyniki badań nie stanowią dostatecznych podstaw do podważenia poglądów innych autorów o wpływie wielkości ziarna na własności mechaniczne i użytkowe narzędzi ze stali typu S 6-5-2. Rozbieżności w ocenie znaczenia wielkości byłego ziarna austeni-

tu w stalach szybko tnących dowodzą natomiast niedoskonałości stosowanych metod oceny własności użytkowych na podstawie własności mechanicznych. Spowodowane są prawdopodobnie także tym, że dla różnych narzędzi i zmiennych warunków ich pracy ciągłość i odporność na ścieranie w różnym stopniu decydować będą o ich trwałości. Świadczą również o tym, że wielkość byłego ziarna austenitu nie może być jedynym kryterium oceny struktury stali szybko tnących. Na własności stali szybko tnących wpływają bowiem oprócz wielkości ziarna inne czynniki zależne od technologii wytwarzania. Najważniejszymi spośród nich są: segregacja węglików, parametry rozkładu przestrzennego węglików, rozpuszczanie się węglików w roztworze stałym decydujące o stopniu nasycenia austenitu węglem i pierwiastkami stopowymi. Zawartość węgla i pierwiastków stopowych w austenicie decyduje zaś o ilości austenitu szcążkowego, jego trwałości oraz ilości węglików wtórnych powstających w procesie odpuszczania [1 do 13].

Studia literaturowe [8, 9, 12, 16] i badania własne [17, 18] pozwalają stwierdzić, że jedną z przyczyn wspomnianych rozbieżności może być także pomijanie przy ocenie wielkości ziarna znaczenia równomierności struktury, tj. zróżnicowania ziarn pod względem ich wielkości. Stosowany powszechnie wskaźnik wielkości ziarna Snyder-Graffa nie uwzględnia bowiem tego zróżnicowania. Zagadnienie to zostało szczegółowo przeanalizowane w pracach wykonanych w Instytucie Inżynierii Materiałowej Politechniki Śląskiej [17, 18]. W pracy [18] zaproponowano, by ocenę równomierności struktury dokonywać na podstawie analizy wielkości statystycznych wyznaczanych przy pomiarze wielkości ziarna metodą Snyder-Graffa. Wprowadzono wskaźnik równomierności struktury

$$R = \frac{S(x)}{\bar{x}}$$

gdzie:

- $\bar{x}$  - wartość średnia wskaźnika wielkości ziarna Snyder-Graffa,
- $S(x)$  - błąd standardowy wskaźnika Snyder-Graffa.

oraz zalecono stosowanie dwóch kryteriów równomierności struktury:

I kryterium (warunek "ostry")

$$S^2(x)_{\text{stali}} \leq S^2(x_2)_{\text{wzorca}}$$

II kryterium (warunek "łagodny")

$$S^2(x)_{\text{stali}} \leq 1,88 S^2(x_2)_{\text{wzorca}}$$

Zadaniem niniejszej pracy jest dokonanie analizy możliwości zastosowania kryteriów równomierności struktury do oceny rozrostu ziarna austenitu w procesie hartowania stali szybko tnącej SW7M.

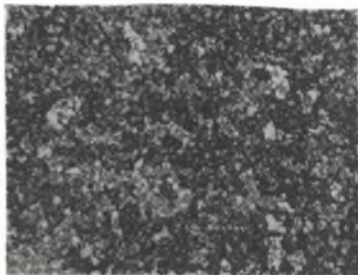
## 2. Badania własne

### 2.1. Cel badań

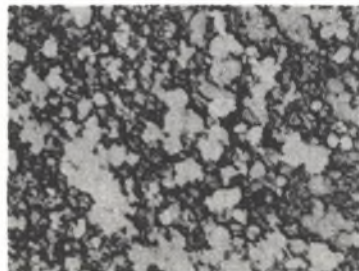
Celem badań było dokonanie analizy równomierności struktury stali SW7M po różnych wariantach hartowania przy pomocy wskaźnika równomierności struktury oraz opracowanie metody oceny procesu rozrostu ziarna austenitu, uwzględniającej zmiany wielkości ziarna i równomierności struktury pod wpływem zmiennych parametrów austenitowania.

### 2.2. Materiał do badań

Badania przeprowadzono na próbkach wyciętych z prętów  $\varnothing$  10 mm stali SW7M produkcji huty Baildon dostarczonych w stanie zmiękczonej (rys. 3 i 4) Próbki poddano 21 wariantom hartowania wg parametrów podanych w tablicy 1.



Rys. 3. Struktura badanej stali SW7M w stanie dostawy. Węglik o zróżnicowanym kształcie i wielkości w osnowie ferrytycznej. Powiększenie 675x



Rys. 4. Fragment rys. 3. Skosne oświetlenie. Powiększenie 1900x

### 2.3. Metodyka badań

#### 2.3.1. Obróbka cieplna próbek

Hartowanie próbek przeprowadzono wg schematu przedstawionego na rys.5.

Poszczególne etapy obróbki cieplnej wykonano w sposób następujący:

Etap 1 - podgrzewanie do temperatury 650°C ( $t_1$ ) w piecu elektrodowym solnym PGT-35/50 w soli hartowniczej 25% SH630 i 75% SH430.

Etap 2 - podgrzewanie do temperatury 850°C ( $t_2$ ) w piecu jw. w soli hartowniczej SH630.

Etap 3 - podgrzewanie do temperatury austenitowania ( $t_3$ ) w piecu elektrodowym solnym PEE-35/50 w soli "M". Przyjęto jednakowy czas do grzewania w etapie 3 do temperatury austenitowania, przy wszystkich wariantach hartowania - 30 sekund zgodnie z wykresem PN-71/H-85022.



## Wyniki pomiarów wielkości ziarna metodą Snyder-Graffa

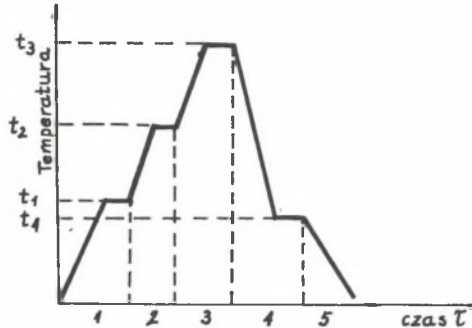
Tablica 1

Lp.	Parametry autenitizowania		Wskaźnik S-G $\bar{x}$	Wariancja empiryczna wskaźnika S-G $S^2(x)$	Błąd standardowy $S(x)$	Wariancja wartości średniej $S^2(\bar{x})$	Średni błąd wartości średniej $S(\bar{x})$	Przedział ufności wskaźnika wielkości ziarna Snyder-Graffa $\alpha = 0,05$	Ziarno wg PN 71/H-85022	Wskaźnik nierównomierności struktury $R = \frac{S(x)}{\bar{x}} \%$	Wariancja empiryczna na wzorca $S^2(x_2)$	Typ struktury R-równomier na $M_I$ -mie szana
	Temp. °C	Czas sec										
1		60	21,1	0,54	0,74	0,0054	0,070	20,57 ÷ 21,63	b.drobne	3,0	3,24	R
2	1170	90	18,5	0,28	0,61	0,0040	0,060	18,02 ÷ 18,98	b.drobne	3,7	2,77	R
3		150	16,0	0,4	0,63	0,0040	0,060	15,85 ÷ 16,45	b.drobne	4,2	2,34	R
4		270	15,5	0,72	0,85	0,0072	0,080	14,89 ÷ 16,10	b.drobne	5,4	2,26	R
5		60	17,5	0,28	0,53	0,0028	0,050	17,12 ÷ 17,88	b.drobne	3,0	2,61	R
6	1200	90	16,5	0,50	0,70	0,0050	0,070	16,00 ÷ 17,00	b.drobne	4,2	2,43	R
7		150	14,6	0,93	0,97	0,0093	0,090	13,91 ÷ 15,29	drobne	6,6	2,09	R
8		270	14,2	1,07	1,03	0,107	0,100	13,42 ÷ 14,94	drobne	7,2	2,03	R
9		60	17,0	0,45	0,67	0,0045	0,061	16,5 ÷ 17,5	b.drobne	3,9	2,52	R
10	1215	90	16,2	0,62	0,79	0,0062	0,080	15,63 ÷ 16,76	b.drobne	4,8	2,38	R
11		150	15,1	0,99	0,99	0,0099	0,098	14,39 ÷ 15,81	b.drobne	6,5	2,19	R
12		270	14,1	1,40	1,18	0,0140	0,118	13,55 ÷ 15,25	drobne	8,1	2,06	R
13	1225	90	15,7	0,96	0,98	0,0023	0,048	15,36 ÷ 16,09	b.drobne	6,2	2,29	R
14		60	14,5	0,72	0,85	0,0072	0,080	13,89 ÷ 15,11	drobne	5,8	2,08	R
15	1230	90	13,9	0,77	0,87	0,0077	0,080	13,28 ÷ 14,52	drobne	6,2	1,98	R
16		150	12,8	0,84	0,91	0,0084	0,090	12,15 ÷ 13,45	drobne	7,1	1,78	R
17		270	12,7	1,12	1,06	0,0112	0,100	11,94 ÷ 13,46	drobne	8,3	1,76	R
18		60	8,3	0,45	0,67	0,0046	0,070	7,82 ÷ 8,78	średnie	8,0	0,99	R
19	1260	90	8,9	1,29	1,13	0,129	0,110	7,39 ÷ 9,09	średnie	13,7	0,97	$M_I$
20		150	7,1	0,77	0,87	0,007	0,080	6,48 ÷ 7,72	średnie	12,7	0,74	$M_I$
21		270	5,3	0,90	0,95	0,0090	0,090	4,62 ÷ 5,98	grube	17,9	0,46	$M_{II}$

Zastosowanie kryteriów równomierności...

Etap 4 - chłodzenie w soli hartowniczej SH430 o temperaturze 530-550°C w piecu PGT-35/50.

Etap 5 - chłodzenie na powietrzu.



Rys. 5. Schemat procesu hartowania próbek ze stali SW7M

### 2.3.2. B a d a n i a m e t a l o g r a f i c z n e

Badania metalograficzne próbek w stanie dostawy oraz po hartowaniu przeprowadzono na mikroskopie świetlnym MeF REICHERT - Austria. Próbki w stanie dostawy trawiono odczynnikami Mi19Fe wg PN-61/H-04503 o składzie: 3g chlorku żelaza, 10 cm<sup>3</sup> kwasu solnego (1,19), 90 cm<sup>3</sup> alkoholu etylowego. Próbki hartowane trawiono zalecanym przez PN-61/H-4603 odczynnikami Mi11Fe o składzie 3g żelazocyjanku potasowego, 10 g wodorotlenku sodowego, 100cm<sup>3</sup> wody destylowanej. Badania przeprowadzono w polu jasnym przy powiększeniu 675x.

Pomiar wielkości ziarna próbek hartowanych wykonano na matówce mikroskopu metalograficznego NEOPHOT-2 firmy Carl Zeiss Jena przy powiększeniu 1000x zgodnie z PN-71/H-85022.

### 3. Wyniki badań

Mikrostruktury stali po różnych wariantach hartowania przedstawiono na rys. 6 do 26. W hartowanych stalach ujawniono węgliki o zróżnicowanym kształcie i wielkości rozmieszczone w osnowie martenzytu skrytoiglastego z widocznymi granicami ziarn byłego austenitu.

W próbkach hartowanych z temperatury 1260°C przy czasie austenitowania powyżej 90 sekund ujawniono na granicach ziarn obecność eutektyki, świadczącej o nadtopieniu się próbek w procesie hartowania (rys. 24-26), Wyniki pomiarów wielkości ziarna metodą Snyder-Graffa, uzupełnioną o analizę równomierności struktury, przedstawiono w tablicy 1 oraz na rys. 27 i 28.

1170°C/60 sek

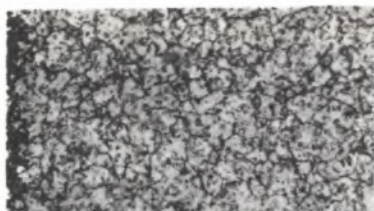


Wskaźnik wielkości  
ziarna Snyder-Graf-  
fa  $\bar{X} = 21,1$

Rys. 6

Wskaźnik  
równomier-  
ności struk-  
tury  
R=3,5%

1170°C/90 sek

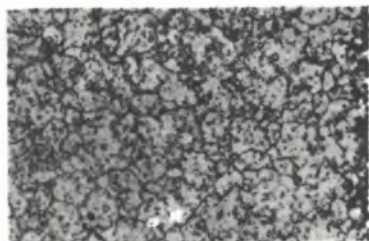


18,5

Rys. 7

3,7%

1170°C/150 sek

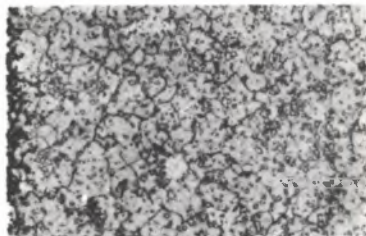


16,0

Rys. 8

4,2%

1170°C/270 sek

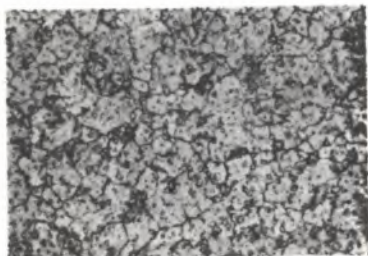


15,5

Rys. 9

5,4%

1200°C/60 sek

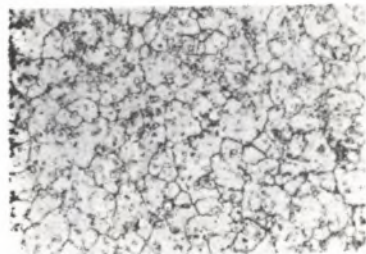


17,5

Rys. 10

3,0%

1200°C/90 sek

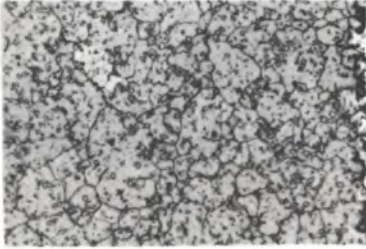


16,5

Rys. 11

4,2%

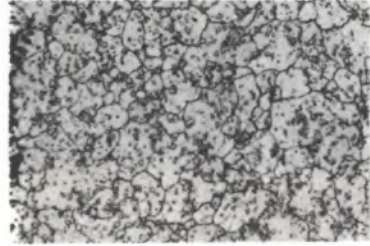
1200°C/150 sek



14,6

Rys. 12

1200°C/270 sek



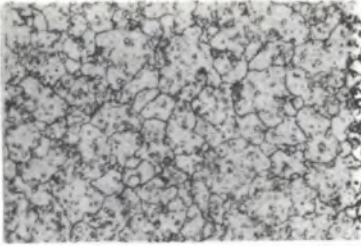
14,2

Rys. 13

7,1%

6,6%

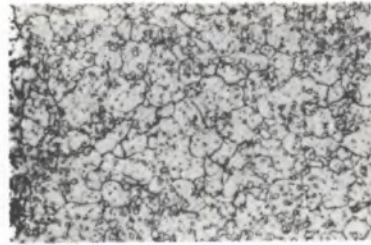
1215°C/60 sek



17,0

Rys. 14

1215°C/90 sek



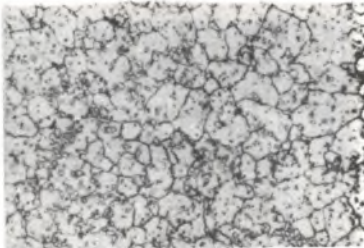
16,2

Rys. 15

4,8%

3,9%

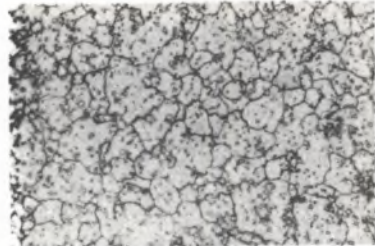
1215°C/150 sek



15,1

Rys. 16

1215°C/270 sek



14,4

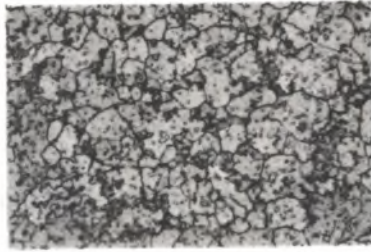
Rys. 17

8,1%

6,5%



1225°C/90 sek

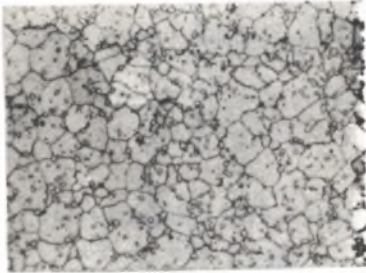


15,7

6,2%

Rys. 18

1230°C/60 sek

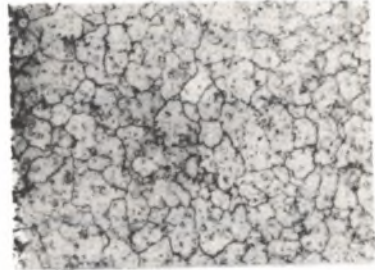


14,5

5,8%

Rys. 19

1230°C/90 sek

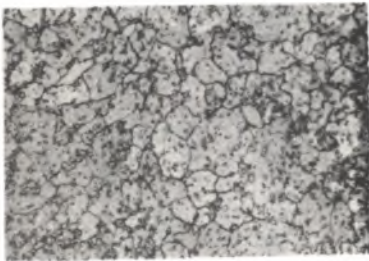


13,9

6,2%

Rys. 20

1230°C/150 sek

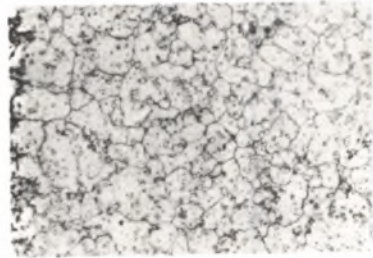


12,8

7,1%

Rys. 21

1230°C/270 sek

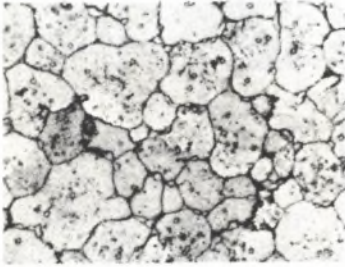


12,7

8,3%

Rys. 22

1260°C/60 sek

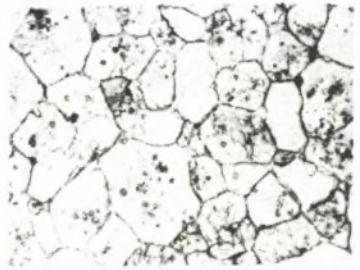


8,3

8,0%

Rys. 23

1260°C/90 sek

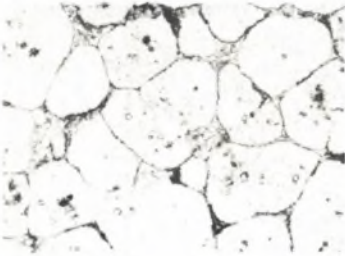


8,2

13,7%

Rys. 24

1260°C/150 sek

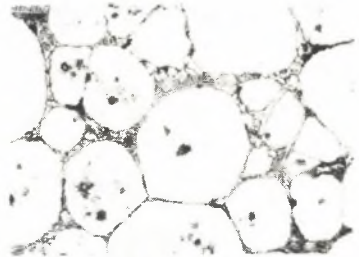


7,1

12,7%

Rys. 25

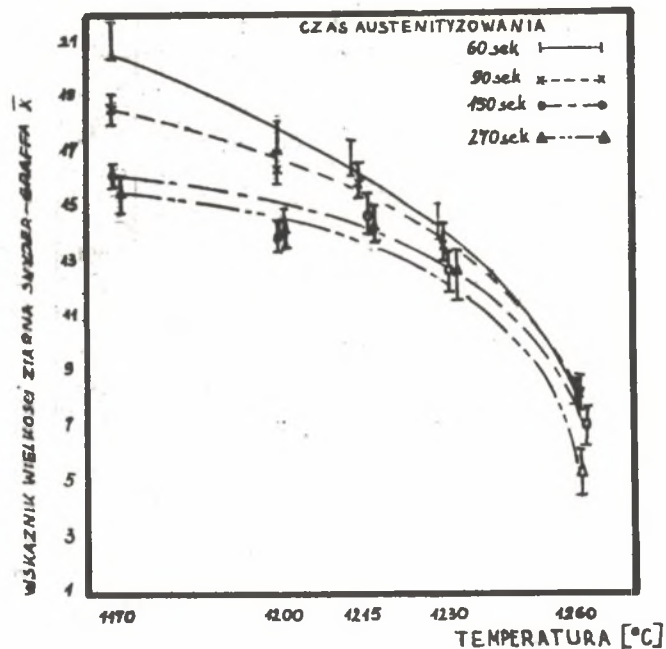
1260°C/270 sek



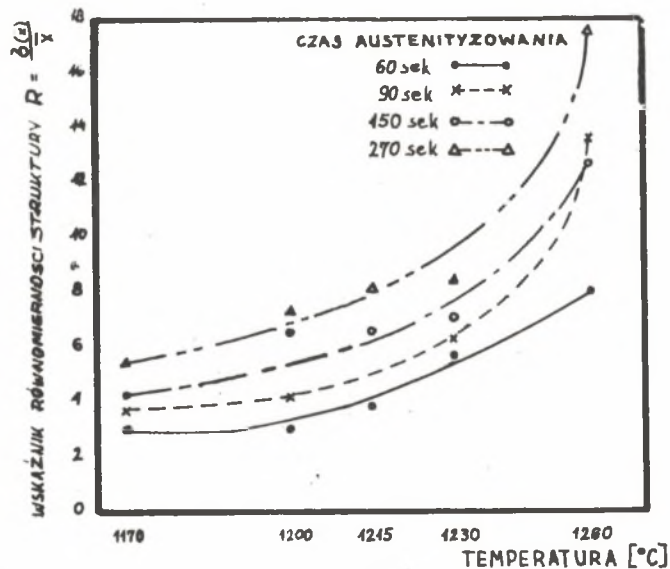
5,2

17,9%

Rys. 26



Rys. 27. Zmiana wskaźnika wielkości ziarna Snyder-Graffa  $\bar{X}$  pod wpływem temperatury i czasu austenitowania stali SW7M



Rys. 28. Zmiana współczynnika równomierności struktury  $R$  pod wpływem temperatury i czasu austenitowania stali SW7M

Najdrobniejsze ziarno posiadała stal po hartowaniu z temperatury 1170°C przy czasie austenitizowania 60 sekund (wskaźnik S - G = 21,1 rys. 6). Zgodnie z przewidywaniami przedłużenie czasu austenitizowania do 270 sek. spowodowało rozrost ziarna austenitu (wskaźnik S - G = 15,5), a także zwiększenie nierównomierności struktury - wzrost wskaźnika R od 3,5 do 5,4 (rys. 7 do 9). Spadek wielkości ziarna i wzrost nierównomierności struktury pod wpływem przedłużenia czasu austenitizowania zaobserwowano również dla pozostałych temperatur austenitizowania, tj. 1200°C, 1215°C, 1230°C i 1260°C.

Podwyższenie temperatury austenitizowania przy stałym czasie austenitizowania prowadziło także do rozrostu ziarna i zwiększenia się wskaźnika R. Badana stal wykazywała ziarno bardzo drobne przy zastosowaniu parametrów austenitizowania od 1170°C/60 sekund do 1215°C/150 sekund (rys. 6 do 16), a także po optymalnym dla tej stali wariancie hartowania 1225°C/90 sekund (rys. 18) i ziarno drobne dla wszystkich czasów austenitizowania w temperaturze 1230°C (rys. 19 do 22). Po hartowaniu z 1260°C/150 sek. badana stal wykazywała ziarno średnie i strukturę nierównomierną zgodnie z I kryterium (rys. 23 i 24). Po hartowaniu z 1260°C/270 sek. stal posiadała ziarno grube i strukturę nierównomierną zgodnie z II kryterium równomierności struktury (rys. 26).

Zmianę wskaźnika wielkości ziarna Snyder-Graffa pod wpływem temperatury i czasu austenitizowania przedstawiono na rys. 27. Wynika z niego, że przedłużenie czasu austenitizowania z 60 do 270 sek. dla zalecanych temperatur austenitizowania narzędzi od 1215 do 1230°C prowadzi do niewielkiego rozrostu ziarna (wzrost wskaźnika Snyder-Graffa o 2 do 3 jednostek). Po przekroczeniu temperatury 1230°C następuje gwałtowny rozrost ziarna austenitu przy wszystkich czasach austenitizowania, a także wyraźny wzrost nierównomierności struktury (zwiększenie się wskaźnika R) - rys. 28.

#### 4. Analiza wyników i wnioski

Analiza rozrostu ziarna w procesie hartowania powinna ujmować oprócz oceny wskaźnika wielkości ziarna Snyder-Graffa również zmiany wskaźnika równomierności struktury R, charakteryzującego zróżnicowanie ziarn pod względem ich wielkości.

Wyniki pomiarów wielkości ziarna uzupełnione o analizę równomierności struktury (tablica I) stanowią matematyczny dowód na to, że podwyższanie temperatury austenitizowania i zwiększenie czasu austenitizowania prowadzi do rozrostu ziarna austenitu oraz do wzrostu nierównomierności struktury. Powoduje to konieczność nowego spojrzenia na zagadnienie doboru optymalnych parametrów austenitizowania stali szybko tnących. Hartowanie stali SW7M powinno być przeprowadzone w sposób umożliwiający uzyskanie nie tylko odpowiedniej wielkości ziarna (wskaźnika wielkości ziarna większe-



go od 12) i twardości po odpuszczaniu (minimum 64 HRC), ale także struktury o możliwie największym stopniu równomierności.

Z rys. 27 i 28 wynika, że dla stali SW7M przekroczenie temperatury austenitizowania  $1230^{\circ}\text{C}$  prowadzi nie tylko do gwałtownego rozrostu ziarna, ale także szybkiego wzrostu wskaźnika R. Temperaturę austenitizowania  $1230^{\circ}\text{C}$  należy więc uznać krytyczną dla stali SW7M ze względu na uzyskanie maksymalnej dopuszczalnej wielkości ziarna oraz struktury o niewielkim zróżnicowaniu ziarn pod względem ich wielkości.

Uzyskane wyniki badań świadczą o tym, że analiza rozrostu ziarna w procesie hartowania powinna ujmować oprócz oceny wskaźnika wielkości ziarna Snyder-Graffa również zmiany wskaźnika równomierności struktury R, charakteryzującego zróżnicowanie ziarn pod względem ich wielkości.

Na podstawie analizy wyników badań przedstawić można następujące wnioski:

1. Analiza rozrostu ziarna austenitu stali szybko tnących wymaga określenia zmian wskaźnika wielkości ziarna Snyder-Graffa oraz zmian wskaźnika równomierności struktury pod wpływem temperatury i czasu austenitizowania.
2. Podwyższenie temperatury i zwiększenie czasu austenitizowania stali SW7M prowadzi do nierównomiernego rozrostu ziarna austenitu.
3. Krytyczna temperatura austenitizowania stali SW7M wynosi  $1230^{\circ}\text{C}$  i po jej przekroczeniu następuje gwałtowny, nierównomierny rozrost ziarna austenitu.

#### LITERATURA

- [1] Neumeyer T.A., Kosak A.: Grain Size of High Speed Tool Steels. Metallurgical Transactions 3/1972 s. 2281÷2287.
- [2] Borkowski K. i inni: Wpływ obróbki cieplnej na własności stali szybko tnących SW7Mo i SK10V. Mechanik nr 8, 1972.
- [3] Haberling E.: Wpływ obróbki cieplnej na główne własności stali szybko tnących S 6-5-2. DEW Techn.Ber. 3/71, s. 178÷183. Tłumaczenie IMZ T1/72.
- [4] Kossowicz G.A.: Struktura i swojstwa bystrorieżuszczich stalej legirowanych molibdienom. Mietażł. i Tierm.Obr. Mietażł. nr 5/1964
- [5] Sanokowski T., Magruk L.: Wpływ temperatury austenitizacji i innych warunków obróbki cieplnej na twardość i strukturę stali szybko tnącej SW7M powstałej w wyniku tej obróbki. Biuletyn nr 12/1972 i nr 2/1973.
- [6] Korn E. i inni: Untersuchung der Vorkarbidausscheidung im Schnellarbeitsstahl S 6-5-2 (Mo20). DEW. Techn.Ber. nr 3/1971 s. 171÷1977.
- [7] Geller Ju.A.: Instrumentalnyje stali. Mietażłurgija. Moskwa 1975.
- [8] Milders O.: Erzeugung von Schnellarbeitsstählen bei den Deutschen Edelstahlwerken DEW Techn.Ber. nr 3/1971.
- [9] Füssl A.: Latest Developments in High-Speed Steels in Europe J. Iron Steel Inst. nr 7/1971.

- [10] Vranc F.: Lastnosti hitroreznih jekel in analiza vzdrznosti orodij. Zelezn.Zb. nr 3/1973.
- [11] Sidan H. Rogen C.: Einfluss der Wärmebehandlung auf die Zähigkeitseigenschaften von Schnellarbeitsstählen. Berg. Hüttenm. nr 11/1971.
- [12] Bidge P.: Qualitätskontrolle der Schnellarbeitsstähle bei den Deutschen Edelstahlwerken. DEW.Techn.Ber. nr 3/1971.
- [13] Rodic A., Rodic J.: Influenza delle dimensioni e della distribuzione dei segregati di sabburi sulla proprietà degli acciai rapidi. Metallurgia Ital. nr 3/1971. Tłumaczenie IMZ T 421/71.
- [14] Kulmburg A., Schindler A.: Untersuchungen zur Optimierung der Märtungstehandlung von Schnellarbeitsstählen. Hart.Techn.Mitt. nr 2/1974.
- [15] Weigand H.H., Bachren F.D.: Rozważania nad znaczeniem wielkości ziarna austenitu w stalach szybko tnących. DEW.Techn.Ber. 3/1973. Tłumaczenie IMZ.
- [16] Wiebking K., Brandis H.: Oznaczenie wielkości ziarna stali szybko tnącej przy uwzględnieniu tworzenia się ziarn o różnej wielkości. DEW Techn.Ber. 3/1971. Tłumaczenie IMZ T 104/72.
- [17] Praca zbiorowa: Zbadanie skłonności stali szybko tnącej do rozrostu ziarna w procesie hartowania w zależności od warunków nagrzewania do przeróbki plastycznej oraz sposobu wyżarzania. Instytut Inżynierii Materiałowej Politechniki Śląskiej. Katowice 1974.
- [18] Cwajna J., Hetmańczyk M., Maciejny A.: Ocena równomierności struktury stali szybko tnących. Praca nie publikowana.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИТЕРИЕВ РАВНОМЕРНОСТИ СТРУКТУРЫ К АНАЛИЗУ РОСТА ЗЕРНА АУСТЕНИТА В ПРОЦЕССЕ ЗАКАЛКИ ВЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ Р6М5

Р е з ю м е

В работе проведён анализ пригодности разработанных авторами критериев равномерности структуры для оценки роста зерна в процессе закалки быстрорежущей стали Р6М5. Установлено, что после превышения критической температуры аустенитизации составляющей 1230<sup>0</sup>С наступает стремительный неравномерный рост зерна аустенита, выраженный ростом показателя Р.

Для полного представления роста зерна необходимо определить изменение показателя величины зерна Снyder-Граффа а также показателя равномерности структуры под влиянием температуры и времени аустенитизации.

THE APPLICATION OF THE STRUCTURE UNIFORMITY CRITERIA FOR ANALYSIS OF THE AUSTENITE GRAIN GROW IN THE HARDENING PROCESS OF THE HIGH-SPEED STEEL S 6-5-2

S u m m a r y

In the work the analysis of the usability of the structure uniformity criteria, as treated by the authors, for the estimation of the austenite grain grow in hardening process of the high-speed steel S 6-5-2 has been done. It has been found that having passed the critical austenitizing tem-

perature amounting to 1230°C, a stormy, ununiform increase of grains, formulated by the increase of the index R, takes place. For the full seizure of the grain grow, the determination of the changes of the grain size Snyder-Graff index and the index R of the structure uniformity influenced by the austenitizing temperature and time is necessary.