

Spis treści

Wstęp	9
Część I – przegląd literatury	
1. Wprowadzenie	13
2. Stale spiekane i spieki stalowe	14
3. Charakterystyka aktualnych uwarunkowań technicznych wytwarzania spiekanych stalowych części maszyn i analiza możliwości ich optymalizacji	16
4. Postęp w dziedzinie wytwarzania spiekanych stali chromowych i manganowych, wynikający z możliwości stosowania wysokiej jakości atmosfer ochronnych	19
5. Analiza karbotermicznej redukcji tlenków chromu oraz manganu podczas spiekania przy zastosowaniu atmosfery azotu (w założeniu obojętnej)	26
6. Temperatura i czas spiekania stali wykonanych techniką metalurgii proszków	36
7. Przegląd konstrukcyjnych stali spiekanych	38
7.1. Stale spiekane o zastosowaniu komercyjnym, w tym stale samohartujące	40
7.1.1. Stale spiekane, w których podstawowymi pierwiastkami stopowymi są nikiel oraz miedź	41
7.1.2. Stale spiekane, w których podstawowym pierwiastkiem stopowym jest molibden	47
7.1.3. Stale spiekane, w których podstawowym pierwiastkiem stopowym jest chrom	51
7.2. Samohartujące stale spiekane pozostające na etapie badań eksperymentalnych (niekomercyjne stale spiekane)	54
8. Podsumowanie analizy stanu zagadnienia	66

Część II - badania własne

9. Cel i teza pracy	71
10. Badania rozpoznawcze bezniklowych lub o obniżonej zawartości niklu spiekanych stali konstrukcyjnych, przeznaczonych do hartowania bezpośredniego techniką <i>sinterhardening</i> – zastosowana procedura typowania stopów do badań szczegółowych	73
11. Materiały stosowane do badań oraz metodyka badań	80
11.1. Proszki użyte do badań	80
11.2. Warunki przygotowania wyprasek i ich spiekania	82
11.3. Metodyka badań	84
11.3.1. Badania własności fizycznych i technologicznych proszków użytych do badań	84
11.3.2. Określenie własności fizycznych wyprasek oraz spieków	84
11.3.3. Badania dylatometryczne	84
11.3.4. Analiza chemiczna	85
11.3.5. Badania własności mechanicznych spiekanych stali konstrukcyjnych	86
11.3.5.1. Określenie wytrzymałości na rozciąganie	86
11.3.5.2. Określenie wytrzymałości na zginanie w próbie trójpunktowego zginania	86
11.3.5.3. Uzasadnienie różnic wartości wytrzymałości na zginanie oraz rozciąganie uzyskiwanych przy badaniu identycznych próbek	87
11.3.5.4. Interpretacja wyników badania wytrzymałości na rozciąganie oraz zginanie w ujęciu 3- i 2-parametrowego statystycznego rozkładu Weibulla	92
11.3.5.5. Określenie udarności	96
11.3.5.6. Określenie odporności na zużycie ściernie oraz współczynnik tarcia	96
11.3.5.7. Badania twardości spieków na powierzchni i na przekroju	96
11.3.6. Badania mikrostruktury spiekanych stali konstrukcyjnych	96
11.3.6.1. Badania mikrostruktury z wykorzystaniem mikroskopu świetlnego	96
11.3.6.2. Badania mikrostruktury oraz przełomów spieków wykonane z wykorzystaniem skaningowego mikroskopu elektronowego	97
11.3.6.3. Badania mikrostruktury wykonane z wykorzystaniem transmisyjnego mikroskopu elektronowego	97
11.3.6.4. Badania rentgenograficzne	97
12. Wyniki badań wraz z ich analizą	98
12.1. Własności fizyczne i technologiczne proszków użytych do badań	98

12.2.	Wyniki oznaczenia gęstości wyprasek i spieków oraz ich analiza	99
12.3.	Zmiany wymiarów kształtek w wyniku ich spiekania	101
12.4.	Wyniki badań dylatometrycznych	103
12.4.1.	Badania dylatometryczne spiekanych kształtek	103
12.4.2.	Wykresy CTPc	112
12.5.	Analiza chemiczna spieków	117
12.6.	Wyniki badań własności mechanicznych spiekanych stali konstrukcyjnych wraz z ich analizą	118
12.6.1.	Wyniki badań oraz analiza wytrzymałości na rozciąganie i zginanie spiekanych stali konstrukcyjnych z uwzględnieniem ugięcia plastycznego próbki	132
12.6.2.	Analiza wyników badań wytrzymałości na rozciąganie oraz zginanie z wykorzystaniem 3- i 2-parametrowego statystycznego rozkładu Weibulla	134
12.7.	Wyniki oraz analiza badań wykonanych przy zastosowaniu mikroskopii optycznej	140
12.8.	Wyniki oraz analiza badań wykonanych przy zastosowaniu skaningowej mikroskopii elektronowej	158
12.8.1.	Badania mikrostruktury	158
12.8.2.	Badania oraz analiza przełomów	163
12.9.	Badania oraz analiza mikrostruktury stali przeprowadzone za pomocą transmisyjnego mikroskopu elektronowego	173
12.10.	Wyniki oraz analiza badań rentgenograficznych	178
13.	Podsumowanie i interpretacja wyników badań	181
14.	Wnioski	188
	Literatura	191