



## SPIS TREŚCI

<b>WYKAZ WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ</b> .....	9
<b>WYKAZ WAŻNIEJSZYCH SKRÓTÓW</b> .....	13
<b>1. WPROWADZENIE</b> .....	15
<b>2. TARCIE W PROCESACH KSZTAŁTOWANIA BLACH</b> .....	18
2.1. Charakterystyka zjawiska tarcia .....	18
2.2. Rodzaje tarcia .....	23
2.3. Modele tarcia .....	29
2.4. Struktura geometryczna powierzchni .....	33
2.5. Środki smarne i smarowanie .....	40
2.5.1. Znaczenie smarowania .....	40
2.5.2. Rodzaje smarowania .....	41
2.5.3. Klasyfikacja i charakterystyka substancji smarujących .....	44
2.5.4. Dodatki uszlachetniające do smarów .....	51
2.5.5. Smary pochodzenia naturalnego .....	52
2.6. Zużycie narzędzi do przeróbki plastycznej .....	58
2.6.1. Mechanizmy zużycia .....	58
2.6.2. Powłoki ochronne na narzędzia .....	62
2.6.2.1. Metody konstituowania warstw powierzchniowych ...	62
2.6.2.2. Powłoki wytwarzane technikami laserowymi .....	65
2.6.2.3. Powłoki wytwarzane w procesach PVD i CVD .....	67
2.6.2.4. Powłoki funkcjonalne .....	69
2.6.2.5. Materiały i powłoki samosmarujące .....	72
2.6.3. Teksturowanie powierzchni narzędzi .....	76
<b>3. METODY KSZTAŁTOWANIA PLASTYCZNEGO BLACH</b> .....	84
3.1. Cięcie .....	84
3.1.1. Cięcie i wykrawanie metodą obróbki plastycznej .....	84
3.1.2. Metody cięcia termicznego i strugą wodno-ścierną .....	91

3.2. Gięcie .....	97
3.2.1. Metody gięcia .....	97
3.2.2. Zjawisko sprężynowania .....	99
3.3. Kształtowanie wyrobów o powierzchni nierozwijalnej .....	105
3.3.1. Wytłaczanie .....	105
3.3.2. Wyoblanie .....	120
3.3.3. Zgniatanie obrotowe .....	124
3.3.4. Kształtowanie ciśnieniem cieczy .....	125
3.3.5. Kształtowanie z dużymi prędkościami .....	129
3.3.6. Kształtowanie przyrostowe .....	135
3.3.6.1. Podział metod kształtowania przyrostowego .....	135
3.3.6.2. Kształtowanie przyrostowe w podwyższonej temperaturze .....	144
3.3.6.3. Kształtowanie przyrostowe strumieniem cieczy .....	147
3.3.6.4. Kształtowanie przyrostowe elektromagnetyczne .....	149
<b>4. METODY OCENY TARCIA W PROCESACH KSZTAŁTOWANIA BLACH .....</b>	<b>154</b>
4.1. Klasyfikacja metod wyznaczania wartości współczynnika tarcia .....	154
4.2. Testy tribologiczne stosowane w procesach kształtowania blach .....	159
4.2.1. Test przeciągania pasa blachy .....	159
4.2.2. Test przeciągania blachy z gięciem .....	169
4.2.3. Testy gięcia blachy z rozciąganiem .....	176
4.2.4. Testy z redukcją grubości blachy .....	199
4.2.5. Testery tribologiczne .....	204
4.3. Wyznaczanie wartości współczynnika tarcia w procesach kształtowania przyrostowego .....	214
<b>5. OCENA TRIBOLOGICZNA WYBRANYCH GATUNKÓW BLACH .....</b>	<b>224</b>
5.1. Blachy aluminiowe i ze stopów aluminium .....	224
5.1.1. Charakterystyka materiałowa aluminium i jego stopów .....	224
5.1.2. Tarcie i smarowanie .....	230
5.2. Blachy stalowe .....	248
5.2.1. Klasyfikacja stali .....	248
5.2.2. Blachy głębokotłoczne .....	253
5.2.2.1. Charakterystyka i oznaczanie .....	253
5.2.2.2. Warunki tarcia blach stalowych głębokotłocznych .....	255
5.2.3. Blachy wysokowytrzymałe dla przemysłu motoryzacyjnego .....	277
5.2.3.1. Charakterystyka materiałowa .....	277
5.2.3.2. Tarcie i smarowanie .....	287
5.2.4. Blachy nierdzewne .....	289
5.2.4.1. Charakterystyka materiałowa .....	289
5.2.4.2. Tarcie i smarowanie .....	293
5.3. Blachy tytanowe i ze stopów tytanu .....	297

---

5.3.1. Charakterystyka materiałowa tytanu i jego stopów .....	297
5.3.2. Tarcie i smarowanie .....	303
5.4. Blachy ze stopów magnezu .....	313
5.4.1. Charakterystyka materiałowa .....	313
5.4.2. Tarcie i smarowanie .....	320
<b>6. ZAKOŃCZENIE</b> .....	330
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	335
Netografia .....	386
Normy .....	387
<b>STRESZCZENIE</b> .....	389
<b>SUMMARY</b> .....	391