

Spis treści

Wprowadzenie	9
Wykaz ważniejszych oznaczeń	11
1. Znaczenie jakości blach we współczesnych technologiach wytwarzania	13
2. Podstawowe informacje o wytwarzaniu blach w procesach gorącego i zimnego walcowania	24
3. Jakość blach w zależności od ich tworzywa	46
4. Jakość blach i stan powierzchni blach	56
4.1. Uwagi ogólne	56
4.2. Wpływ stanu powierzchni blachy na przebieg procesu tłoczenia	64
4.3. Wpływ stanu powierzchni blachy na aspekty funkcjonalne związane z pokryciem jej warstwą lakieru	67
5. Jakość blach w aspekcie tolerancji ich wymiarów i kształtów	74
5.1. Parametry geometryczne wyznaczające jakość blach i taśm	74
5.2. Czynniki wpływające na dokładność wymiarów i kształtów blach oraz taśm otrzymywanych w procesach gorącego i zimnego walcowania	84
6. Wpływ charakterystyki konstrukcji walcarek na powstawanie odchyłek wymiarów i kształtów wyrobów – analiza statyczna odpowiadająca ustalonym warunkom przebiegu procesu	88
6.1. Zagadnienie zachowania tolerancji grubości walcowanej blachy	88
6.1.1. Wpływ sprężystych odkształceń klatki roboczej na powstawanie odchyłek grubości walcowanego pasma	88
6.1.1.1. Siły działające na klatkę podczas trwania procesu	88
6.1.1.2. Charakterystyka sprężystości klatki	90
6.1.1.3. Zależność odchyłek wyrobów walcowanych od krzywej gniotów i od charakterystyki sprężystości klatki	94

6.1.2.	Wpływ błędów kształtu i montażu zespołu walców na powstawanie odchyłek grubości walcowanego pasma	97
6.1.2.1.	Mimośrodowość wykonania walców i łożysk	97
6.1.2.2.	Eliptyczność beczki walców	97
6.1.2.3.	Ekscentryczność powierzchni beczki i czopów walca	97
6.1.3.	Wpływ rozszerzalności cieplnej walców (profilu termicznego walców) na powstawanie odchyłek grubości walcowanego pasma	98
6.1.4.	Wpływ zmian grubości filmu olejowego w łożyskach o płynnym tarciu na powstawanie odchyłek grubości walcowanego pasma	98
6.1.5.	Zależność pomiędzy charakterystyką sprężystości klatki a odchyłkami spowodowanymi przez wady wykonania i eksploatacji walców oraz łożysk	98
6.1.6.	Wpływ procesu zużycia powierzchni beczki walców i łożysk na powstawanie odchyłek grubości walcowanego pasma	99
6.1.7.	Kontrola i regulacja grubością pasma wzdłuż jego długości	99
6.1.7.1.	Przyrządy pomiarowe wykorzystywane w pomiarze grubości walcowanego pasma	100
6.1.7.2.	Rozmieszczenie przyrządów oraz pośrednie metody pomiaru grubości pasma	107
6.1.7.3.	Podstawowe metody regulacji grubością wzdłuż pasma	111
6.2.	Zagadnienie zapewnienia wymaganego kształtu przekroju poprzecznego i płaskości powierzchni walcowanego pasma	117
6.2.1.	Systemy urządzeń do sterowania profilem i kształtem powierzchni blach	117
6.2.1.1.	Regulacja kształtu szczeliny między walcami za pomocą doboru optymalnej siły nacisku	119
6.2.1.2.	System przeginania walców roboczych w płaszczyźnie pionowej VP (<i>Vertical Plane work roll bending system</i>)	121
6.2.1.3.	System ciągłej zmiany kształtu szczeliny pomiędzy walcami CVC (<i>Continuously Variable Crown system</i>)	127
6.2.1.4.	Układ przeginania walców z przesuwającym osiowo walcem pośrednim HC (<i>High Crown control mills</i>)	129
6.2.1.5.	System osiowego przesuwu walców względem siebie RS (<i>Roll Shifting system</i>)	130
6.2.1.6.	System z parą poprzecznie skrzyżowanych walców PC (<i>Pair Cross mill</i>)	132

6.2.1.7. System skrzyżowania osi i wzdluznego przesuwu walców względem siebie (PCS, RCS)	135
6.2.1.8. Walce oporowe z własną kompensacją odkształceń sprężystych SC (<i>Self-Compensating roll</i>)	141
6.2.2. Modele matematyczne wykorzystywane w zagadnieniach sterowania wymiarem i kształtem pasma	144
6.2.2.1. Metoda współczynników wpływu	145
6.2.2.2. Metoda elementów skończonych (MES)	154
6.2.3. Przyrządy pomiarowe wykorzystywane w pomiarach konturu i kształtu powierzchni walcowanego pasma	159
6.2.3.1. Przyrządy do pomiaru kształtu poprzecznego przekroju (konturu) pasma	159
6.2.3.2. Przyrządy do wyznaczania kształtu powierzchni walcowanego pasma	168
6.3. Układy automatycznego sterowania procesem walcowania blach i taśm	180
7. Stany nieustalone występujące w procesie walcowania i ich wpływ na jakość wyrobów	192
7.1. Stany przejściowe w początkowej i końcowej fazie przepustu	193
7.2. Stany nieustalone pojawiające się w trakcie walcowania bieżącego	211
7.2.1. Charakterystyka zjawiska drgań walcarek z częstotliwościami leżącymi w przedziale 120–256 Hz	216
7.2.2. Charakterystyka zjawiska drgań walcarek z częstotliwościami leżącymi w przedziale 500–700 Hz	218
7.3. Kierunki badań prowadzące do minimalizacji drgań w walcarkach	221
7.4. Modele układu klatka – pasmo	222
7.4.1. Ogólne rozważania na temat modelowania	223
7.4.2. Ogólny model układu klatka – pasmo wykorzystywany przy analizie modalnej	229
7.4.3. Analiza matematyczna częstości i form pionowych drgań klatek	230
7.4.4. Parametry podstawowego modelu	241
7.4.5. Redukcja modeli strukturalnych	247
7.4.6. Modele samowzbudnych drgań średnio- i wysokoczęstotliwościowych	251
7.4.7. Związek pomiędzy stanem naprężeń w paśmie pomiędzy klatkami a stanem naprężeń w strefie odkształceń plastycznych w szczelinie walcowniczej	260

7.5. Analiza matematyczna zjawiska powstawania drgań średniczościotliwościowych	268
7.5.1. Podstawowe tezy definiujące model matematyczny sprzężony z fizycznym modelem drgań samowzbudnych	268
7.5.2. Analiza matematyczna modelu klatka – pasmo	271
7.5.3. Przybliżona analiza drgań parametrycznych pasma	274
7.5.4. Równanie drgań samowzbudnych klatki	282
7.5.5. Obliczenia numeryczne	284
7.5.6. Uwagi końcowe	292
7.5.7. Podsumowanie	293
7.6. Zapobieganie i ograniczenie skutków występowania wysokoczęstotliwościowych drgań walcarek o częstotliwościach w przedziale 500–700 Hz	294
8. Wykorzystanie diagnostyki stanu urządzeń i przebiegu procesu w działaniach na rzecz poprawy jakości walcowanych blach	301
8.1. Podstawy działań w procesach diagnostycznych	301
8.2. Struktura systemu monitorowania drgań walcarek podczas trwania procesu	308
8.2.1. Czujniki do pomiaru sygnałów drganiowych i wielkości zmiennych procesowych stosowane w systemach monitorowania drgań walcarek	308
8.2.2. Komputerowe systemy przetwarzania i analizy danych stosowane w systemach monitorowania drgań walcarek	314
8.2.3. System monitorowania drgań w procesie wygładzającego walcowania blach na zimno	324
8.2.4. Systemy monitorowania stanu technicznego walcarek	324
8.3. System monitorowania drgań w procesie szlifowania beczek walców roboczych i oporowych	333
Literatura	337