

## SPIS TREŚCI

WYKAZ WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ .....	7
1. WSTĘP .....	9
1.1. Algorytmy regulacji predykcyjnej – ogólna charakterystyka i stan wiedzy .....	11
1.2. Motywacja i cel badań .....	14
1.3. Metodyka badań .....	16
2. WPROWADZENIE DO ALGORYTMU PFC .....	19
2.1. Wyprowadzenie ogólnej postaci algorytmu PFC .....	20
2.2. Prawo sterowania PFC dla obiektu o dynamice 1. rzędu .....	22
2.3. Prawo sterowania PFC dla obiektu o dynamice wyższego rzędu .....	24
2.4. Prawo sterowania PFC dla obiektu z opóźnieniem .....	26
3. MODELOWANIE CIEPLNYCH PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH NA POTRZEBY STEROWANIA .....	28
3.1. Model procesu wymiany ciepła .....	30
3.1.1. Model <i>cross-convection</i> wymiennika ciepła .....	33
3.1.2. Identyfikacja parametrów modelu <i>cross-convection</i> .....	37
3.1.3. Weryfikacja modelu <i>cross-convection</i> .....	52
3.2. Model procesu podgrzewania .....	57
3.3. Model egzotermicznego reaktora chemicznego .....	66
4. WYBRANE ASPEKTY PRAKTYCZNEJ REALIZACJI ALGORYTMU PFC .....	70
4.1. Inicjalizacja regulatora – inicjalizacja modelu wewnętrznego .....	70
4.2. Ograniczenie wartości wyjściowej regulatora PFC .....	72
4.3. Bezuderzeniowe przełączanie pracy M/A .....	75
4.4. Problem dzielenia przez zero dla modeli wewnętrznych wyższych rzędów .....	76
4.5. Realizacja regulacji kaskadowej z transferem ograniczeń .....	77
4.6. Sposoby realizacji opóźnienia w sterowniku .....	78
4.6.1. Kolejka FIFO o zmiennej długości .....	79
4.6.2. Kolejka FIFO o zmiennej pozycji odczytu .....	80

4.6.3. Kolejka FIFO o zmiennej pozycji odczytu i zapisu .....	81
4.6.4. Kolejka FIFO o zmiennej prędkości odczytu.....	81
4.7. Przykłady realizacji regulatora PFC w postaci bloków funkcyjnych.....	82
5. WYBRANE WYNIKI BADAŃ WŁASNOŚCI I PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ ALGORYTMU PFC .....	88
5.1. Sterowanie przepływowym podgrzewaczem .....	93
5.1.1. Wyniki sterowania dla przypadku nieuwzględniającego opóźnienia.....	94
5.1.2. Wyniki sterowania dla przypadku uwzględniającego opóźnienie.....	99
5.1.3. Porównanie działania regulatorów dla elektrycznego podgrzewacza .....	103
5.2. Badania struktury sterowania procesem wymiany ciepła.....	109
5.2.1. Podstawowe prawo sterowania procesem wymiany ciepła.....	110
5.2.2. Badania symulacyjne struktury regulacji dla procesu wymiany ciepła.....	115
5.2.3. Wyniki eksperymentów przeprowadzonych na instalacji doświadczalnej .....	122
5.2.4. Implementacja transferu ograniczeń w kaskadowym układzie regulacji.....	126
5.2.5. Uproszczony model wewnętrzny regulatora głównego .....	129
5.3. Prawo sterowania PFC dla obiektu nieminimalnofazowego.....	132
5.3.1. Prawo sterowania dla obiektu nieminimalnofazowego 2. rzędu .....	132
5.3.2. Badanie odporności algorytmu PFC dla obiektu nieminimalnofazowego .....	145
5.3.3. Aproksymacja FOPTD dla obiektu nieminimalnofazowego .....	150
5.4. Układ regulacji PFC dla procesu neutralizacji .....	157
6. STROJENIE ALGORYTMU PFC .....	164
7. PODSUMOWANIE .....	176
ZAŁĄCZNIK A .....	180
ZAŁĄCZNIK B .....	186
BIBLIOGRAFIA.....	188
Streszczenie.....	198