

Spis oznaczeń	5
1. Wstęp	8
2. Charakterystyka technologii kotłów fluidalnych	10
3. Zagadnienia optymalizacji spalania paliw w złożu fluidalnym	15
3.1. Klasyfikacja zadań optymalizacyjnych	15
3.2. Komercyjne systemy sterowania i ich rola w optymalizacji procesu	16
3.3. Optymalizacja układu regulacji temperatury złoża	18
3.4. Regulacja mocy kotła i parametrów czynnika roboczego	21
3.5. Minimalizacja emisji tlenków azotu i siarki	23
3.5.1. Minimalizacja emisji NO _x	23
3.5.2. Minimalizacja emisji SO ₂	25
4. Wybrane zagadnienia regulacji obiektów przemysłowych	28
4.1. Układ regulacji automatycznej	28
4.2. Zasada regulacji PID	29
4.3. Zasady regulacji adaptacyjnej	30
4.4. Identyfikacja dynamiki procesu	31
5. Cel i zakres pracy	33
6. Instalacje badawcze	35
6.1. Wstęp	35
6.2. Spalarnia osadów ściekowych w Niepołomicach	36
6.3. Przymakładowa kotłownia w Olecku	38
6.4. Osiedlowa kotłownia w Gołdapii	40
7. Optymalizacja regulatora temperatury złoża	43
7.1. Wprowadzenie	43
7.1.1. Założenia procesowe, kryteria jakości regulacji i ograniczenia	43
7.1.2. Algorytm adaptacji	48
7.2. Cel i metodyka badań eksperymentalnych	49
7.2.1. Badania wstępne	49
7.2.2. Eksperymenty identyfikacyjne	50
7.2.3. Eksperymenty weryfikacyjne	51
7.3. Metoda pomiaru temperatury złoża	52
7.3.1. Wprowadzenie	52
7.3.2. Model dynamiki czujnika temperatury i jego identyfikacja	54
7.3.3. Metodyka eksperymentu identyfikacyjnego	55
7.3.4. Wyniki identyfikacji	56
7.3.5. Korekcja właściwości dynamicznych czujnika pomiarowego	57

7.3.6. Ograniczenia możliwości stosowania korekcji	59
7.3.7. Korektor dynamiki czujnika w torze regulacji temperatury	59
7.4. Model dynamiki procesu	60
7.4.1. Bilans energii kotła ze złożem pęcherzowym	60
7.4.2. Model jednowymiarowy (SISO)	62
7.4.3. Model wielowymiarowy (MISO)	64
7.5. Identyfikacja modelu dynamiki procesu	65
7.5.1. Wyniki badań wstępnych	65
7.5.2. Identyfikacja wsadowa w układzie otwartym	67
7.5.3. Identyfikacja rekurencyjna w układzie otwartym	68
7.5.4. Identyfikacja w układzie zamkniętym	76
7.6. Regulacja temperatury złoża z zastosowaniem algorytmu PID	81
7.6.1. Wybór struktury regulatora	81
7.6.2. Weryfikacja poprawności doboru struktury regulatora	81
7.7. Optymalizacyjna metoda auto adaptacji nastaw regulatora PID	83
7.7.1. Opis metody	83
7.7.2. Optymalizacja nastaw regulatora - metoda bezpośrednia	87
7.7.3. Optymalizacja nastaw regulatora - metoda pośrednia	89
7.8. Analizy symulacyjne	93
7.8.1. Opis badań	93
7.8.2. Analiza wpływu nasycenia dozownika paliwa	94
7.8.3. Analiza wpływu przyjętej wartości ograniczenia sterowania	94
7.8.4. Symulacja zmiany właściwości paliwa	95
8. Weryfikacja eksperymentalna	98
8.1. Wprowadzenie	98
8.2. Adaptacja regulatora temperatury	99
8.3. Ocena poprawy jakości regulacji temperatury złoża	100
8.4. Ocena wpływu optymalizacji na wskaźniki emisji	102
9. Podsumowanie	107
Literatura	110
Streszczenia	117