

Spis treści

Wykaz ważniejszych oznaczeń	7
1. Wprowadzenie	9
2. Cel, zakres i teza pracy	13
2.1. Cel i zakres pracy	13
2.2. Teza pracy.....	15
3. Stan wiedzy i techniki w energetyce wodnej.....	17
3.1. Analiza literatury	17
3.2. Krótka historia energetyki wodnej.....	18
3.3. Współczesna mała energetyka wodna	19
3.4. Budowa i zasada działania MEW	22
3.5. Wady i zalety MEW	24
3.6. Rodzaje elektrowni wodnych	25
3.7. Rodzaje turbin wodnych.....	27
3.7.1. Turbina Francisa.....	27
3.7.2. Turbina Kaplana.....	28
3.7.3. Turbina Peltona	28
3.7.4. Turbina Banki - Michella	29
4. Badania stanowiskowe elementów hydrauliki wodnej	31
4.1. Woda, jako czynnik roboczy w układach hydraulicznych	31
4.1.1. Historia i rozwój hydrauliki wodnej.....	31
4.1.2. Zalety i wady stosowania wody w układach hydraulicznych.....	35
4.1.3. Parametry wody.....	36
4.2. Cel badań stanowiskowych.....	43
4.3. Siłownik hydrauliczny	43
4.3.1. Badanie przecieków zewnętrznych	44
4.3.2. Badania przecieków wewnętrznych	44
4.3.3. Wyznaczanie sprawności	47
4.3.4. Wyznaczanie siły tarcia.....	52
4.3.5. Testy funkcjonalne	53
4.4. Rozdzielacz czterodrogowy, trójpołożeniowy.....	55
4.5. Podsumowanie badań stanowiskowych.....	58

5. Model kierownicy turbiny wodnej.....	59
5.1. Założenia	59
5.2. Szukane zależności i parametry.....	61
5.3. Element wykonawczy	62
5.4. Konstrukcja kierownicy i jej podstawowe parametry.....	66
5.5. Mechanizm zmiany kąta obrotu łopatki kierowniczej.....	72
5.6. Masa zredukowana	73
5.7. Kąt obrotu łopatki kierowniczej	77
5.8. Siła na tłoczysku siłownika	82
5.9. Pole powierzchni przepływu między łopatkami kierowniczymi.....	86
5.10. Przepływ turbiny wodnej.....	90
6. Badania układu regulacji prędkości obrotowej turbiny wodnej.....	93
6.1. Model matematyczny układu regulacji.....	93
6.1.1. Prędkość kątowna turbiny wodnej	98
6.1.2. Regulator PD	99
6.2. Badanie stabilności układu regulacji	107
6.2.1. Pierwszy sposób - kryterium Hurwitza	109
6.2.2. Drugi sposób - pierwsza metoda Lapunowa	112
6.3. Badania symulacyjne układu regulacji	120
6.3.1. Wpływ zmiany wartości spadku.....	122
6.3.2. Wpływ zmiany wartości momentu.....	125
6.4. Podsumowanie badań symulacyjnych	128
7. Podsumowanie i wnioski końcowe.....	131
7.1. Podsumowanie.....	131
7.2. Wnioski.....	132
7.3. Kierunki dalszych badań.....	135
Bibliografia	137
Załącznik 1: Narzędzia do obliczeń i symulacji użyte w pracy	145
Maple.....	145
VisSim	147
Simulation X	148
Załącznik 2: Przyrządy pomiarowe użyte podczas badań stanowiskowych	151