

Spis treści

Spis oznaczeń	7
1. Wstęp	9
2. Analiza wiedzy	11
2.1. Obciążenia i ich charakterystyki	17
2.1.1. Cykl pracy maszyny	17
2.1.2. Zapis obciążenia w postaci obszaru	18
2.1.3. Liniowa postać obciążenia	20
2.1.4. Cyklogram	20
2.1.5. Widmo obciążenia	24
2.2. Pierwotne źródła energii	26
2.2.1. Charakterystyki pierwotnych źródeł energii	26
2.2.2. Silniki spalinowe	27
2.3. Wtórne źródła energii – akumulatory	30
2.3.1. Ogólna charakterystyka wtórnych źródeł energii	30
2.4. Przekładnia hydrostatyczna – realizator funkcji transformacji i transmisji energii w hybrydowych układach napędowych	33
2.4.1. Pompa i silnik hydrostatyczny	33
2.4.2. Zjawisko samohamowności w silniku hydrostatycznym	37
2.5. Wyznaczanie parametrów energetycznych pierwotnego i wtórnego źródła energii	39
2.6. Zagadnienie sterowania układami wieloźródłowymi	45
2.7. Miary efektywności układu napędowego	49
2.7.1. Energetyczna miara efektywności	49
2.7.2. Ekologiczne miary efektywności	50
2.7.3. Oddziaływanie na środowisko	51
3. Modele matematyczne i symulacyjne komponentów wieloźródłowego układu napędowego	53
3.1. Wysokoprężny silnik spalinowy	54
3.2. Pompa hydrostatyczna IT3-32	57
3.3. Silnik hydrostatyczny IT3-32	62
3.4. Straty hydrauliczne w przewodach instalacji	67
3.5. Dwustopniowy wzmacniacz elektrohydrauliczny AW10	68
3.5.1. Opis działania wzmacniacza elektrohydraulicznego	68
3.5.2. Założenia upraszczające przyjęte podczas modelowania układu sterownika	70
3.5.3. Model matematyczny sterownika	70
3.5.4. Badania symulacyjne sterownika jednostek hydrostatycznych	74
3.6. Akumulator gazowo-hydrauliczny	87
3.6.1. Model Benedicta–Webba–Rubina akumulatora gazowo-hydraulicznego	87
3.6.2. Model Redlicha–Kwonga akumulatora gazowo-hydraulicznego	90
3.6.3. Badania symulacyjne akumulatora gazowo-hydraulicznego	91
3.7. Instalacja hydrauliczna (przewody wysokociśnieniowe)	96

3.7.1. Model matematyczny strat hydraulicznych w przewodach instalacji	96
3.8. Wskaźniki oceny wieloźródłowych układów napędowych	97
3.8.1. Wskaźniki energetyczne	98
3.8.2. Wskaźniki ekologiczne	100
3.8.3. Średnia emisja jednostkowa	100
3.9. Obciążenie układu wieloźródłowego	101
4. Wyznacznik zmienności cyklu pracy	105
4.1. Kinetostaticzna metoda doboru parametrów pracy hydrostatycznego wieloźródłowego układu napędowego	105
4.2. Program komputerowy do określania parametrów pracy wieloźródłowego hydrostatycznego układu napędowego	110
4.2.1. Dane wejściowe i wyniki	110
4.2.2. Modele matematyczne zastosowane w algorytmie metody kinetostaticznej	111
4.2.3. Opis działania programu	112
4.3. Cel i program badań	114
4.4. Otrzymane wyniki	115
4.5. Wyznacznik WZ	135
4.6. Procedura wyznaczania różnicy zużycia paliwa ΔG_e	136
5. Podsumowanie	147
Załącznik	151
Bibliografia	155
Podziękowania	163