

Leszek Romański

# Wodór nośnikiem energii

Wrocław 2007

# SPIS TREŚCI

<b>1. WSTĘP .....</b>	<b>9</b>
<b>2. CHARAKTERYSTYKA WODORU .....</b>	<b>12</b>
Literatura do rozdziału 2 .....	17
<b>3. METODY OTRZYMYWANIA WODORU .....</b>	<b>18</b>
<b>3.1. Termochemiczne metody otrzymywania wodoru .....</b>	<b>19</b>
3.1.1. Reforming .....	19
3.1.1.1. Otrzymywanie wodoru w procesie reformingu benzyny .....	19
3.1.1.2. Reforming węglowodorów parą wodną .....	19
3.1.2. Gazyfikacja i piroliza .....	21
3.1.2.1. Gazyfikacja węgla lub koksu .....	22
3.1.2.2. Gazyfikacja biomasy .....	25
3.1.2.3. Termoliza wody .....	29
<b>3.2. Elektrolityczny rozkład wody .....</b>	<b>30</b>
<b>3.3. Fotolityczny rozkład wody .....</b>	<b>35</b>
3.3.1. Proces fotobiologiczny .....	35
3.3.2. Fotoelektroliza wody .....	36
<b>3.4. Koszty wytwarzania wodoru .....</b>	<b>38</b>
Literatura do rozdziału 3 .....	39
<b>4. MAGAZYNOWANIE WODORU .....</b>	<b>41</b>
4.1. Magazynowanie wodoru w postaci gazowej .....	41
4.2. Magazynowanie wodoru w postaci ciekłej .....	43
4.3. Magazynowanie wodoru w ciele stałym .....	45
4.3.1. Magazynowanie w postaci „wodorków fizycznych” .....	46
4.3.2. Magazynowanie w postaci „wodorków chemicznych” .....	49
4.3.3. Magazynowanie w nanomateriałach węglowych .....	50
Literatura do rozdziału 4 .....	52
<b>5. OGNIWA PALIWOWE .....</b>	<b>53</b>
4.1. Historia ogniw paliwowych .....	54
5.2. Zasada działania ogniwa paliwowego .....	55

<b>5.3. Rodzaje ogniw paliwowych</b>	<b>58</b>
5.3.1. Ogniwa alakaliczne AFC	58
5.3.2. Ogniwa polimerowe PEMFC	62
5.3.3. Ogniwa alkoholowe DAFC	67
5.3.4. Ogniwa z kwasem fosforowym PAFC	68
5.3.5. Ogniwa węglanowe MCFC	70
5.3.6. Ogniwa stałotlenkowe SOFC	74
5.3.6.1. Cylindryczne ogniwa stałotlenkowe TSOFC	76
5.3.6.2. Średniotemperaturowe ogniwa stałotlenkowe ITSOFC	78
5.3.7. Ogniwa z regeneracją materiału paliwowego URFC	79
<b>Literatura do rozdziału 5</b>	<b>81</b>
<b>6. ZASTOSOWANIE WODORU W MOTORYZACJI</b>	<b>83</b>
<b>6.1. Wodór jako paliwo w silnikach spalinowych wewnętrznego spalania</b>	<b>83</b>
6.1.1. Wodór jako paliwo w silnikach z tłokami o ruchu posuwisto-zwrotnym	84
6.1.2. Wodór jako paliwo w silnikach z tłokami obrotowymi	86
<b>6.2. Wodór jako paliwo w silnikach zewnętrznego spalania</b>	<b>89</b>
6.2.1. Silnik Stirlinga	89
6.2.2. Silnik Ericssona	94
<b>6.3. Wodór jako paliwo w samochodach o napędzie elektrycznym</b>	<b>96</b>
<b>6.4. Wodór jako paliwo w silnikach lotniczych</b>	<b>102</b>
<b>Literatura do rozdziału 6</b>	<b>103</b>
<b>7. PODSUMOWANIE</b>	<b>104</b>