

SPIS TREŚCI

REGULAMIN I OGÓLNE ZASADY BEZPIECZEŃSTWA PRACY W LABORATORIUM	10
WYKAZ WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ	11
1. WPROWADZENIE DO MIERNICTWA CIEPLNEGO	15
1.1. Planowanie eksperymentu w miernictwie cieplnym.....	15
1.2. Rodzaje pomiarów i wybór metody pomiaru	16
1.3. Narzędzia pomiarowe	18
1.4. Ocena wyniku pomiaru	20
1.5. Prezentacja wyniku pomiaru	24
1.6. Prezentacja wyników badań laboratoryjnych.....	25
<i>Ćwiczenie nr 1. Ogólne podstawy miernictwa cieplnego</i>	<i>25</i>
2. POMIARY PODSTAWOWYCH PARAMETRÓW TERMODYNAMICZ- NYCH UKŁADU PROSTEGO	27
2.1. Pomiar temperatury	28
2.1.1. Pomiar temperatury termometrami nieelektrycznymi	30
<i>Ćwiczenie nr 2. Sprawdzanie termometrów szklanych</i>	<i>36</i>
2.1.2. Pomiar temperatury termometrami termoelektrycznymi.....	41
<i>Ćwiczenie nr 3. Pomiar temperatury termoparami metodą wychyleniową</i>	<i>46</i>
<i>Ćwiczenie nr 4. Pomiar temperatury za pomocą termometru termoelektrycznego metodą kompensacyjną</i>	<i>48</i>
2.1.3. Pomiar temperatury termometrami oporowymi	51
<i>Ćwiczenie nr 5. Pomiar temperatury termometrem rezystancyjnym metodą mostkową</i>	<i>52</i>
<i>Ćwiczenie nr 6. Wyznaczanie charakterystyk rezystancyjno- temperatu- rowych termometrów termistorowych</i>	<i>55</i>
2.1.4. Pomiar temperatur termometrami optycznymi	58
<i>Ćwiczenie nr 7. Pomiar temperatury pirometrem radiacyjnym</i>	<i>61</i>
<i>Ćwiczenie nr 8. Pomiar temperatury pirometrem monochromatycznym</i>	<i>64</i>
2.1.5. Charakterystyki dynamiczne czujników termometrycznych	67
<i>Ćwiczenie nr 9. Wyznaczanie charakterystyk dynamicznych termometrów z wykorzystaniem komputerowej karty pomiarowej</i>	<i>68</i>
2.2. Pomiar ciśnienia	71
2.2.1. Wprowadzenie	71
2.2.2. Przyrządy do pomiaru ciśnienia	73

<i>Ćwiczenie nr 10. Pomiar ciśnienia za pomocą manometrów hydrostatycznych</i>	85
<i>Ćwiczenie nr 11. Sprawdzanie manometrów sprężynowych</i>	87
<i>Ćwiczenie nr 12. Wzorcowanie manometrów tensometrycznych</i>	92
2.3. Pomiar masy i objętości	96
2.3.1. Wprowadzenie	96
2.3.2. Przyrządy metod pomiaru prędkości i natężenia przepływu	98
<i>Ćwiczenie nr 13. Wyznaczanie objętości instalacji rurociąkowej</i>	103
<i>Ćwiczenie nr 14. Pomiar natężenia przepływu przepływomierzem ultradźwiękowym</i>	106
3. POMIARY PODSTAWOWYCH PARAMETRÓW TERMODYNAMICZNYCH UKŁADÓW ZŁOŻONYCH	109
3.1. Pomiar parametrów termodynamicznych gazów wilgotnych	109
<i>Ćwiczenie nr 15. Pomiar wilgotności powietrza metodą higroskopową</i>	114
<i>Ćwiczenie nr 16. Pomiar wilgotności powietrza metodą psychrometryczną</i>	116
<i>Ćwiczenie nr 17. Pomiar wilgotności powietrza higrometrem z ogrzewanym czujnikiem</i>	123
3.2. Pomiar parametrów układów dwufazowych	129
3.2.1. Wprowadzenie	129
3.2.2. Metody pomiaru stopnia suchości pary mokrej	130
3.2.3. Pomiar stopnia zapełnienia	134
<i>Ćwiczenie nr 18. Wyznaczanie stopnia suchości pary wodnej za pomocą kalorymetru dławiącego</i>	136
4. BADANIE WŁAŚCIWOŚCI PALIW ORAZ PRODUKTÓW I EFEKTÓW ENERGETYCZNYCH ICH SPALANIA	137
4.1. Badanie właściwości fizycznych paliw	139
4.1.1. Oznaczanie lepkości paliw płynnych	140
<i>Ćwiczenie nr 19. Oznaczanie wpływu temperatury na lepkość ciekłych produktów naftowych</i>	147
4.1.2. Pomiar temperatury zapłonu i palenia paliw	150
<i>Ćwiczenie nr 20. Oznaczanie temperatury zapłonu i palenia paliw ciekłych metodą Marcussona</i>	152
4.1.3. Pomiar ciepła spalania i wartości opałowej paliw	155
<i>Ćwiczenie nr 21. Oznaczanie ciepła spalania paliw stałych w kalorymetrze</i>	159
<i>Ćwiczenie nr 22. Oznaczanie ciepła spalania i wartości opałowej paliw gazowych metodą kalorymetryczną</i>	167

Ćwiczenie nr 23. Oznaczanie wartości opałowej i ciepła spalania paliw ciekłych.....	176
4.2. Analiza techniczna spalin i gazów przemysłowych	179
Ćwiczenie nr 24. Oznaczanie składu chemicznego spalin metodą objętościową aparatem Orsata bez spalania.....	186
Ćwiczenie nr 25. Oznaczanie składu chemicznego spalin metodą objętościową aparatem Orsata na drodze absorpcji i spalania.....	192
5. BADANIE WYMIANY CIEPŁA I WYMIENNIKÓW.....	199
5.1. Wprowadzenie.....	199
5.2. Wyznaczanie współczynnika przewodzenia ciepła λ	203
Ćwiczenie nr 26. Wyznaczanie współczynnika przewodzenia ciepła λ izolacji rurociągu za pomocą aparatu rurowego.....	206
5.3. Wyznaczanie współczynnika przejmowania ciepła α	208
Ćwiczenie nr 27. Wyznaczanie współczynnika przejmowania ciepła α metodą bezpośrednią.....	211
Ćwiczenie nr 28. Wyznaczanie współczynnika przejmowania ciepła α metodą pośrednią.....	214
5.4. Badanie wymienników ciepła	218
5.4.1. Teoria rekuperatora współprądowego.....	219
5.4.2. Teoria rekuperatora przeciwprądowego.....	223
Ćwiczenie nr 29. Badanie wymiennika ciepła woda - powietrze	227
Ćwiczenie nr 30. Badanie wymiennika ciepła para wodna - powietrze.....	229
Ćwiczenie nr 31. Badanie wymiennika ciepła podwójnorurowego (rura w rurze)	231
6. BADANIE WYBRANYCH MASZYN I URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH	237
6.1. Wprowadzenie.....	237
6.2. Silnik cieplny	244
Ćwiczenie nr 32. Bilans cieplny tłokowego silnika spalinowego z zapłonem iskrowym.....	249
6.3. Badanie sprężarki tłokowej.....	256
6.3.1. Podstawy teoretyczne.....	256
Ćwiczenie nr 33. Badanie jednostopniowej tłokowej sprężarki powietrza	261
6.4. Wentylatory.....	266
6.4.1. Wprowadzenie	266

6.4.2. Podstawy teoretyczne.....	268
6.4.3. Wielkości charakteryzujące pracę wentylatorów	273
Ćwiczenie nr 34. Badanie wentylatora promieniowego.....	278
Ćwiczenie nr 35. Badanie wentylatora osiowego	280
Ćwiczenie nr 36. Badanie współpracy wentylatora z siecią.....	282
6.5. Badanie pomp wirowych	283
6.5.1. Wprowadzenie	283
6.5.2. Właściwości pomp wirowych	285
6.5.3. Wielkości charakterystyczne pomp wirowych	287
6.5.4. Ocena pompy - charakterystyki pomp.....	290
6.5.5. Regulacja wydajności pomp	294
6.5.6. Sposób wyznaczania wielkości charakterystycznych w czasie pracy pompy.....	296
Ćwiczenie nr 37. Wyznaczanie indywidualnych charakterystyk wymiarowych pomp.....	298
Ćwiczenie nr 38. Wyznaczanie charakterystyk kawitacyjnych pompy wirnikowej	301
Ćwiczenie nr 39. Badanie współpracy układu kilku pomp	304
6.6. Badanie urządzenia chłodniczego.....	307
6.6.1. Parowe sprężarkowe urządzenia chłodnicze	308
6.6.2. Wielkości charakteryzujące sprężarkowe parowe urządzenie chłodnicze	313
Ćwiczenie nr 40. Badanie urządzenia chłodniczego.....	315
6.7. Pompa ciepła	318
Ćwiczenie nr 41. Ocena termodynamiczna realizacji lewobieżnego obiegu w sprężarkowej pompie ciepła.....	320
6.8. Badanie klimatyzatora.....	325
6.8.1. Podstawy teoretyczne.....	325
Ćwiczenie nr 42. Badanie klimatyzatora autonomicznego typu KT-2	331
7. WZORY TABLIC WYNIKÓW POMIARÓW	337
8. TABLICE POMOCNICZE.....	383
9. BIBLIOGRAFIA	392