

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. Pomiary 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. Pomiary ciśnienia	71
2.2.1. Wprowadzenie	71
2.2.2. Przyrządy do pomiaru ciśnienia	73

<i>Ćwiczenie nr 10. Pomiary 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. Pomiary 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 rurociągowej</i>	103
<i>Ćwiczenie nr 14. Pomiar natężenia przepływu przepływomierzem ultradźwiękowym</i>	106
3. POMIARY PODSTAWOWYCH PARAMETRÓW TERMODYNAMICZNYCH UKŁADÓW ZŁOŻONYCH	109
3.1. Pomiary 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. Pomiary parametrów układów dwufazowych	129
2.3.1. Wprowadzenie	129
2.3.2. Metody pomiaru stopnia suchości pary mokrej	130
2.3.3. Pomiar stopnia zapelnienia	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

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

6.4.2. Podstawy teoretyczne.....	268
6.4.3. Wielkości charakteryzujące pracę wentylatorów	273
<i>Ćwiczenie nr 34. Badanie wentylatora promieniowego.....</i>	278
<i>Ćwiczenie nr 35. Badanie wentylatora osiowego</i>	280
<i>Ćwiczenie nr 36. Badanie współpracy wentylatora z siecią</i>	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
<i>Ćwiczenie nr 37. Wyznaczanie indywidualnych charakterystyk wymiarowych pomp.....</i>	298
<i>Ćwiczenie nr 38. Wyznaczanie charakterystyk kawitacyjnych pompy wirnikowej</i>	301
<i>Ćwiczenie nr 39. Badanie współpracy układu kilku pomp</i>	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
<i>Ćwiczenie nr 40. Badanie urządzenia chłodniczego.....</i>	315
6.7. Pompa ciepła	318
<i>Ćwiczenie nr 41. Ocena termodynamiczna realizacji lewobieżnego obiegu w sprężarkowej pompie ciepła.....</i>	320
6.8. Badanie klimatyzatora.....	325
6.8.1. Podstawy teoretyczne.....	325
<i>Ćwiczenie nr 42. Badanie klimatyzatora autonomicznego typu KT-2</i>	331
7. WZORY TABLIC WYNIKÓW POMIARÓW	337
8. TABLICE POMOCNICZE.....	383
9. BIBLIOGRAFIA	392