

Wyznaczanie sprawności czajnika elektrycznego

Wprowadzenie

Sprawność urządzenia definiuje się jako iloraz pracy wykonanej przez to urządzenie (tzw. praca użyteczna W_u) i energii (pracy), jaka została do urządzenia dostarczona (W_d), aby mogło tę pracę wykonać.

$$\eta = \frac{W_u}{W_d}$$

Praca użyteczna wykonana przez czajnik sprowadza się do podgrzania pewnej masy wody od temperatury początkowej t_1 do temperatury t_2 (zazwyczaj równej temperaturze wrzenia t_{wrz}). Ilość energii (w formie ciepła) potrzebnej do ogrzania wody o masie m i ciepłe właściwym c_w , od temperatury t_1 do temperatury t_2 ($t_2 \leq t_{wrz}$) można obliczyć ze wzoru:

$$Q = c_w \cdot m \cdot (t_2 - t_1) = W_u$$

Praca użyteczna wykonana jest „kosztem” energii elektrycznej dostarczonej do czajnika. Jeżeli czajnik miał moc P i pracował przez czas $\Delta\tau$, to ilość zużytej energii elektrycznej można wyrazić zależnością:

$$W_d = P \cdot \Delta\tau$$

Łącząc powyższe wzory otrzymuje się ostatecznie zależność pozwalającą wyznaczyć sprawność czajnika:

$$\eta = \frac{c_w \cdot m \cdot (t_2 - t_1)}{P \cdot \Delta\tau}$$

Przebieg ćwiczenia

1. Odmierz 0,75 litra „zimnej” wody (za pomocą menzurki), wlej do pustego czajnika i zmierz temperaturę początkową wody.
2. Włącz czajnik i zmierz czas potrzebny do ogrzania wody w następujących przedziałach temperatur:
a. (30÷40) °C b. (50÷60) °C c. (70÷80) °C

Wyniki pomiarów zapisz w tabelce.

3. Po przeprowadzeniu pomiarów wylej gorącą wodę, odczekaj aż spirala grzejna ostygnie. Powtórz pomiary dla 1,0 l oraz 1,25 litra wody.
4. Powtórz pomiary opisane w punkcie 2.
5. Po zakończeniu wszystkich pomiarów odłącz czajnik od źródła zasilania i wylej wodę.

Opracowanie wyników pomiarów

1. Oblicz masę każdej z użytych porcji wody korzystając ze związku pomiędzy objętością, masą i gęstością (odczytać z odpowiednich tablic gęstość wody dla jej temperatury początkowej).

2. Odczytaj z tabliczki znamionowej moc czajnika, oblicz z wzoru (4) sprawność czajnika dla każdej z użytych mas wody i każdego z rozpatrywanych przedziałów temperatur (potrzebne wartości ciepła właściwego wody odczytaj z tablic).
3. Dla wybranej masy wody, oblicz wartość maksymalnej niepewności (błędu) bezwzględnej wyznaczonej doświadczalnie wartości sprawności czajnika (dla każdego z rozpatrywanych przedziałów temperatur).
4. Rozwiąż zadanie rachunkowe o numerze odpowiadającym numerowi twojej grupy laboratoryjnej.
 1. Do **2 kilogramów** wody o temperaturze **40°C** wlane **5 kilogramów** o temperaturze **10°C**. Oblicz temperaturę końcową wody.
 2. Do **0,5 kilograma** lodu o temperaturze **- 5°C** dostarczono **400 kilodżuli** energii w formie ciepła. Oblicz temperaturę końcową powstałej w ten sposób wody ($c_l = 2,1 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$, $q_t = 335 \text{ kJ/kg}$, $c_w = 4,2 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$).
 3. Czajnik o mocy nominalnej **2 kW** ma sprawność cieplną **90%**. W ciągu jakiego czasu można za jego pomocą podgrzać **1,5 kilograma** wody od temperatury **10°C** do temperatury **90°C** ($c_w = 4,2 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$)?
 4. Silnik elektryczny dźwigu umożliwia podnoszenie pionowo do góry, ze stałą prędkością **0,5 m/s**, ciała o masie **0,5 tony**. Oblicz sprawność silnika, jeżeli jego moc wynosiła **12 kilowatów**.
 5. Gorąca stalowa kula o promieniu **10 cm** ($c_s = 500 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$), stygnąc oddaje do otoczenia z każdych **10 cm²** powierzchni **20 dżuli** energii w formie ciepła w ciągu każdych **2 sekund**. O ile obniży się temperatura tej kuli w ciągu **10 sekund** takiego stygnięcia? Gęstość materiału kuli wynosi **8000 kg/m³**.

Pojęcia kluczowe

- **Praca, moc**
- **Sprawność cieplna**
- **Ciepło, pojemność cieplna, ciepło właściwe, bilans cieplny**
- **Sposoby obliczania ilości energii w formie ciepła wymienianej podczas procesów niezwiązanych ze zmianą stanu skupienia (ogrzewanie-ochładzanie) i związanych ze zmianą stanu skupienia (topnienie-krzepnięcie, parowanie-skraplanie),**
- **Temperatura i jej skale (przeliczanie temperatur: skala Celsjusza ↔ skala Kelwina)**

Sprawność cieplna czajnika - pomiary

		<i>Objętość wody w czajniku</i>			
		<i>V = 0,75 l</i>	<i>V = 1 l</i>	<i>V = 1,25 l</i>	<i>V = 1,5 l</i>
<i>Czas grzania wody w rozpatrywanym przedziale temperatur [s]</i>	<i>(30 ÷ 40) °C</i>				
	<i>(50 ÷ 60) °C</i>				
	<i>(70 ÷ 80) °C</i>				
<i>Temperatura początkowa wody [°C]</i>		<i>t_o =</i>	<i>t_o =</i>	<i>t_o =</i>	<i>t_o =</i>
<i>Moc znamionowa czajnika [W]</i>		<i>P =</i>			

Wartość wyznaczonej doświadczalnie sprawności cieplnej czajnika

		<i>Objętość wody w czajniku</i>			
		<i>V = 0,75 l</i>	<i>V = 1 l</i>	<i>V = 1,25 l</i>	<i>V = 1,5 l</i>
<i>Sprawność cieplna czajnika [%]</i>	<i>(30 ÷ 40) °C</i>				
	<i>(50 ÷ 60) °C</i>				
	<i>(70 ÷ 80) °C</i>				