

Woda zawarta w mechanicznie polerowanym rondlu wykonanym ze stali nierdzewnej wrze pod normalnym ciśnieniem atmosferycznym wynoszącym 1013,2 hPa. Temperatura wewnętrznej powierzchni denka rondla jest utrzymywana na poziomie 108°C. Średnica denka rondla jest równa 30 cm. Obliczyć: (a) strumień ciepła pochłaniany przez wodę, (b) strumień wytwarzanej pary wodnej, (c) współczynnik wnikania ciepła.

Własności cieplne wody przy ciśnieniu nasycenia

Temperatura	Gęstość	Współczynnik rozszerzalności objętościowej	Ciepło właściwe	Współczynnik przewodzenia ciepła	Współczynnik wyrównywania temperatury	Lepkość dynamiczna	Lepkość kinematyczna	Liczba Prandtla
t	ρ	$\beta \cdot 10^4$	c	λ	$a \cdot 10^6$	$\mu \cdot 10^6$	$\nu \cdot 10^6$	Pr
°C	kg/m ³	1/K	kJ/(kg K)	W/(m K)	m ² /s	N s/m ²	m ² /s	
90	965,3	7,0	4,202	0,678	0,167	308,909	0,326	1,95
95	961,9	—	4,206	0,680	0,168	292,238	0,310	1,84
100	958,4	7,5	4,211	0,682	0,169	277,528	0,294	1,75
110	951,0	8,0	4,224	0,684	0,170	254,973	0,268	1,57

Parametry określające stan wody na linii granicznej $x = 0$ oraz $x = 1$

Temperatura	Ciśnienie	Objętość właściwa		Entalpia właściwa		Ciepło parowania	Entropia właściwa	
		cieczy	pary	cieczy	pary		s'	s''
T	p	v'	v''	i'	i''	r		
K	MPa	m ³ /kg		kJ/kg			kJ/(kg K)	
370	0,09045	0,0010413	1,8615	405,79	2671,4	2265,6	1,2712	7,3946
375	0,10820	0,0010452	1,5742	426,87	2679,3	2252,4	1,3277	7,3344
380	0,12875	0,0010493	1,3379	448,00	2687,0	2239,0	1,3836	7,2760

$$f(x_1, y_1, x_2, y_2, x) := y_1 + \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \cdot (x - x_1)$$

$$v''_{373,15} := f(370, 1.8615, 375, 1.5742, 373.15) = 1.681$$

$$\rho_v := \frac{1}{v''_{373,15}} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 0.595 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$T_w := 381.15 \cdot \text{K}$$

$$T_s := 373.15 \cdot \text{K}$$

$$\Delta T := T_w - T_s = 8 \text{ K}$$

$$n := 1$$

$$C_{sf} := 0.0130$$

$$g = 9.807 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$D := 30 \cdot \text{cm}$$

Współczynnik napięcia powierzchniowego

$$\sigma(T) := 0.2358 \cdot \left(1 - \frac{T}{647.15}\right)^{1.256} \cdot \left(1 - 0.625 \left(1 - \frac{T}{647.15}\right)\right) \cdot \frac{N}{m}$$

$$\sigma := \sigma(373.15) = 0.0589 \frac{N}{m}$$

$$\rho_l := 958.4 \cdot \frac{kg}{m^3}$$

$$\rho_v := 0.595 \cdot \frac{kg}{m^3}$$

$$r := 2257 \cdot 10^3 \cdot \frac{J}{kg}$$

$$c_{pl} := 4211 \cdot \frac{J}{kg \cdot K}$$

$$\mu_l := 277.528 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{N \cdot s}{m^2}$$

$$Pr_l := 1.75$$

$$q := \mu_l \cdot r \cdot \left(\frac{g \cdot (\rho_l - \rho_v)}{\sigma}\right)^{\frac{1}{2}} \cdot \left(\frac{c_{pl} \cdot \Delta T}{C_{sf} \cdot r \cdot Pr_l^n}\right)^3 = 70631.8 \frac{W}{m^2}$$

Pole powierzchni dna rondla

$$A := \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 0.07069 m^2$$

Strumień ciepła pochłaniany przez wodę

$$Q := A \cdot q = 4.993 kW$$

Strumień pary

$$m_p := \frac{Q}{r} = 0.00221 \frac{kg}{s}$$

Współczynnik wnikania ciepła

$$q = \alpha \cdot \Delta T$$

$$\alpha := \frac{q}{\Delta T} = 8829.0 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$