



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
Természettudományi Kar
Nukleáris Technikai Intézet

Minta zárthelyi és vizsgadolgozat

Atomerőművek termohidraulikája

Budapest, 2019. december

Vizsgáló neve, NEPTUN kódja:

.....,

Figyelem! A számpéldák eredményei csak helyes dimenzióval együtt fogadhatóak el teljes értékűnek.

- Adja meg a Reynolds-számot, a Nusselt-számot, a Prandtl-számot, a Grashof-számot, a Rayleigh-számot, a Biot-számot és a Fourier-számot definiáló képleteket, valamint az összefüggésekben szereplő fizikai mennyiségeket!
.....
(max. 10p.)
- Adja meg a hővezetés általános differenciál-egyenletének levezetését hengeres üzemanyag pasztillára sugár mentén állandó térfogati teljesítménysűrűség feltételezésével! Mi a különbség a tömör és a furattal ellátott pasztillában kialakuló hőmérséklet-különbség között?
.....
(max. 10p.)
- Mi a tervezési alap, a tervezési üzemzavar, a súlyos baleset, a biztonsági elemzés és a biztonsági jelentés? Mondjon legalább két-két példát tervezési üzemzavarra és súlyos balesetre!
.....
(max. 10p.)
- Egy z , y irányban végtelen kiterjedésű üzemanyag síklemez vastagsága $2\delta = 20$ mm, hővezetési tényezője a $\lambda = -7.0 \cdot 10^{-4} \cdot T + 3.454$ (λ [W/mK], T [°C]) képlettel közelíthető. A lemezen belül a térfogati teljesítménysűrűség eloszlása $\dot{q}'''(x) = a \cdot x^2 + b(\dot{q}'''[\text{W}/\text{m}^3], x[\text{m}])$ függvény szerint változik, ahol $a = 30 \cdot 10^9$, $b = 32 \cdot 10^6$. Mekkora az üzemanyag felületén mérhető hőmérséklet, ha az üzemanyag maximális hőmérséklete $T_{\max} = 2000$ °C?
.....
(max. 10p.)
- Milyen folyamatok vezethetnek el egy súlyos baleset során a reaktortartály sérüléséhez? Jellemzően a tartály mely részén következhet be ez a sérülés? Mik a fő következményei a tartálysérülésnek? Milyen további következményei lehetnek a zónaolvadék reaktortartályból történő kikerülésének? Milyen konstrukciós megoldásokkal lehet ezen következményeket enyhíteni? Orosz illetve német-francia konstrukciójú reaktor esetén milyen megoldás létezik erre, és mely atomerőmű esetén?
.....
(max. 10p.)

6. Határozzuk meg egy egyenáramú hőcserélőben szükséges felület nagyságát, a beépítendő csövek összes hosszát és számát, ha a melegebb közeg hőkapacitás árama 500 W/K és 100 °C-on lép be a készülékbe, majd onnan 60 °C-on távozik. A hidegebb közeg 20 °C-os a hőcserélőbe való belépéskor, a hőkapacitás árama pedig 1000W/K. A közegek Ø17/23 mm csőben, illetve azon kívül a csőtengellyel párhuzamosan áramlanak. A készülék beépítéséhez 1.5 m áll rendelkezésre.

A hőátadási tényező a melegebb közeg és a belső felület között $\alpha_b=1000 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, a hidegebb közeg és a cső külső felülete között $\alpha_k=1200 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, a csőfal hővezetési tényezője $\lambda=38 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. A hőcserélő kívülről hőszigetelt, külső felülete adiabatikusnak tekinthető. Ábrázolja a hőátvitelben résztvevő közegek hőmérsékletének alakulását a hőátadó felület mentén!

.....
(max. 20p.)

7. Határozza meg az alábbiakban adott üzemanyag jellemző hőmérsékleteit!

Egy nyomottvízes reaktor tömör üzemanyag pasztillája 4,7 mm külső sugarú, a burkolat belső sugara 4,89 mm, a burkolat külső sugara 5,46 mm. *Mekkora az üzemanyag középvonali és felületi hőmérséklete, a burkolat belső és külső felületének hőmérséklete azon a szakaszon, ahol a lineáris hőterhelés $q' = 20 \text{ kW}/\text{m}^2$? Az üzemanyag hővezetési tényezőjét közelítsük a Lyon összefüggés segítségével.*

$$\lambda_f = \frac{3824}{129,4 + T} + 6,1256 \cdot 10^{-11} \cdot T^3 \quad \lambda_f [\text{W}/\text{mK}], T [\text{K}]$$

A hűtőközeg közepes hőmérséklete a számított szakasz mentén 310 °C. A burkolat hővezetési tényezője 18,69 W/mK. A gáztérben csak a töltőgázon (hélium) belüli hővezetést vegyük figyelembe, $\lambda_{He} = 0,277 \text{ W}/\text{mK}$. A hőátadási tényezőt számítsuk a Dittus-Boelter összefüggés segítségével.

$$Nu = 0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^n$$

$$n = \begin{cases} 0,4 & \text{ha } T_w > T_\infty \\ 0,3 & \text{ha } T_w < T_\infty \end{cases}$$

A hűtőközeg átlagos áramlási sebessége az elemi csatornában 3,8 m/s. Az üzemanyag pálcák négyzetes elrendezésben, 14 mm-es rácsosztásban helyezkednek el.

Az áramló közeg adatai: $p= 15 \text{ MPa}$, $\rho=725,8 \text{ kg}/\text{m}^3$, $\mu=91,7 \cdot 10^{-6} \text{ kg}/\text{ms}$, $\lambda=0,559 \text{ W}/\text{mK}$, $c_p=5495 \text{ J}/\text{kgK}$.

Számítsa ki a DNBR értékét a fent vizsgált pálcaszakaszra, ha az adott nyomáson a kritikus hőfluxus $2,3 \text{ MW}/\text{m}^2$!

.....
(max. 30p.)

Pontozás:

0	-	40,0	1
40,1	-	55,0	2
55,1	-	70,0	3
70,1	-	85,0	4
85,1	-	100,0	5

Teljes pontszám (max 100):

A dolgozat érdemjegye:

Vizsgajegy: