

Házi feladat (4)

4.1 feladat

Tekintsünk egy 10 mm átmérőjű, hengeres PWR üzemanyag pasztillát, melyről tudjuk, hogy felületének hőmérséklete 400°C és a külső felületére vonatkoztatott hőfluxus $1,7 \text{ MW}/(\text{m}^2)$. Számítsuk ki az üzemanyag-pasztilla maximális hőmérsékletét, ha az axiális hővezetést elhanyagoljuk és az üzemanyag hővezetési tényezője az alábbi függvény szerint függ a hőmérséklettől:

$$\lambda_f = 1 + 3 \cdot e^{-0,0005T}, \text{ ahova } T \text{ [}^{\circ}\text{C}\text{]-ban helyettesítendő.}$$

Ábrázoljuk a pasztillán belüli hőmérséklet-eloszlást a pasztilla sugarának függvényében. Ehhez vegyünk fel tetszőleges számú, de minimum 10 sugárértéket 0 és 5 mm között, és számoljuk ki a hozzájuk tartozó hőmérséklet értékeket.

4.2 feladat

Egy 1450 MW-os BWR reaktorban 241 kazetta és kazettánként 195 pálca van. Egy pálca külső átmérője (burkolat külső átmérője) 10 mm, a burkolat belső átmérője 9 mm, a tömör üzemanyag-pasztilla külső átmérője 8,5 mm, míg a pálca aktív hossza 3,65 m. Számoljuk ki az üzemanyag (UO_2) maximális hőmérsékletét egy átlagos pálca esetén, ha a moderátor átlagos hőmérséklete 311°C és az UO_2 hővezetési tényezőjét a Lyon-összefüggés határozza meg (lásd a mellékelt táblázatot)! Adatok: a gáزرés egyenérték hővezetési tényezője $0,277 \text{ W}/(\text{mK})$, a burkolat hővezetési tényezője $18,09 \text{ W}/(\text{mK})$, a moderátor és burkolat közti hőátadási tényező $6,1 \text{ kW}/(\text{m}^2\text{K})$.

4.3 feladat

Mekkora a maximális üzemanyag-hőmérséklet egy $2000 \text{ MW}_{\text{th}}$ -os hengeres reaktor legterheltebb pálcájára vonatkozóan, ha a pálcatejeljesítményre vonatkozó egyenlőtlenégi tényező 1,2. Tudjuk, hogy a zónában áramló hűtőközeg tömegárama 17000 kg/s , a zónában 243 üzemanyag-kazetta és kazettánként 163 pálca található, a hűtőközeg fajhője $5,16 \text{ kJ}/(\text{kgK})$, belépő hőmérséklete pedig 310°C . A pálcák aktív hossza 3810 mm , míg az extrapolált hossz 4213 mm . A pálcaburkolat külső átmérője 10 mm , belső átmérője $7,71 \text{ mm}$, míg a tömör pasztilla átmérője $7,5 \text{ mm}$. A burkolat külső fala és a hűtőközeg közötti hőátadási tényező $28,4 \text{ kW}/(\text{m}^2\text{K})$, a burkolat hővezetési tényezője $18,09 \text{ W}/(\text{mK})$, a gáزرés egyenértékű hővezetési tényezője $0,277 \text{ W}/(\text{mK})$, míg a pasztilla hővezetési tényezőjét a Lyon-formula segítségével határozzuk meg. Feltételezzük, hogy a pálcán belül nincs axiális hővezetés. Határozzuk meg a pálcaburkolat külső felületének maximális hőmérsékletét, a magasságot, ahol azt az értéket felveszi, illetve az üzemanyag maximális hőmérsékletét!

Ábrázoljuk a zóna középmagasságában a radiális hőmérséklet-eloszlást!

UO₂ hővezetési tényezője és hővezetési tényező integrálja a hőmérséklet függvényében
(A táblázat adatai a Lyon összefüggés felhasználásával kerültek meghatározásra.)

T [°C]	Lambda [W/mK]	Integral [W/m]	T [°C]	Lambda [W/mK]	Integral [W/m]	T [°C]	Lambda [W/mK]	Integral [W/m]
0	9,5042	0,0000	670	3,6172	3760,3393	1340	2,4517	5707,9263
10	9,2739	93,8814	680	3,5859	3796,3543	1350	2,4440	5732,4050
20	9,0546	185,5152	690	3,5553	3832,0596	1360	2,4365	5756,8076
30	8,8454	275,0067	700	3,5252	3867,4614	1370	2,4292	5781,1361
40	8,6456	362,4541	710	3,4958	3902,5660	1380	2,4221	5805,3925
50	8,4548	447,9490	720	3,4670	3937,3794	1390	2,4152	5829,5787
60	8,2722	531,5769	730	3,4387	3971,9072	1400	2,4085	5853,6967
70	8,0973	613,4180	740	3,4110	4006,1554	1410	2,4019	5877,7484
80	7,9297	693,5473	750	3,3839	4040,1294	1420	2,3956	5901,7357
90	7,7690	772,0353	760	3,3573	4073,8346	1430	2,3894	5925,6606
100	7,6146	848,9482	770	3,3312	4107,2765	1440	2,3835	5949,5249
110	7,4664	924,3483	780	3,3056	4140,4601	1450	2,3777	5973,3305
120	7,3238	998,2944	790	3,2806	4173,3906	1460	2,3721	5997,0791
130	7,1866	1070,8418	800	3,2560	4206,0729	1470	2,3667	6020,7727
140	7,0545	1142,0429	810	3,2319	4238,5118	1480	2,3614	6044,4131
150	6,9272	1211,9471	820	3,2083	4270,7121	1490	2,3564	6068,0020
160	6,8044	1280,6012	830	3,1851	4302,6785	1500	2,3515	6091,5413
170	6,6860	1348,0496	840	3,1624	4334,4154	1510	2,3468	6115,0326
180	6,5716	1414,3342	850	3,1401	4365,9273	1520	2,3423	6138,4779
190	6,4612	1479,4951	860	3,1182	4397,2186	1530	2,3379	6161,8787
200	6,3544	1543,5701	870	3,0968	4428,2936	1540	2,3337	6185,2368
210	6,2512	1606,5953	880	3,0758	4459,1563	1550	2,3297	6208,5541
220	6,1513	1668,6050	890	3,0552	4489,8110	1560	2,3259	6231,8320
230	6,0546	1729,6319	900	3,0350	4520,2616	1570	2,3222	6255,0724
240	5,9609	1789,7072	910	3,0152	4550,5120	1580	2,3187	6278,2770
250	5,8702	1848,8605	920	2,9957	4580,5660	1590	2,3154	6301,4473
260	5,7822	1907,1204	930	2,9767	4610,4276	1600	2,3122	6324,5850
270	5,6969	1964,5138	940	2,9580	4640,1004	1610	2,3092	6347,6919
280	5,6141	2021,0668	950	2,9396	4669,5880	1620	2,3064	6370,7695
290	5,5338	2076,8041	960	2,9216	4698,8940	1630	2,3037	6393,8195
300	5,4557	2131,7495	970	2,9040	4728,0219	1640	2,3011	6416,8434
310	5,3799	2185,9259	980	2,8867	4756,9751	1650	2,2988	6439,8429
320	5,3062	2239,3549	990	2,8697	4785,7571	1660	2,2966	6462,8196
330	5,2346	2292,0575	1000	2,8531	4814,3712	1670	2,2945	6485,7750
340	5,1650	2344,0538	1010	2,8368	4842,8206	1680	2,2926	6508,7108
350	5,0972	2395,3632	1020	2,8208	4871,1086	1690	2,2909	6531,6285
360	5,0313	2446,0042	1030	2,8052	4899,2383	1700	2,2893	6554,5297
370	4,9671	2495,9946	1040	2,7898	4927,2128	1710	2,2879	6577,4159
380	4,9046	2545,3516	1050	2,7747	4955,0352	1720	2,2867	6600,2886
390	4,8437	2594,0916	1060	2,7600	4982,7085	1730	2,2855	6623,1495
400	4,7844	2642,2307	1070	2,7455	5010,2356	1740	2,2846	6645,9999
410	4,7266	2689,7842	1080	2,7313	5037,6195	1750	2,2838	6668,8416
420	4,6702	2736,7667	1090	2,7174	5064,8629	1760	2,2831	6691,6759
430	4,6152	2783,1927	1100	2,7038	5091,9689	1770	2,2826	6714,5043
440	4,5616	2829,0758	1110	2,6905	5118,9400	1780	2,2822	6737,3285
450	4,5093	2874,4293	1120	2,6774	5145,7792	1790	2,2820	6760,1498
460	4,4583	2919,2661	1130	2,6646	5172,4890	1800	2,2820	6782,9698
470	4,4084	2963,5986	1140	2,6521	5199,0721	1810	2,2821	6805,7899
480	4,3598	3007,4388	1150	2,6398	5225,5311	1820	2,2823	6828,6116
490	4,3123	3050,7982	1160	2,6278	5251,8687	1830	2,2827	6851,4363
500	4,2659	3093,6881	1170	2,6160	5278,0874	1840	2,2832	6874,2657
510	4,2206	3136,1194	1180	2,6045	5304,1897	1850	2,2839	6897,1010
520	4,1763	3178,1026	1190	2,5932	5330,1780	1860	2,2847	6919,9438
530	4,1330	3219,6478	1200	2,5822	5356,0549	1870	2,2857	6942,7955
540	4,0906	3260,7651	1210	2,5714	5381,8227	1880	2,2868	6965,6575
550	4,0493	3301,4638	1220	2,5609	5407,4839	1890	2,2880	6988,5313
560	4,0088	3341,7534	1230	2,5505	5433,0407	1900	2,2894	7011,4183
570	3,9692	3381,6429	1240	2,5405	5458,4956	1910	2,2909	7034,3199
580	3,9305	3421,1410	1250	2,5306	5483,8507	1920	2,2926	7057,2376
590	3,8927	3460,2562	1260	2,5210	5509,1084	1930	2,2944	7080,1728
600	3,8556	3498,9969	1270	2,5116	5534,2709	1940	2,2964	7103,1268
610	3,8193	3537,3709	1280	2,5024	5559,3405	1950	2,2985	7126,1012
620	3,7838	3575,3861	1290	2,4934	5584,3193	1960	2,3007	7149,0973
630	3,7491	3613,0502	1300	2,4847	5609,2094	1970	2,3031	7172,1165
640	3,7151	3650,3704	1310	2,4761	5634,0131	1980	2,3056	7195,1602
650	3,6818	3687,3541	1320	2,4678	5658,7324	1990	2,3083	7218,2298
660	3,6491	3724,0081	1330	2,4597	5683,3695	2000	2,3111	7241,3267