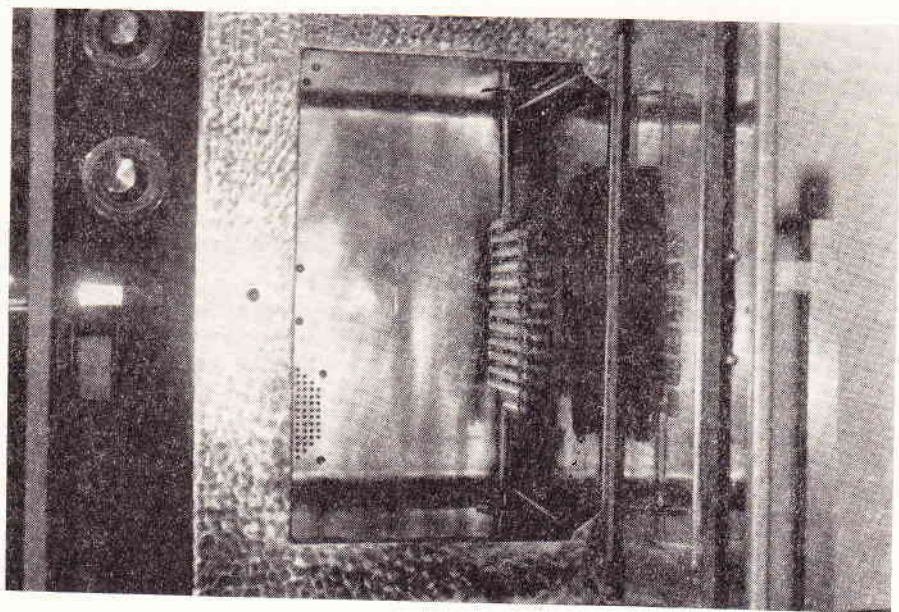


Mikrovlnový sporák GUM 2S ako prietokový pastér

M. GRODOVSKÝ

Pre prvý polrok 1970 plánovali sme v rámci riešenia výskumnej úlohy zábeh zariadenia na prietokový mikrovlnový ohrev kvapalín s výkonom 15 kW. Vývojové práce na tomto funkčnom modeli však meškajú, takže sme uvažovali o náhradnom riešení. Našli sme ho v adaptácii mikrovlnového sporáka GUM 2S, ktorý pracuje s výkonom 2 kW na vlne dĺžky 12 cm, čiže s frekvenciou 2 360 MHz. Do rezonančného priestoru umiestnil sa sklený meander, ktorého vývody vyúsťujú von cez bočné steny. Na vývody sa napája prívod a odvod kvapaliny, ktorá prúdi pomocou čerpadla zo zásobnej nádrže. Celkový pohľad na zariadenie je na obr. 1.



Obr. 1

Výstup energie z magnetrónu 60—SA 51, ktorý je vsadený do sporáku GUM 2S do aplikačného priestoru, sprostredkuje vlnovod. V sporáku GUM 2S vzniká stojaté vlnenie. Rovnomerný ohrev záťaže sa dosahuje vrtulou, krútiacou sa pod tanierom. Výkon magnetrónu možno v určitých medziach regulovať a zistiť meraním intenzity anódového prúdu v medziach 0—700 mA.

Magnetron v tomto zariadení je chladený vodou. Aplikačný priestor je tak usporiadený, aby sústreďoval odrážanú energiu na tanier, na ktorom je položený sklený meander. V prípade potreby možno sklený meander vybrať a otvory utesniť kovovými zátkami, aby vlnenie neunikalo mimo aplikačného priestoru. Adaptáciu zariadenia vykonal podľa našich požiadaviek Výskum a vývoj zařízení el. tepla Závodů elektrotepeľných zařízení, n. p., v Prahe, ktorý o vykonanej montáži a potrebných elektrických meraniach vypracoval krátku správu (1).

My sme merali výkon zariadenia dvoma spôsobmi:

1. Pri uzavretom obehu kvapaliny,
2. pri voľnom prietoku kvapaliny.

Meranie výkonu zariadenia pri uzavretom okruhu

Odmerané množstvo vody z vodovodu sa umiestni do rezervnej nádoby (dublikátorový hrniec na prevarenie vody). Odstredivým čerpadlom preháňa sa voda cez sklený meander v aplikačnom priestore, kde sa vplyvom vĺ energie ohrieva. V rezervnej nádobe je umiestnený teplomer. Zmeria sa počiatočná teplota vody v nulovom čase, ďalej sa zaznamenáva čas potrebný na ohriatie vody o 10 °C. Výsledky meraní sú zachytené v tabuľkách. Výkon zariadenia sa počítal podľa vzorca:

$$N = 4,18 \frac{\Delta t \cdot Q}{s},$$

kde N je výkon v kW;

Δt = rozdiel konečnej a počiatočnej teploty vody v °C;

Q = množstvo vody v kg (príp. v litroch);

s = čas potrebný na ohrev v sek.

Výkon zariadenia možno upravovať regulovaním intenzity anódového prúdu. Regulácia sa vykonáva postupne. Zistili sme, že intenzita, nastavená pomocou jednotlivých stupňov, je závislá aj od napätia v sieti, vykonali sme preto pokusy v dvoch rozličných dobách. Z mnohých meraní uvádzame výsledky získané aspoň pri dvoch intenzitách anódového prúdu (tab. 1 a 2).

Množstvo vody bolo rovnaké vo všetkých pokusoch $Q = 2,0$ kg. V tabuľkách 1 a 2 sú výpočty výkonov zariadenia počítané vždy pre teplotný rozdiel 10 °C, resp. prvá hodnota je vypočítaná pre teplotný rozdiel medzi počiatočnou teplotou vody a 30 °C. V tabuľke 3 sú vypočítané výkony pre teplotný rozdiel medzi počiatočnou teplotou vody a 80 °C pri rozličných intenzitách anódového prúdu.

Meranie pri voľnom prietoku

Ďalej sme merali výkon zariadenia pri voľnom prietoku kvapaliny, pri rozličnom prietokovom množstve. Merali sme pritom vstupnú a výstupnú teplotu vody pri jej ustálenom prietoku. Opäť sme merali intenzitu anódového prúdu, ale len v štyroch stupňoch. Pri zaradení piateho stupňa bolo badať už nepravidelnosti v chode

Tabuľka 1.

Výkon zariadenia pri stupni „1“. Intenzita 370 mA.

Čas [s]	Δs	Teplota [°C]	ΔT	N [W]	$N/I \cdot 10^2$
0	—	15	—	—	—
135	135	30	15	928	251
268	133	40	10	628	169
398	130	50	10	643	173
535	137	60	10	610	165
687	152	70	10	550	148
845	158	80	10	529	143
			Σ	3888	1049
			\varnothing	648	175

Tabuľka 2.

Výkon zariadenia pri stupni „4“. Intenzita 660 mA.

Čas [s]	Δs	Teplota [°C]	ΔT	N [W]	$N/I \cdot 10^2$
0	—	17	—	—	—
67	67	30	13	1622	245
119	52	40	10	1607	243
174	55	50	10	1520	230
223	59	60	10	1416	214
293	60	70	10	1393	211
355	62	80	10	1348	204
			Σ	8906	1347
			\varnothing	1484	225

Tabuľka 3.

Výkon zariadenia pre celý teplotný rozsah.

T_1 [°C]	T_2 [°C]	$T_2 - T_1$	s	I [mA]	N [W]	$N/I \cdot 10^2$
15	80	65	845	370	643	174
21	80	59	600	440	822	187
16	80	64	567	460	943	205
17	80	63	527	500	999	200
17	80	63	477	530	1105	208
21	80	59	405	560	1217	217
16	80	64	393	620	1350	218
17	80	63	355	660	1483	224
16	80	64	350	700	1520	217
18	80	62	350	750	1480	197

zariadenia, praskot v aplikačnom priestore, preto sme upustili od merania pri tomto stupni, aby sme nepoškodili prístroj. Opäť uvádzame len výsledky z meraní získané pri dvoch intenzitách anódového prúdu (tab. 4 a 5).

Zhodnotenie výsledkov merania

Pre porovnanie výkonov pri uzavretom a voľnom obeh kvapaliny zostavili sme priemery vypočítaných výkonov, ako aj pomerov N/I pre jednotlivé stupne do tab. 6.

Už z bežného porovnania hodnôt pre N vypočítaného pre uzavretý a voľný obeh zistíme, že zariadenie pracuje 1,3 razy efektívnejšie pri voľnom obeh kvapaliny. Menej priaznivé výsledky pre uzavretý obeh môžu byť spôsobené mimo iných príčin tiež tepelnými stratami, zapríčinenými prestupom tepla cez steny rezervoára. Podľa vykonaných meraní v rozmedzí 80–65 °C ochladzuje sa za podmienok pokusu množstvo 2 kg vody priemerne o 2° za 2 minúty.

Tabuľka 4.
Výkon zariadenia pri prietoku 550 ml vody/min.

T_1 [°C]	T_2 [°C]	$T_2 - T_1$	I [mA]	N [W]	$N/I \cdot 10^2$
16	44	28	440	1082	246
16	50	34	480	1308	272
16	56	40	550	1546	281
16	62	46	630	1778	282

Tabuľka 5.
Výkon zariadenia pri prietoku 1350 ml vody/min.

T_1 [°C]	T_2 [°C]	$T_2 - T_1$	I [mA]	N [W]	$N/I \cdot 10^2$
14	25	11	400	1030	257
14	27	13	460	1220	265
14	30	16	530	1500	283
14	33	19	610	1890	309

Tabuľka 6.
Priemerné výkony zariadenia pri voľnom a uzavretom obehu
ohrievanej kvapaliny.

Stupeň	Uzavretý obeh		Voľný obeh	
	N [W]	$N/I \cdot 10^2$	N [W]	$N/I \cdot 10^2$
1	740	182	1086	266
2	980	204	1314	271
3	1185	218	1560	285
4	1424	222	1880	296

Keď si všimneme tabuľky 1 a 2, vidíme, že účinnosť ohrevu so stúpajúcou teplotou vody klesá. Vidieť to z druhého stĺpca tabuliek (Δt), kde sa čas potrebný na ohriatie vody o 10°C stále zväčšuje, ako aj z vypočítaných hodnôt pre N , resp. N/I , ktoré sa so stúpajúcou teplotou zmenšujú. Okrem už spomenutej príčiny vyžarovania tepla spôsobuje tento jav aj skutočnosť, že hodnoty permitivity ε a stratového uhla pre vodu so stúpajúcou teplotou klesajú. Landolt a Börnstein vo svojej monografii uvádzajú pre kmitočet $1,5 \cdot 10^9$ Hz nasledovné hodnoty (tab. 7).

Tabuľka 7.

Dielektrická konštanta a stratový uhol vody.

Skupenstvo	Teplota [$^\circ\text{C}$]	ε	$\text{tg}\delta$
kvapalné, voda	0	99,8	0,159
kvapalné, voda	20	82,9	0,0813
kvapalné, voda	50	69,3	0,0262
ľad*	-18	3,2	—
vodná para**	120	1,004	—

* pre kmitočet $8 \cdot 10^8$ Hz

ε — permitivita

** pre kmitočet 10^7 Hz

$\text{tg}\delta$ — stratový uhol

Podľa očakávania sme zistili priamu závislosť medzi intenzitou anódového prúdu a intenzitou ohrevu, resp. výkonom N . Trochu vybočujú z tohto pravidla hodnoty zistené pre stupeň 5, avšak, ako sme už spomínali, normálne s týmto stupňom nepracujeme, lebo sa pri ňom vyskytujú už nepravidelnosti v chode zariadenia (preťaženie). Energeticky výhodnejšie vychádza ohrev pri voľnom prietoku kvapaliny cez zariadenie. Pre technické príčiny nedá sa však nastaviť rovnomerný prietok takého malého množstva kvapaliny, aby sme pri jednorazovom prietoku cez vľ pole dosiahli požadovanú pasterizačnú teplotu 80°C .

Ako sme spomenuli, intenzita anódového prúdu pri nastavení jednotlivých stupňov kolísala, vybrali sme preto pomer vypočítaného výkonu N a odčítaného prúdu I ako mieru využitia prístroja. Z tab. 6 vidieť, že hodnota tohto pomeru stúpla rovnako ako výkon N pri uzavretom i voľnom obehú vody súbežne so zvyšovaním anódového prúdu, i keď nie tak prudko.

Súhrn

Napriek zisteniu, že výkon zariadenia pri voľnom prietoku je vyšší ako pri uzavretom prietoku, zvolili sme pre ďalšie pokusy prvý spôsob z praktických príčin. Išlo nám v prvom rade o dosiahnutie pasterizačných teplôt a ďalej o ľahšie manipulovanie so vzorkami, čo pri voľnom prietoku narážalo na určité ťažkosti. Chladenie vzoriek sa robilo po skončení pokuse rýchlym odobratím do sterilnej nádoby a ochladením pod vodovodom.

Микроволновая печь ГУМ 2С в качестве установки для проточной пастеризации

Резюме

Несмотря на то, что мощность установки в случае свободного протекания больше, чем в случае закрытого протекания, мы избрали для дальнейших опытов первый способ, исходя из практических соображений. Главной целью было, достичь температур пастеризации и добиться облегчения манипуляции с образцами, чего мы не могли добиться в случае свободного протекания. После законченного эксперимента образцы охлаждались так, что мы вносили их в стерильную посудину и охлаждали под краном.

Microwave stove GUM 2S as through-flow pasteurizer

Summary

In spite of stating that the capacity of apparatus under free through-flow is higher than under closed one, for further experiments former method, for practical reason, have been chosen. The question first of all was how to attain pasteurizing temperatures and how to easy manipulate with patterns what at free through-flow met with certain difficulties. Cooling of pattern was made after completed experiment by quick bleeding into steril receiver and by its cooling under water tap.