

STROJNIŠKI VESTNIK

LETNIK 31

LJUBLJANA, NOVEMBER—DECEMBER 1985

ŠTEVILKA 11—12

UDK 66.063+536.24

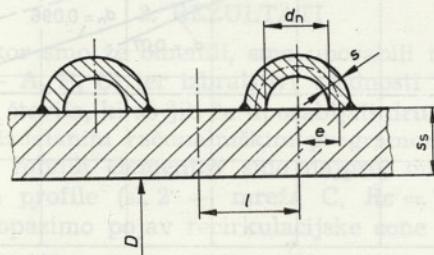
Vpliv konstrukcijskih parametrov na prenos toplote v posodah z mešalom

MIRAN OPREŠNIK

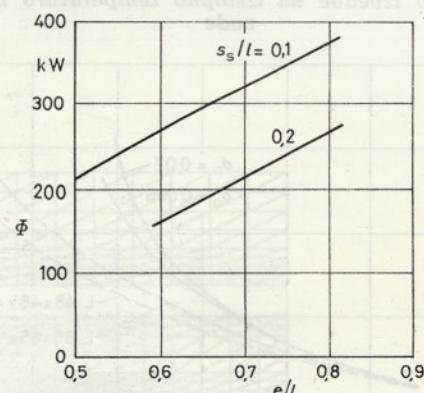
V posodah z mešalom je pogosto treba med procesom dovajati ali pa odvajati toploto. Možnosti za to so različne. V nadaljevanju se bomo omejili na možnosti izmenjave toplote med hladilnim (ali gremnim) sredstvom prek stene posode. Takšne izvedbe so zelo primerne v živilski ali farmacevtski industriji, ker preprečujejo okužbe vsebine v posodi, pa tudi čiščenje in vzdrževanje posod je dokaj preprosto. Pomanjkljivost teh izvedb je predvsem v zmanjševanju hladilne (grelne) površine na enoto prostornine pri povečevanju velikosti posode. Problem se pojavi, če je treba odvesti velike toplotne tokove. V takšnih primerih pa se da pri projektiranju s primernimi posegi do določene mere vplivati na preneseni toplotni tok.

Pri večjih posodah zunanj plič ne pride v poštev, pač pa so običajne izvedbe s privarjeno polovično cevno kačo ali pa privarjenim pravokotnim profilom. Da bi ugotovili vplive, smo izbrali posodo z razmerjem višine H proti premeru D $H/D = 1$, z vgrajenim turbinskim mešalom s premerom $d = 1$ m in razmerjem $D/d = 3$. Vsebina posode ima lastnosti vode pri temperaturi 40°C , vstopna temperatura hladilne vode pa je $t_v = 18^{\circ}\text{C}$. Debelina stene posode $s_s = 6$ mm, debelina stene polovične cevi, ki je privarjena na zunanj steno posode pa $s = 3$ mm. Na sl. 1 je prikaz takšne izvedbe z ustreznimi označbami. Za različne vrednosti s_s/l in e/l je bil izračunan toplotni tok pri toplotni prevodnosti stene $\lambda_s = 16 \text{ W/m K}$. Proses je bil računan z vpihovanjem $1000 \text{ m}^3/\text{h}$ zraka pri 100 vrt./min in pretočno hitrostjo hladilne vode $w = 0,9 \text{ m/s}$. S sl. 2 je razviden vpliv teh vrednosti na odvedeni toplotni tok. Pri izbranih vrednostih in konstantni vrednosti s_s/l pomeni večja vrednost e/l večji notranji premer cevi in manjšo prosto površino med dvema cevema. Pri enaki vrednosti e/l pa pomeni večja vrednost s_s/l manjši premer cevi, več navojev in daljšo cevno kačo ter manjšo prosto površino med dvema cevema. V odvisnosti od zahtev procesa je torej treba izbrati ustrezne vrednosti in jih tudi ekonomsko oceniti.

Drugo možnost izmenjave toplote nam ponuja pravokotni profil, ki je privarjen na zunanj steni posode. Tu ni nobenih vmesnih praznih prostorov in je praktično učinkovita površina enaka celotni površini. Da bi lahko primerjali medsebojne vplive,



Sl. 1. Izvedba s polovično cevno kačo



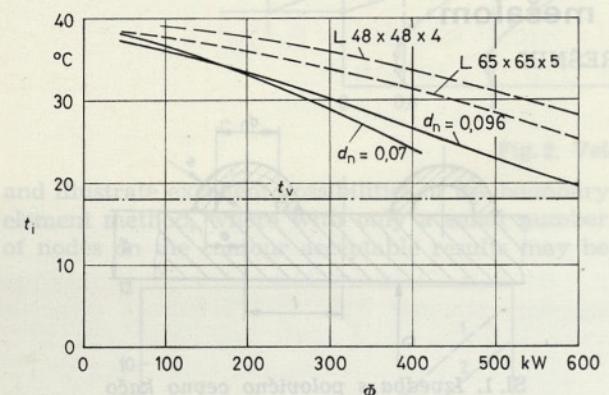
Sl. 2. Vpliv konstrukcije na odvedeni toplotni tok

smo izračunali vrednosti za več različnih izvedb v odvisnosti od reakcijskega toplotnega toka, ki naj ga takšna naprava odvede. Pri tem smo računali, da je celotni odvedeni tok sestavljen iz reakcijskega toka Φ_r in potrebne moči za pogon mešala P

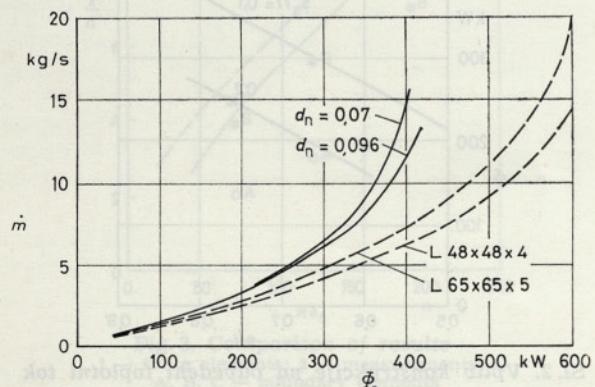
$$\Phi = \Phi_r + P$$

Izbrali smo dva različna notranja premera cevi ($d_n = 0,096 \text{ m}$ in $0,07 \text{ m}$), razdelek $l = 0,06 \text{ m}$ ter dolžino cevi 237 m . Poleg tega pa smo računali še vrednosti za pravokotna profila $L 65 \times 65 \times 5$ z dolžino 433 m in $L 48 \times 48 \times 4$ z dolžino 589 m . Svetli prerez prvega ustreza svetlemu prerezu polovične cevi z večjim premerom in svetli prerez drugega svetlemu prerezu polovične cevi z manjšim premerom. Drugi obratovalni podatki so enaki prej navedenim, spremenili smo samo reakcijski toplotni tok. Na sl. 3 je prikazan potek izstopnih temperatur hladilne vode t_i za prej navedene iz-

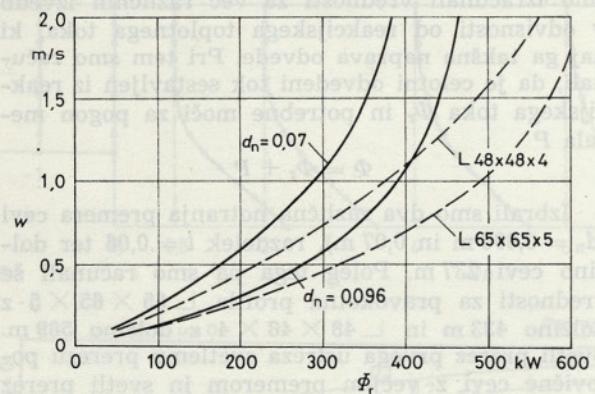
vedbe, na sl. 4 potek masnih tokov hladilne vode \dot{m} in na sl. 5 potek preočnih hitrosti hladilne vode w . Vidimo, da lahko pravokotni profil odvede precej večje toplotne tokove ob manjši porabi hladilne vode. Vidimo pa tudi, da je treba izbrati ustrezne prereze, da ne bi prekomerno povečevali preočnih hitrosti in s tem padce tlaka oziroma potrebno moč za pogon črpalk.



Sl. 3. Vpliv izvedbe na izstopno temperaturo hladilne vode

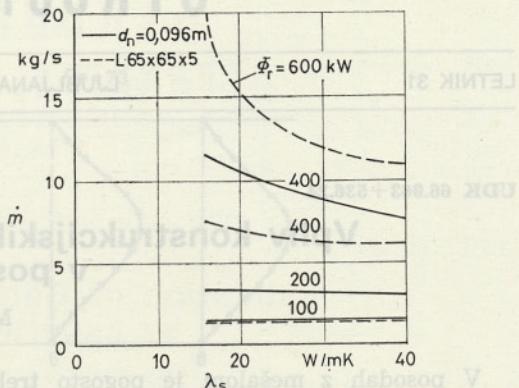


Sl. 4. Vpliv izvedbe na masni tok hladilne vode



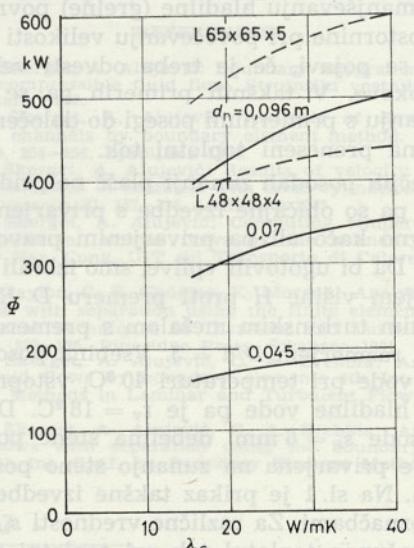
Sl. 5. Vpliv izvedbe na preočno hitrost hladilne vode

Sl. 6 prikazuje vpliv toplotne prevodnosti stene posode na masni tok hladilne vode. Ta vpliv je izrazitejši pri večjih reakcijskih tokovih.



Sl. 6. Vpliv toplotne prevodnosti na masni tok hladilne vode

Vpliv toplotne prevodnosti stene λ_s na odvedeni toplotni tok je prikazan na sl. 7. Vrednosti so računane za enako preočno hitrost hladilne vode $w = 1 \text{ m/s}$. Tudi tu je razviden izrazitejši vpliv toplotne prevodnosti pri večjih toplotnih obremenitvah.



Sl. 7. Vpliv toplotne prevodnosti na odvedeni toplotni tok

Ustrezen izbor konstrukcijskih parametrov pri projektiraju posode z mešalom, pri kateri je treba izmenjavati toploto med vsebinom posode in sredstvom (hladilnim ali grelnim) posredno prek stene posode, je odvisen od velikosti toplotnega toka, pa tudi od zahtev o lastnostih snovi, iz katere je narejena posoda. Izbrano različico je treba še preveriti glede na gospodarnost.

LITERATURA

- [1] VDI-Wärmeatlas. 2. Aufl. 1974.
- [2] H. — J. Henzler: Chem. — Ing. — Tech. 54 (1982) 5, 461/476.
- [3] M. Oprešnik, M. Opara: Procesni parametri fermentorjev. Por. T-012/84. FS, 1984.