

PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik 5 (1977/1978)

Številka 2

Strani 113-115

Janez Žitnik:

KAKO ODVAJATI VELIK TOPLOTNI TOK

Ključne besede: fizika.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/5/5-2-Zitnik.pdf>

© 1977 Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije

© 2009 DMFA - založništvo

Vse pravice pridržane. Razmnoževanje ali reproduciranje celote ali posameznih delov brez poprejšnjega dovoljenja založnika ni dovoljeno.



KAKO ODVAJATI VELIK TOPLOTNI TOK

Že v šoli smo se naučili, da teče toplota po telesih sama od sebe z mest z višjo temperaturo na mesta z nižjo temperaturo. Toplotni tok P , to je množina toplote, ki se prenese na enoto časa, je sorazmeren s temperaturno razliko in obratno sorazmeren z razdaljo med toplejšim in hladnejšim mestom. Odvisen je tudi od oblike telesa. Najpreprostejše so razmere, ko teče toplotni tok le v eni smeri, na primer po palici vzdolž osi. Presek palice naj bo S in dolžina palice L . Če je temperaturna razlika med koncema palice ΔT , teče po palici toplotni tok

$$P = \lambda S \Delta T / L$$

Koeficient toplotne prevodnosti λ je velik pri kovinah, kot so baker, srebro, zlato, aluminij in medenina. Les, stiropor, opeka in podobne snovi pa imajo majhno toplotno prevodnost. Snovi, ki toploto dobro prevajajo, se nam zde ob dotiku hladne, slabi prevodniki toplote pa topli. Zelo slabi prevodniki toplote so plini. Zato imamo tudi doma dvojna okna med katerimi je zrak. Tako se izognemo prevelikim toplotnim izgubam skozi okna in zmanjšamo stroške za kurjavo v zimskem času.

Včasih pa je treba odvajati velike toplotne tokove. Inženirji, ki projektirajo na primer elektronke za velike moči ali pa rentgenske cevi, se večkrat srečajo s tem problemom. Iz majhnega prostora je treba v teh pripravah odvajati velik toplotni tok. Poskusimo hladiti anodo rentgenske cevi, ki deluje npr. z močjo 1 kW tako, da nanjo pritrdimo kakih 30 cm dolgo bakreno palico in prosto krajišče hladimo z zrakom. Če je presek palice 5 cm^2 in temperatura zraka 20°C , lahko izračunamo, do kolikšne temperature bi se segrelo drugo krajišče palice, če bi tekel po njej toplotni tok 1 kW. Iz enačbe za toplotni tok sledi

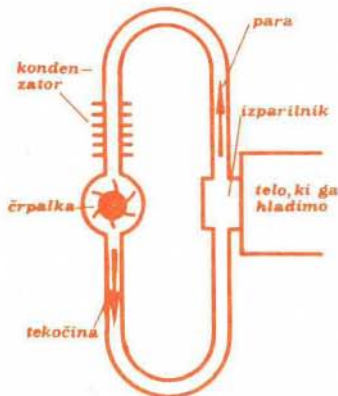
$$\Delta T = PL / \lambda S = (1000 \text{ W} \cdot 0,3 \text{ m}) / (380 \text{ W/m} \cdot \text{st} \cdot 5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2) = 1800 \text{ st.}$$

Vidimo, da bi se vroče krajišče palice že zdavnaj stalilo. Delati je treba drugače. Do mesta, od koder je treba odvajati toploto, napeljemo vodo. Voda se tam segreva in odteka naprej. Vzemimo, da priteče v cev vsako minuto liter vode. Da se liter vode segreje za eno stopinjo, porabi 4200 J toplote. V minuti moramo odvesti iz anode 60 000 J toplote. Hitro izračunamo, da se zato voda segreje za okoli 14 stopinj. V resnici tako hlade laboratorijske priprave. Žal pri tem porabijo veliko vode. Z manjšim tokom vode se izgube sicer zmanjšajo, vendar se voda bolj segreje.

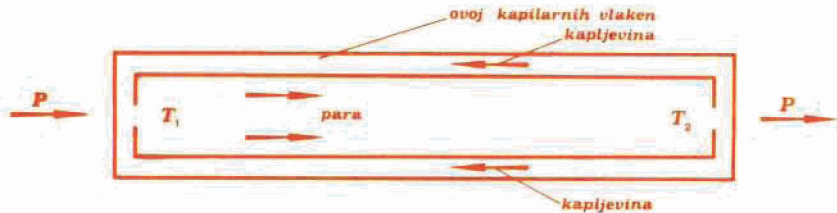
Največ toplote porabijo kapljevine za izparevanje. Če naj izpari kilogram vode pri 100°C in 1 at, potrebuje 2260 kJ. Pri drugih snoveh je podobno. Ko npr. izpari kilogram natrija pri 883°C, porabi kar 4220 kJ. Iz anode rentgenske cevi z močjo 1 kW, ki bi jo napolnili z vodo pri 100°C, bi izparelo 1,6 kg vode na uro. Vodno paro, ki pri tem nastane, lahko črpamo na hladnejše mesto, kjer para odda toploto in se kondenzira. Vodo spet uporabimo za hlajenje, le črpati jo moramo nazaj na mesto, ki ga hladimo.

Oglejmo si, kako bi zgradili tako pripravo. Glavni sestavni del je prazna zaprta cev, v kateri je nekaj hladilne tekočine. Eno krajišče pritrdimo na telo, ki ga hočemo hladiti, drugo krajišče pa hladimo z zrakom. Ko tekočina izpari, v izparevalnem delu cevi naraste tlak. Nastala para potuje zato proti hladnejšemu delu cevi, kjer je nižji tlak. Tam se para kondenzira in odda toploto. Kondenzirano tekočino črpamo nazaj na toplejše mesto in pojav se ponavlja.

Za hlajenje uporabljajo različne snovi. Za visoke temperature od približno 600⁰ do 1200°C je primeren natrij ali kalij, za temperature do 180°C je primerna tudi voda. Taki toplotni vodniki so lahko zelo učinkoviti. Skozi vsak kvadratni centimeter preseka vodnika je lahko toplotni tok tudi več deset kilovatov. Za črpanje hladilne tekočine nazaj na toplejše mesto nam



lahko služi kapilarnost, to je pojav, pri katerem tekočina v drobnih cevkah leze naprej. Zaradi kapilarnosti se pivnik hitro napoji z vodo. Če po nerodnosti pustimo viseti brisačo preko roba kadi tako, da je en konec pomočen v vodo, bo brisača kaj hitro vsa mokra. Če tedaj obložimo notranjo steno cevi s snovjo stekano iz kapilarnih vlaken, dosežemo, da se tekočina sama črpa nazaj na mesto, ki ga hladimo, če le tekočina v cevi moči kapilarno snov.



Tako zgrajeni toplotni vodniki so majhni in zelo učinkoviti. Zato jih uporabljajo povsod tam, kjer za velike in težke hladilne naprave ni prostora, npr. v satelitih.

Janez Žitnik
