

CHLAZENÍ V POČÍTAČI

Prochází-li elektrický proud obvodem, dochází k zahřívání jeho částí. Vzniká podle Joule-Lenzova zákona **elektrické teplo**.

$$Q = R \cdot I^2 \cdot t \quad [J]$$

Množství vzniklého tepla mimo jiné přímo úměrně závisí na velikosti elektrického proudu, el. odporu v daném místě obvodu a na době, po kterou tento proud prochází.

V současném počítači se nachází velké množství polovodičových součástek v podobě integrovaných obvodů s velmi vysokou hustotou integrace (miliony, resp. miliardy prvků na jednom čipu). Zároveň těmito obvody prochází proud o frekvenci řádově stovek MHz až jednotek GHz.

Vznik velkého množství tepla u polovodičových součástek je dán především těmito skutečnostmi:

- malé rozměry součástek při vysokém stupni integrace prvků na čipu,
- vysoký kmitočet a celková velikost procházejícího proudu těmito čipy,
- polovodiče mají poměrně velkou rezistivitu,
- práce v uzavřeném a malém prostoru,

Při vysokých teplotách (nad 100 °C až 120 °C) ztrácejí polovodiče své původní vlastnosti. Přehřátím (i krátkodobým a navíc klidně jen lokálním - např. někde uprostřed integrovaného obvodu) dochází nejdříve k selhání funkčnosti elektronických obvodů (většinou ke spontánnímu otevření některých tranzistorů), při větší tepelné energii může dojít i k průrazu a nevratnému zničení polovodiče.

Proto je nutné toto nadměrné ztrátové teplo v dostatečném množství odvést z povrchu polovodičového čipu, tedy zajistit vhodné chlazení příslušných počítačových komponent. V současné době se jedná především o chlazení těchto částí počítačové sestavy:

- počítačový napájecí zdroj
- procesor
- obvody čipové sady
- grafická karta (grafický procesor + paměť)
- moduly operační paměti
- pevný disk

Ztrátové teplo je odváděno z povrchu těchto komponent do prostoru uvnitř počítačové skříně. Proto je nutné toto teplo dále odvést do okolí z počítačové skříně (otvory v bočních stěnách počítačové skříně, aktivní chladič v podobě ventilátoru, který je zabudován v boční stěně skříně).

Typy chlazení

1. Pasivní chlazení



Pasivní chladič je kovová nepohyblivá součástka, která má na sobě navařená žebra pro zajištění co největší plochy z důvodu lepšího předávání tepla okolnímu vzduchu.

Pasivní chladiče jsou zpravidla vyrobeny buďto z mědi (dražší) nebo z hliníku (levnější), případně kombinace obou. Často se kombinuje měď jako základna a hliník na žebra, pro dosažení dobrého poměru cena/chladič efekt. Oba materiály vykazují velmi dobrou tepelnou vodivost.



Pro zvýšení účinnosti přenosu tepla z povrchu polovodičové součástky (např. procesoru či obvodu čipové sady) na chladič je ve styčných bodech nanesena *teplovodivá pasta*. Důvodem použití teplovodivé pasty je vyplnění malé povrchové nerovnosti styčných ploch mezi součástkou, ze které chceme teplo odvádět a chladičem. Pokud se aplikuje ve vhodném množství, tak zaplní maličké nerovnosti mezi oběma povrchy, čímž se zvětší kontaktní plocha mezi nimi.

Druhy teplovodivých past:

- Pasty založené na **silikonové bázi** s příměsí stříbra (přibližně 10%). Je elektricky vodivá, při styku s kontakty chlazené součástky hrozí riziko elektrického zkratu.
- Pasty založené na **keramické bázi** - jedná se o směs keramických částic s dalšími tepelně vodivými látkami. Je elektricky nevodivá, nehrozí riziko elektrického zkratu mezi kontakty chlazené součástky
- Pasty založené na čistě **kovové bázi** – obsahují 99-100% stříbra, popřípadě se skládají ze slitin kovů (100%), které jsou při pokojové teplotě kapalné. Jsou netoxické, neobsahují žádné nekovové přísady a mají vynikající tepelnou vodivost. Jsou elektricky vodivé – hrozí riziko elektrického zkratu mezi kontakty součástky.

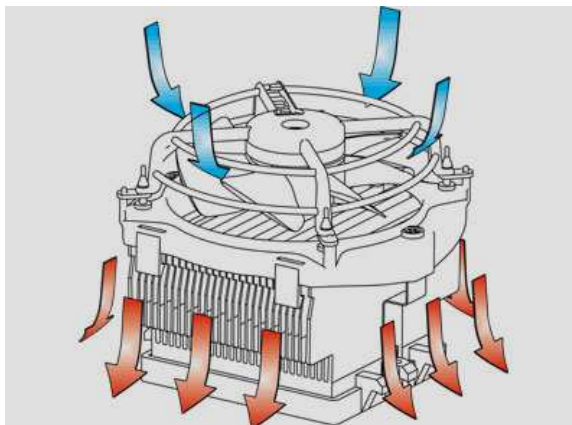
Další příklady použití pasivních chladičů:



Výhody: nulová hluchnost, nízká cena, nevyžadují dodatečné napájení

Nevýhody: nejméně účinná metoda chlazení

2. Aktivní chlazení



Aktivní chlazení je prováděno proudícím vzduchem. Rotující ventilátor vhání pomocí vhodně tvarovaných lopatek vzduch na pasivní část chladiče, která je v přímém kontaktu s chlazenou komponentou a odvádí od ní teplo. Naháněný vzduch proudí do pasivu a odvádí teplo pryč do okolního vzduchu proudícího v prostoru kolem žebér. Aktivní chlazení je nejčastěji používáno jako doplněk pasivního chlazení procesoru, obvodů čipové sady, grafické karty nebo pevných disků. Dále se používá pro chlazení obvodů počítačového napájecího zdroje, nebo vnitřního prostoru počítačové skříně.



Pomocí aktivních chladičů se vytváří tzv. „tunely“. V principu jde o dosažení lepšího proudění vzduchu skříně (na přední či boční části je jeden aktivní chladič, který nasaje vzduch do skříně, ten se zde ohřeje a zdrojem nebo dalším aktivním chladičem pod zdrojem je vysáván mimo skříň).

Díky zvýšenému průtoku vzduchu prostřednictvím rotujícího ventilátoru je potřeba podstatně menší plochy (velikosti) kovového pasivního chladiče, což snižuje náklady na výrobu chladiče, i když je jeho součástí ventilátor.

Základní parametry aktivní části chlazení:

- Otáčky ventilátoru [RPM¹]
- Napájecí napětí [V]
- Proudový odběr [mA]
- Hlučnost ventilátoru [dB]
- Průtok vzduchu [CFM²], [CMM³]
- Rozměry, hmotnost, materiál (nejčastěji plast)
- Způsob uchycení ventilátoru

3. Heatpipe

Heatpipe (tepelná trubice) slouží k přenosu tepla z jednoho místa na druhé za pomoci par pracovní látky (chladičím média).



Konstrukce heatpipe

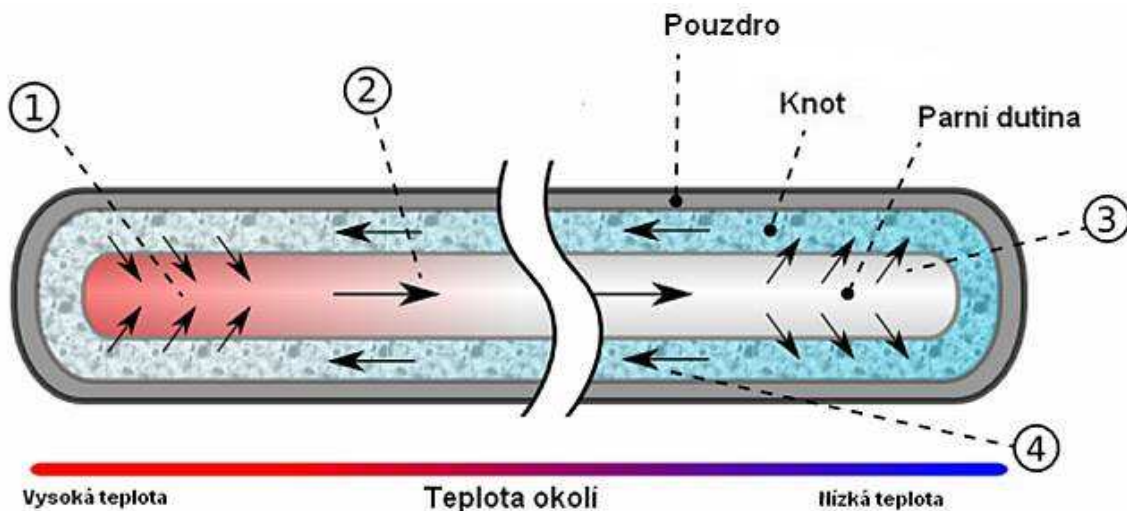
Jedná se o měděnou, nebo ocelovou trubici, která je na obou koncích zavařena, nebo zapájena. Uvnitř se nachází malé množství kapalně pracovní látky (např. čpavek, freon, voda a jiné.), přičemž zbytek prostoru je vyplněn jejími parami. Pro přenos na malé vzdálenosti (do desítek cm) se používají trubice s vnitřní stěnou upravenou tak, aby po ní kapalina vzlínala (jemné podélné drážky, poleptání, nebo výstelka z drátěné síťky, atd.). V důsledku toho může být zdroj tepla o několik cm výše, než chladič.

¹ RPM – z angl. Rotates Per Minute, tedy počet otáček za minutu

² CFM – stopy krychlové za minutu [ft³/min] (1 stopa = 12 palců = 12 * 2,54 cm = 30,48 cm)

³ CMM – metry krychlové za minutu [m³/min]

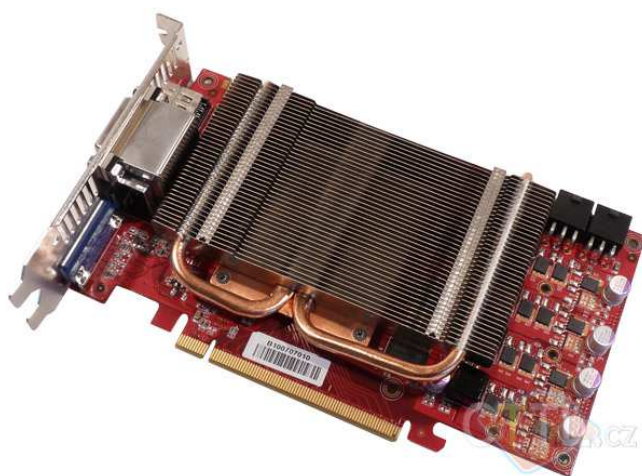
Princip heatpipe



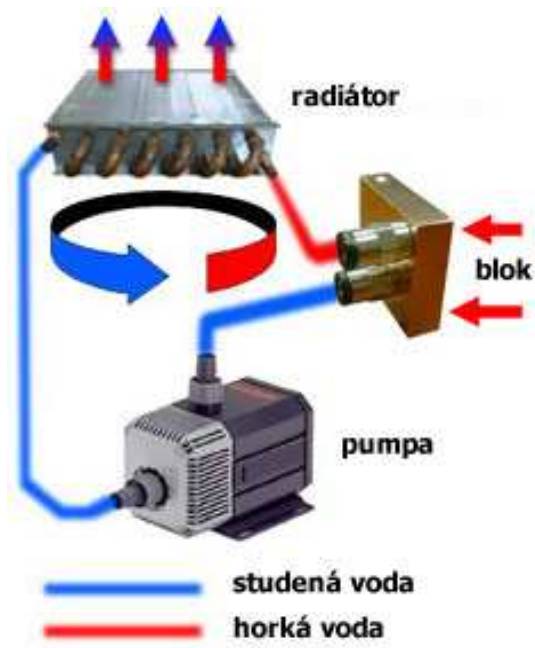
1. Tento konec (výparník) je ve styku se zdrojem tepla. Po dosažení určité teploty se začne pracovní látka odpařovat.
2. Proud par se dává do pohybu parní dutinou na základě rozdílných tlaků v místě výparníku, kde panuje vyšší tlak (1) a v místě kondenzátoru, kde panuje nižší tlak (3).
3. V prostředí s nižší teplotou (kondenzátor) pára kondenzuje a vznikající kapalina je absorbována knotem za uvolnění tepelné energie.
4. Pracovní kapalina je vlivem kapilární vztlakovosti nasávána zpět ke konci s vyšší teplotou.

Vlastnosti a použití heatpipe

- Vysoká tepelná vodivost vzhledem k malým rozměrům
- Vhodné pro současné CPU, GPU a obvody čipové sady s velkým tepelným vyzařováním
- Žádné pohyblivé části (nulová hlučnost, téměř neomezená životnost)
- Nízká cena



4. Vodní chlazení



Vodní chlazení tvoří uzavřený okruh, ve kterém chladící médium, v tomto případě voda, obíhá. Na jedné straně se přenáší teplo z chlazené komponenty do kapaliny a na druhé straně tuto kapalinu ochlazujeme. Použití vody jako chladícího média oproti vzduchu přináší tu výhodu, že voda má lepší tepelnou kapacitu (tj. dokáže přijmout a odvést více tepla za jednotku času) než vzduch.

Vodní chlazení se sestává z těchto částí:

- vodní blok
- vodní čerpadlo
- výměník (radiátor)
- expanzní nádoba
- propojovací hadičky

a) Vodní blok

Vodní blok je v přímém styku s chlazenou komponentou (CPU, GPU). Obíhá jím voda, která účinně odvádí teplo z pasivního kovového chladícího bloku.

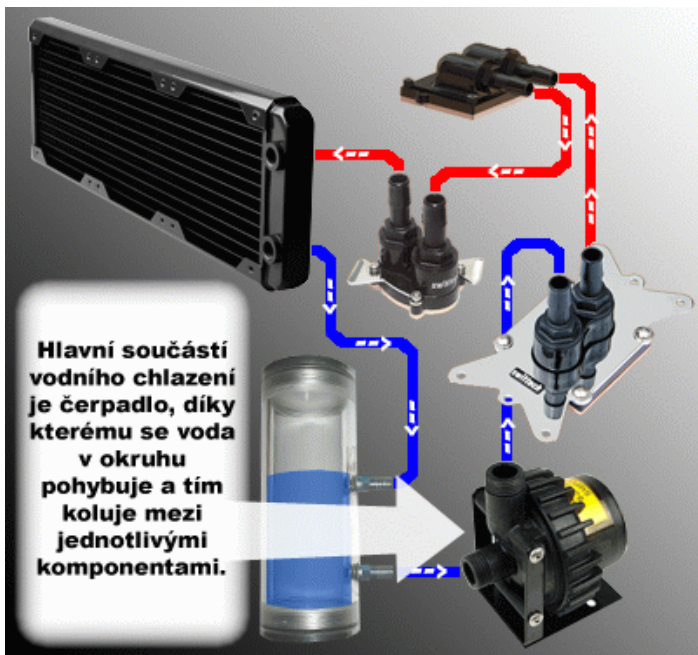


Základními parametry, které určují kvalitu vodního bloku, jsou průtok vody a velikost aktivní plochy, která je v přímém styku s vodou. Dále jsou na něj kladeny vysoké nároky z hlediska elektroizolace a možného úniku chladící kapaliny.



b) Vodní čerpadlo

Vodní čerpadlo je aktivní součást vodního chlazení, která zajišťuje oběh vody v chladícím okruhu.



Základními parametry vodního čerpadla jsou především:

- průtok chladicího média [litry / hodinu]. Typická hodnota je 300 litrů za hodinu.
- výtlaček čerpadla, neboli do jaké výšky je schopno čerpadlo vytlačit sloup vody.
- napájecí napětí [V]
- příkon čerpadla [W]
- hlučnost čerpadla [dB]

c) Výměník (resp. radiátor)



Výměník neboli radiátor je složen z kovových trubek, kterými protéká ohřátá voda a žeber, které jsou na trubky navařeny. Jeho úkolem je předat teplo z chladicí kapaliny do okolí. Materiál použitý při výrobě radiátoru je měď, hliník, popřípadě jejich kombinace.

Pro efektivnější činnost radiátoru je navíc vybaven ventilátory, které jeho žebra ochlazují proudem vzduchu. Avšak na rozdíl od chlazení normálních vzduchových chladičů se zde využívají hlavně větší (12 cm) pomaloběžné ventilátory, které produkují minimální hluk.



d) Expanzní nádoba



Jedná se o vysokou, průhlednou nádobu, která slouží ke kontrole množství vody v chladícím okruhu, její doplňování, odvzdušnění a případnou výměnu.



Není nutnou součástí vodního chladicího okruhu, pokud není použita, postačí pro doplnění kapaliny v okruhu „T“ kus (tzv. fill port).

e) Propojovací hadičky

Hadičky propojují všechny prvky chladicího okruhu. Mezi nejpoužívanější typy hadiček řadíme:



- PVC
průhledné, špatně ohebné, časem tvrdnou, mají tendenci se deformovat.
- Silikonové
snadná ohebnost, časová a tepelná stálost tvaru. Dochází u nich k odparu chladicí kapaliny.
- Tygon
Nejkvalitnější typ, výborně se tvarují, lámou se až v extrémních případech, nedochází u nich k odparu chladicí kapaliny, jsou časově i tepelně stálé. Nevýhodou je vyšší pořizovací cena.

f) Propojovací prvky (fitinky)

Poslední součástí uzavřeného vodního chladicího okruhu představují propojovací prvky (tzv. fitinky) mezi hadičkami a jednotlivými komponenty (čerpadlo, vodní blok, výměník, expanzní nádoba).



Vlastnosti vodního chlazení

Nevýhodou vodního chlazení jsou především:

- velké rozměry
- vysoká pořizovací cena
- riziko porušení těsnosti chladicího okruhu s následkem úniku kapaliny na počítačové komponenty
- hlučnost při použití ventilátorů na výměníku (radiátoru)
- Nutnost údržby chladicího okruhu

Z těchto důvodů se vodní chlazení počítačových komponent v současné době příliš nepoužívá. Konstrukce vzduchových chladičů využívajících technologie heatpipe poskytují účinné, tiché chlazení při menších rozměrech a pořizovacích nákladech.

5. Extrémní chlazení



Používá se tekutý dusík podchlazený hluboko pod bod mrazu (až $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$) pro extrémní chlazení CPU, GPU, popřípadě čipové sady. Účelem tohoto chlazení je vytvoření rekordu při přetaktování procesoru. Nepoužívá se pro běžný chod počítače.

Nevýhody extrémního podchlazování:

- vysoká pořizovací cena
- riziko vážného popálení tekutinou, jejíž teplota se pohybuje hluboko pod bodem mrazu
- nutnost neustálého doplňování chladicí kapaliny
- snížení životnosti chlazené součástky vlivem působení extrémně nízké teploty