

## 2 Elektrické teplo

### Čo rozumieme pod elektrickým teplom?

**Teplo** je druh energie. Má rovnakú jednotku ako mechanická práca a el. energia – 1J (joule)

$$\underline{1 \text{ J} = 1 \text{ Ws}}$$

**Elektrické teplo** je jedna z foriem energie, ktorá vzniká premenou inej energie – elektrickej.

Výhoda elektrického tepla v priemysle a v domácnosti:

- možnosť koncentrovať teplo v žiadanom mieste
- regulácia tepla
- čistota, pohodlie a bezpečnosť prevádzky

### Koľkorakým spôsobom vzniká teplo z elektrickej energie?

Teplo vzniká:

- prechodom elektrického prúdu ohmickým odporom (vykurovacie rezistory, odporové pece, elektrické vykurovanie, odporové zváranie)
- od elektrického oblúka (oblúkové pece, oblúkové zváranie)
- od indukovaného prúdu (indukčný ohrev)
- vysokofrekvenčným ohrevom (dielektrický ohrev)
- od infračerveného žiarenia (infraohrev)

### 2.1 Odporový ohrev

#### Čo je odporové vyhrievanie a aká je jeho veľkosť?

Elektrický prúd púšťame priamo zohrievanou látkou (napr. pri ohrievaní kvapalín...) alebo látku ohrievame výhrevným odporom (variče, piecky a pod.).

Jednotkou množstva tepla  $Q$  podľa SI je 1 joule = 1 J → je to množstvo tepla, ktoré sa vyvinie za 1 s vo vodiči, ak ním prejde prúd 1 A pri napätí 1 V.

$$\underline{1\text{J} = 1\text{Ws}}$$

Pre jednoduché výpočty si treba pamätať:

Na zohriatie 1 l vody o 1 °C treba 4 186,8 J = 4,19 kJ

Teplo vyjadruje Joulov-Lencov zákon:

$$\underline{Q = U \cdot I \cdot t = R \cdot I^2 \cdot t \text{ [J]}}$$

Tento princíp sa používa pri varičoch, akumulčných kachliach, sušičoch vlasov, zásobníkoch teplej vody, pri odporových peciach a pri odporovom zváraní. Materiál vyhrievacích špirál (vykurovacích rezistorov) – zliatina medi a niklu, niklu a chrómu, železa a hliníka. Tieto zliatiny sa nazývajú cekas, nichróm, konstantán.

### **Aké elektrické teplo využívajú najpoužívanejšie elektrické spotrebiče v domácnosti?**

Najpoužívanejšie elektrické tepelné spotrebiče pre domácnosť využívajú odporové teplo, t. j. Joulovo teplo, ktoré vzniká prechodom striedavého alebo jednosmerného prúdu odporovým drôtom.

Najrozšírenejšie elektrické tepelné spotrebiče v domácnosti sú: žehlička, varič, piecka, elektrický sporák, zásobník vody a iné.

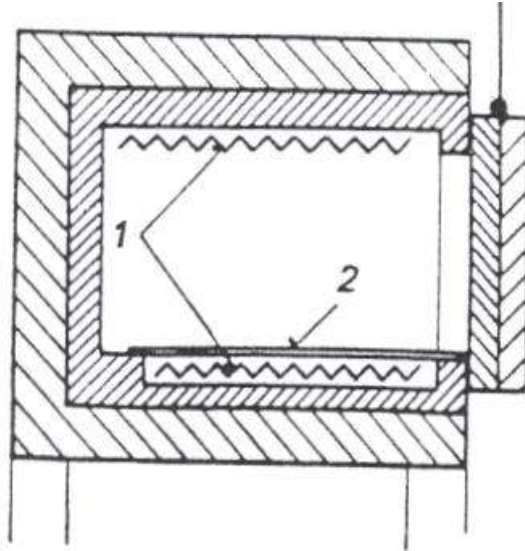
### **Aké tepelné spotrebiče používame v priemysle?**

Medzi tepelné spotrebiče používané v priemysle patria rôzne veľké variče, sporáky, paráky, ale najdôležitejšie sú elektrické pece. Sú to pece odporové, oblúkové a indukčné.

### **Odporové pece**

Sú najrozšírenejšie. Ich výhodou je veľmi jednoduchá samočinná regulácia teploty, možnosť programového riadenia. Teplo v odporovej peci dostaneme, ako napr. pri elektrickom variči, prechodom el. prúdu odporovými telieskami (Joulovo teplo). Vyhrevné telieska sú ako špirály alebo pásiky z odporového materiálu (chróm, nikel, cekas, kantál). Sú uložené na dne alebo po stranách pece.

Obr. Odporová pec



### **Kde používame odporové pece?**

#### **1. Pece na nízke teploty (do 250 °C)**

Používajú sa na sušenie vinutia el. strojov po impregnácii a celých el. strojov, na sušenie náterov.

#### **2. Pece na stredné teploty (do 1 050 °C)**

Sú určené na tepelné spracovanie kovov napr. žíhanie, kalenie, rozpúšťanie ocelí, aj na tepelné spracovanie keramiky.

#### **3. Pece na vysoké teploty (do 1 350 °C)**

Používajú sa na kalenie špeciálnych ocelí a v sklárskom priemysle – vypaľovanie keramiky.

Princíp odporového ohrevu sa využíva aj pri odporovom zvaraní.

### **Elektrické vykurovanie:**

Úlohou el. vykurovania je zabezpečiť príjemné teplo v obytných priestoroch. Ide vlastne o tepelnú pohodu.

Druhy el. vykurovania:

Najčastejším spôsobom el. vykurovania miestností je vykurovanie Joulovým teplom. Môže byť:

- priame
- nepriame

Priame vykurovanie – používame priamo vykurovacie spotrebiče:

- odporové holé vodiče (v el. vykurovacích ohrievačoch)
- radiátory plnené vodou alebo olejom a vyhrievané vykurovacím článkom
- vykurovacie plášťové vodiče: na steny do omietky
- vykurovacie ventilátory - vykurovací rezistor s ventilátorom

Nepriame vykurovanie – vykurovacími článkami sa zohrieva keramické jadro a teplo sa v ňom akumuluje, aby sa neskôr odovzdalo do miestnosti.

### Vykurovacie sústavy s využitím slnečnej energie

Využiť slnečnú energiu na účely vykurovania znamená využiť elektromagnetické žiarenie, ktoré dopadá zo Slnka na Zem.

Existuje niekoľko spôsobov, ako využiť energiu dopadajúceho slnečného žiarenia:

- premena na elektrickú energiu v slnečných elektrárňach
- vykurovanie budov a ohrev vody
- premena na elektrickú energiu v termoelektrických článkoch a fotoelektrických článkoch.

Slnečnú energiu zachytávame pomocou slnečného kolektora. Je to zariadenie, ktoré absorbuje slnečné žiarenie, premení ho na teplo a to potom odovzdá prúdiacemu teplotonosnému médiu (voda, vzduch). Teplotonosné médium prenáša teplo k vykurovacím telesám.

## 2.2 Oblúkový ohrev

Teplo vzniká v el. oblúku. Elektrický oblúk – vlastne výboj vo veľmi ionizovanom plyne (ak je plyn veľmi zahriaty a ak je v silnom el. poli – plyn sa stáva dobre vodivý - medzi elektródami potom prechádza silný prúd iónov a elektrónov = el. oblúk).

Horí najlepšie medzi uhlíkovými elektródami. Pritom vzniká teplota až 5 000 °C. Vysoká teplota oblúka sa uplatňuje v priemysle pri oblúkovom zváraní a v oblúkových peciach.

Pri priamom vyhrievaní oblúkom prechádza oblúk z elektród do zahrievaného kovu (napr. pri oblúkovom zváraní).

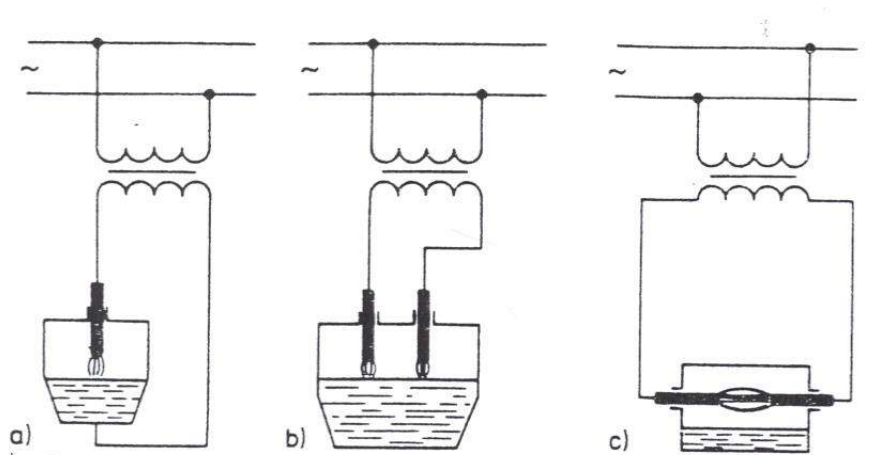
Pri nepriamom vyhrievaní oblúkom je elektrický oblúk mimo zohrievaného predmetu a teplo prechádza do predmetu najmä sálaním.

Využitie oblúkového ohrevu – oblúkové pece.

*Obr. Oblúkové pece*

*a, b – s priamym vykurovaním*

*c – s nepriamym vykurovaním*



Oblúková pec môže svojím oblúkom priamo alebo nepriamo roztavovať materiál.

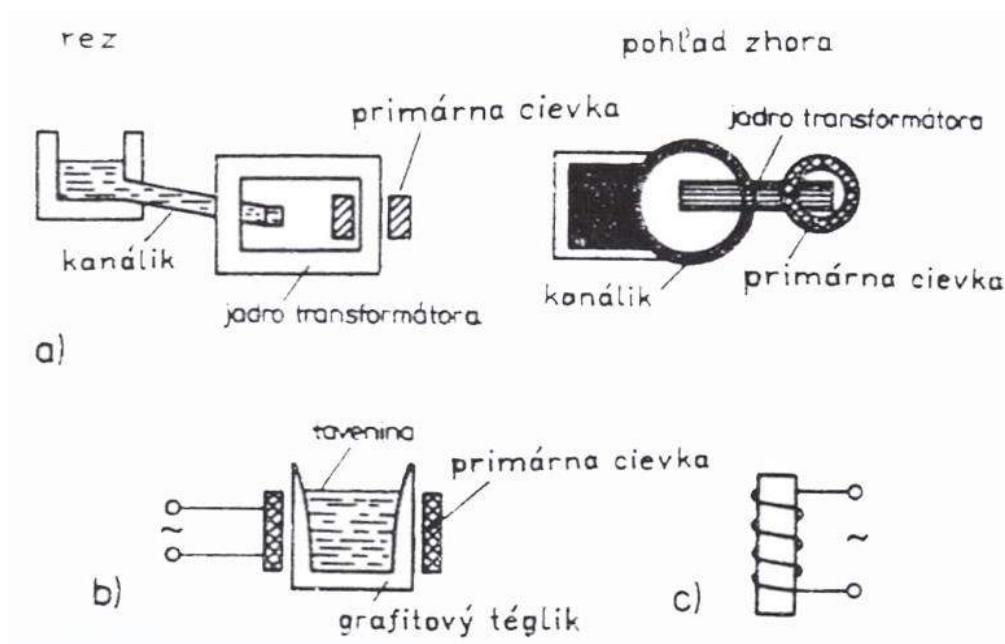
Poznáme:

- a) priamo pôbiace pece – oblúk vstupuje priamo do vsádzky (vsádzka = materiál, ktorý sa taví v peci), napr. kov. Pri tomto spôsobe sa pomerne veľa kovu prepaľuje (stráca), takže spôsob priameho pôsobenia oblúka možno použiť iba pri lacnom kove, napr. pri tavení ocele.
- b) pece s nepriamym pôsobením – teplo sa v nich prenáša do vsádzky nepriamo – sálaním. Pri neželezných a drahých kovoch používame oblúkové pece s nepriamym pôsobením na tavený materiál.
- c) pece so zakrytým oblúkom – oblúk horí pod vrstvou vsádzky.  
Použitie: na prípravu karbidov, grafitu.

### 2.3 Indukčný ohrev

Teplo vzniká pôsobením indukovaných vírivých prúdov. Teplo od prúdu indukovaného striedavým magnetickým poľom využíva indukčná pec.

*Obr. Indukčné pece*



Rozdeľujeme ich podľa frekvencie:

1. nízkofrekvenčná (50 Hz) – na tavenie liatiny a ocele (žliabková)

Indukčná pec je v podstate transformátor. Na sekundári je jeden masívny sekundárny závit (žliabok) naplnený kovom. V roztápanom kove sa indukuje veľký prúd pri nepatrnom sekundárnom napätí.

2. strednofrekvenčná (500 – 3 000 Hz) – na tavenie horčíka

1. vysokofrekvenčná (až 500 kHz) – používa sa na povrchové kalenie (ocel) - tégliková pec

Tavený materiál tvorí jadro transformátora. Vysokofrekvenčná (tégliková) indukčná pec je v podstate indukčná cievka. Jej závit sú z medenej rúrky, ktorou prechádza chladiaca voda. V cievke je uložený téglik napr. z kremeňa, do ktorého sa dáva tavený materiál (tégliková oceľ) a materiál tvorí jadro cievky, v ktorom sa indukujú vírivé prúdy na roztavenie materiálu.

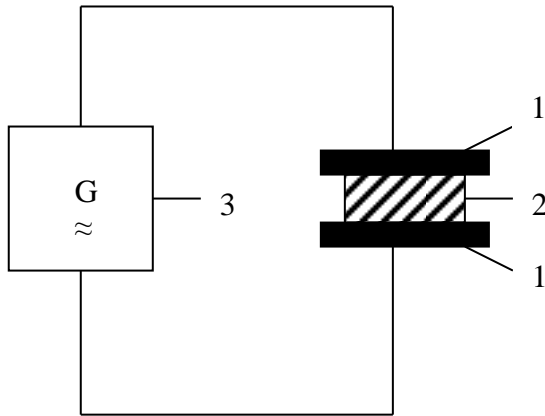
Pri vyšších kmitočtoch sa ohrieva najmä povrch kaleného predmetu, zatiaľ čo vnútorná časť materiálu si ponecháva svoju húževnatosť.

## 2.4 Dielektrický ohrev

### Vznik tepla v izolante od vysokofrekvenčného prúdu

Elektrické teplo vzniká aj v izolante (v nekovy), ktorý je vo vysokofrekvenčnom poli. Je to tzv. vysokofrekvenčný ohrev. Zohrievaný predmet tvorí dielektrikum medzi dvoma doskovými elektródami a princíp ohrievacieho zariadenia je podobný kondenzátoru. Teplo v zohrievanom izolante vzniká stratami rýchlym prepolarizovaním časti dielektrika, tzv. dielektrické teplo. Teplo v predmete (izolant – dielektrikum) zvyšujeme vzrastom kmitočtu alebo napätia. Polarizácia dielektrika, t. j. zohrievanie látky medzi elektródami, je rovnomerná v celom objeme od kraja, pri elektróde až do jej hĺbky, a preto je tento spôsob výroby el. tepla veľmi hospodárny.

Obr. Dielektrický ohrev



1. doskové elektródy (dosky kondenzátora)
2. dielektrikum (izolant) – zahrievaný predmet
3. vysokofrekvenčný generátor

Dielektrický ohrev používame:

1. pri spracúvaní plastov, gummy (predzohrievanie plastov)
2. na sušenie dreva, potravín, porcelánu
3. tepelné spracovanie potravín (pečenie potravín, ohrievanie pokrmov – mikrovlnky)

## 2.5 Ohrev infračervenými lúčmi

### Aké je teplo od infražiariča?

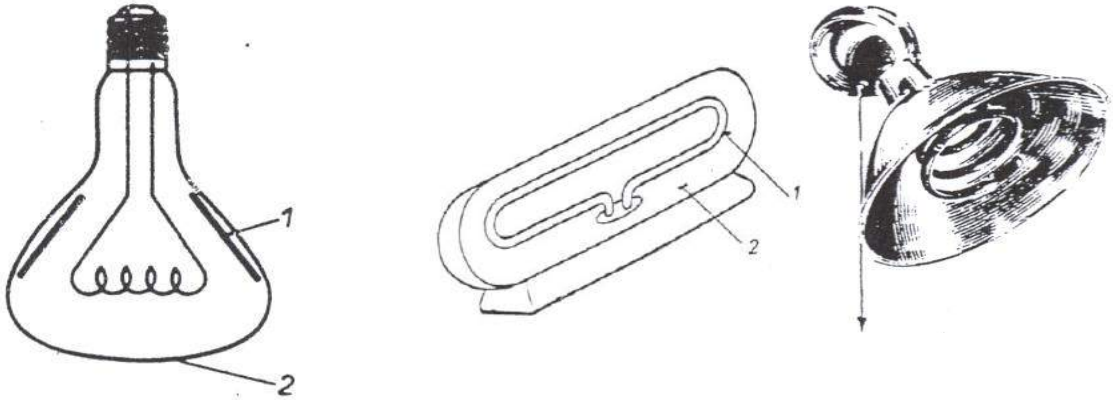
Infražiarič je elektrický zdroj infračervených lúčov, ktoré predstavujú sálavé teplo. Toto teplo sa šíri od infražiariča sálaním na ohrievaný predmet, t. j. medzi zdrojom tepla a ohrievaným predmetom netreba nijaké prostredie alebo nijaký dotyk. Teplo od infračervených lúčov preniká hlbšie do ohrievaného predmetu ako teplo od vyhrievaného telesa alebo od svetelného zdroja bieleho svetla.



## Obr. Infražiariče

1 – kovová vrstva s veľkou odrazivosťou

2 – matovaný vrchlík



### Aké sú výhody infražiarenia? Čo je infražiarič?

Veľmi výhodná vlastnosť infražiarenia s vlnami nad  $0,75 \mu\text{m}$  je, že preniká do hĺbky ožarovaného predmetu a rýchlo ho zohrieva, pričom infražiariče sú účinnejšie, než normálne tepelné, resp. svetelno-tepelné zdroje.

Infračervené žiarenie je elektromagnetické žiarenie s vlnovou dĺžkou  $0,7 - 10 \mu\text{m}$ . Zdrojom infračerveného žiarenia sú infražiariče.

Pri infraohreve a dielektrickom ohreve sa nešíri teplo vedením od povrchu predmetu pomaly a slabo do malej hĺbky ako pri normálnom ohrievaní.

### Kde používame infražiarovky?

Infražiarič v podobe žiarovky – je to sušiaci žiarovka. Životnosť asi 5 000 hodín.

Infražiarovka sa používa jednotlivito alebo v skupinách na :

- sušenie filmov
- sušenie farebných a lakovaných náterov (od skrutiek až po karosérie áut)
- sušenie dreva, kože, tkanín, plastických látok, semien, potravín
- vyhrievanie miestností

Infražiarič predstavuje veľmi výhodný a hospodárny výhrevný (sušiaci) tepelný spotrebič.

(Infračervené žiarenie preniká do hĺbkky látky a rýchlo ju prehrieva).

*Obr. Infražiarovka*



### 3 Elektrické chladenie

Princípom elektrického chladenia je prečerpávanie tepla. Teplo odoberáme vychladzovanej látke alebo priestoru a prenášame ho do inej látky, ktorá sa otepluje. Teplo, ktoré odvedieme za 1 sekundu, označujeme ako chladiaci výkon (W).

Základnou súčasťou chladiacich zariadení, chladiarní, mraziarní a chladničiek je chladiaca sústava.

Je to taká sústava, ktorá je schopná absorbovať (pohlcovať) teplo zo studeného zdroja a odovzdať ho teplému zdroju.

Najpoužívanejšie chladiace sústavy:

- kompresorová (skvapalnenie stlačením – kompresiou)
- absorpčná (pohltením – absorpciou)
- polovodičová

#### **Chladničky**

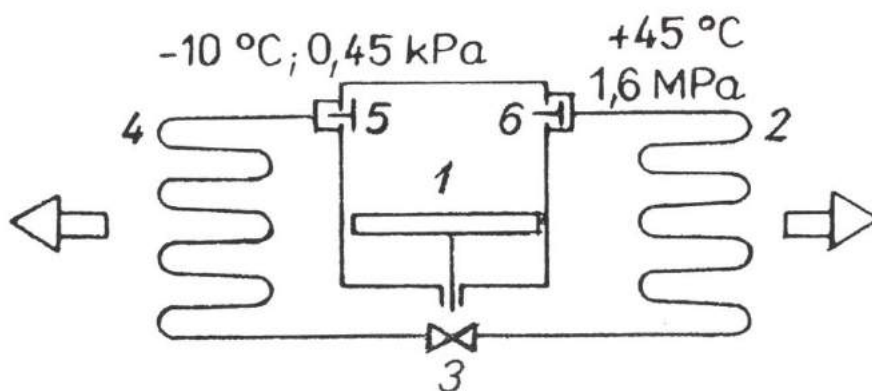
Chladničky sú tepelne izolované skrine vychladzované chladiacim zariadením.

### 3.1 Kompresorová chladnička

V chladiacom okruhu kompresorovej chladničky sa uskutočňuje nasledujúci chladiaci obeh: látka vykonávajúca chladiaci obeh v chladiacom okruhu sa najskôr v plynnom stave stláča v kompresore, potom sa skvapalňuje v kondenzátore a nakoniec sa za redukčným ventilom odparuje vo výparníku.

Chladiaca sústava sa teda skladá:

- z kompresora, kondenzátora, redukčného ventilu a výparníka.



Princípna schéma kompresorovej chladničky:

*Obr. Kompresorová chladnička*

- 1 – kompresor*
- 2 – kondenzátor*
- 3 – redukčný ventil*
- 4 – výparník*
- 5 – ventil počas nasávania*
- 6 – ventil počas výtlaku*
- ← ochladzuje*
- teplo sa odvádza*

Kompresor nasáva z výparníka pary chladiaceho média a stláča ich. Stláčaním sa teplota chladiaceho média zvyšuje. Potom kompresor vytláča chladiace médium do kondenzátora. Kondenzátor tvorí sústava rúrok s chladiacimi rebami. V kondenzátore sa chladiace médium ochladzuje, pary chladiaceho média sa skvapalňujú a uvoľnené teplo sa odovzdáva prostredníctvom rebier kondenzátora do okolia.

Skvapalnené chladivo sa vracia cez redukčný ventil do výparníka, kde sa vyparuje (prechádza z kvapalného do plynného stavu) a celý proces sa znova opakuje.

Ako chladiace médium sa používa:

Skvapalnený čpavok  $\text{NH}_3$

Poznámka: Výparník je uložený v chladiacom priestore chladničky. Vo výparníku sa vyparuje tekutina (napr. skvapalnený čpavok) a tým odoberá teplo v chladničke a čpavok teda chladí.

Redukčný ventil – redukuje vysoký tlak kvapaliny z kondenzátora na nízky tlak vo výparníku.

Piestový kompresor – chladničky poháňa jednofázový indukčný motor.

### 3.2 Tepelné čerpadlo

Pri umelom chladení sa prečerpáva teplo z priestoru chladničky do vonkajšieho priestoru.

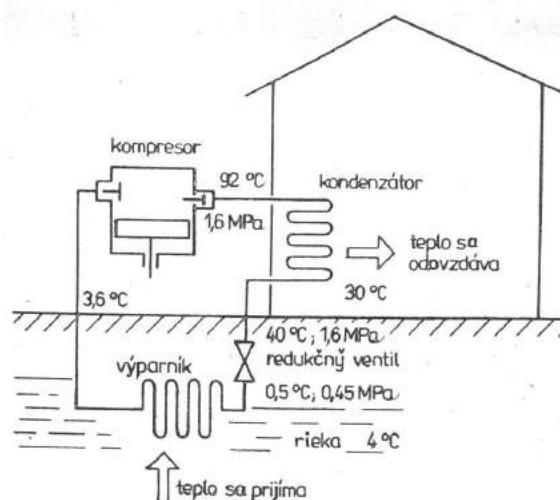
Toto prečerpávanie tepla môžeme použiť na opačný účel – kúrenie (vykurovanie budov).

Princíp tepelného čerpadla spočíva v prečerpávaní tepla.

Zdrojom tepla je médium s nízkou teplotou (napr. okolitý vzduch, voda v rieke alebo

v studni). Základnou podmienkou je, aby zdroj tepla s nízkou teplotou bol dostatočne veľký.

*Obr. Tepelné čerpadlo*



Zdrojom tepla je v tomto prípade voda z rieky. V okruhu tepelného čerpadla obieha teplonosná látka (teplonosné médium – napr. skvapalnený čpavok).

Teplonosná látka sa najskôr v plynnom stave stláča v kompresore na 1,6 MPa, čím sa zohrieva na 92 °C. Potom kompresor vytlačí látku do kondenzátora. Pary teplonosnej látky (TL) sa v kondenzátore ochladzujú a skvapalňujú. Uvoľnené kondenzačné teplo sa odovzdáva prostredníctvom rebier kondenzátora do okolia. Kvapalná teplonosná látka potom ide cez redukčný ventil do výparníka. Za redukčným ventilom látka expanduje, (t. j. zväčšuje svoj objem). Jej tlak sa pritom znižuje na 0,45 MPa, a tým sa ochladzuje na nízku teplotu zo 40 °C na 0,5 °C.

Vo výparníku sa látka vyparuje, t. j. prechádza z kvapalného stavu do plynného stavu. Výparné teplo, ktoré potrebuje TL na tento prechod, odoberá z prostredia, v ktorom sa výparník nachádza (riečna voda).

Opísané zariadenie vykuruje miestnosť v zime (vyhrievacia sústava). V lete môže miestnosť ochladzovať (chladiaca sústava) – výhoda tepelných čerpadiel – v lete možno zameniť funkciu výparníka a kondenzátora (teplo odvádzané z miestnosti sa odovzdáva vode).

Tepelnú energiu získanú tepelnými čerpadlami možno využívať na vykurovanie, ohrev úžitkovej vody v obytných budovách, školách, plavárňach alebo v priemysle pri sušení dreva, tehál, prádla, potravín.

Tepelné čerpadlá sú v porovnaní s klasickým vyhrievaním výhodnejšie, pretože nie sú potrebné sklady palív, spaľovacie zariadenia, komíny, ktoré značne znečisťujú životné prostredie.

Tak sa ozdravuje životné prostredie – ovzdušie aj spodné vody v okolí miest, priemyselných objektov.