



**VÍTKOVICE ÚAM a.s.**  
**Ruská 2887/101, Ostrava Vítkovice, 703 00**

# **Snižování emisí CO<sub>2</sub> pomocí tepelného odpadu**

<http://www.vitkovice.cz/vitkovice-uam>

# Obsah

OBSAH .....	2
1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY.....	3
2 VÝMĚNÍKY TEPLA .....	3
2.1 TEPELNÁ BILANCE .....	4
3 VÝMĚNÍK TEPLA NA BÁZI TEPELNÝCH TRUBIC.....	4
3.1 PRINCIP TEPELNÝCH TRUBIC .....	5
4 TEPELNÁ BILANCE .....	6
5 ZÁVĚR.....	7

# 1 Úvod do problematiky

Průmysl ovlivňuje životní prostředí tvorbou odpadních produktů, které mohou být v pevném, tekutém, či plyném stavu. Kromě přímého a nepřímého znečišťování vzduchu, vod a půdy ovlivňuje průmysl své okolí i odpadem tepelným. Hlavním cílem je propagace maximálního využití energetického potenciálu odpadního tepla, a následně snížení měrné spotřeby paliva v technologických procesech.

Využití odpadního tepla pomocí kombinace několika technologií u jednoho výrobního celku, je jedinou možností, jak odpadní teplo efektivně získat. Jde především o rozšíření současného využitelného teplotního rozsahu odcházejících spalin z výrobního procesu s cílem ohřevu TUV, resp. výroby energie. Hlavní oblasti, ve kterých by se využití odpadního tepla mělo uplatnit, jsou:

- Průmysl
- Energetika
- Zemědělství

Dalším nezanedbatelným přínosem bude snížení emisí CO<sub>2</sub>, jakožto důsledek sekundárního snížení spotřeby paliva. Ochrana ovzduší patří mezi základní cíle a úkoly ochrany životního prostředí. Česká republika se úrovní znečištění ovzduší stále řadí k nejvíce znečištěným oblastem Evropy. Hlavní příčinou tohoto stavu je vysoká energetická náročnost českého průmyslu, který přesahuje měřítko obvyklá ve vyspělých státech, a následně velký podíl výroby tepla a energie spalováním nekvalitních paliv.

Využití odpadního tepla spalin v současnosti patří k nejdiskutovanějším tématům v oblasti energetického hospodářství hutí. Jedná se nejen o ekonomickou otázku nadměrného spalování zemního plynu v důsledku ne hospodárnosti využívání získaného tepla, ale i o ekologické důsledky způsobené zvýšeným množstvím emisí. Existuje obava, že nadměrným spalováním uhlíku může dojít k narušení rovnováhy systému planety a podle některých studií právě emise oxidu uhličitého produkované průmyslem, způsobují skleníkový efekt, a z toho vyplývající vzrůstání teploty povrchu Země.

## 1 Výměníky tepla

Výměník tepla je zařízení, sloužící k využití tepelného potenciálu spalin, jenž by bez využití skončil jako komínová ztráta. Výměna tepla mezi spalinami a vodou, resp. plynem, probíhá kontinuálně – obě media jsou od sebe oddělena stěnou (trubky, lamely, desky). Podle druhu materiálu stěny jsou:

- kovové,
- keramické.

Podle způsobu přenosu tepla je dělíme na:

- sálavé,
- konvekční,
- kombinované.

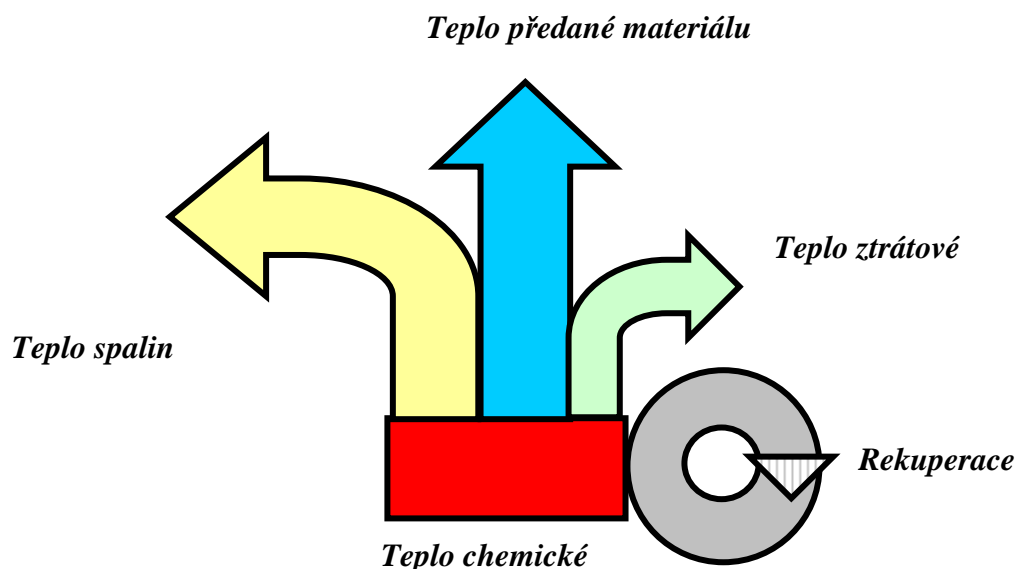
Využití tepla u rekuperátorů je omezena teplotou stěny, která může být u kovových max. 700 až 800°C (pro vyšší teploty je nutno použít legované žáruvzdorné oceli), u keramických až 1000°C i vyšší. Tím je také dána maximální teplota spalin před rekuperátorem, resp. ohřátého vzduchu nebo plynu za rekuperátorem. U kovových rekuperátorů je teplota spalin max. 800°C, ohřev vzduchu pak 300 až 500°C, u keramických je

max. teplota spalin 1200 až 1400°C, teplota vzduchu 850 až 950°C. Tyto hodnoty jsou samozřejmě závislé na parametrech prostupu tepla, především na součinitelích přestupu tepla ze spalin do stěny a ze stěny do vzduchu, resp. plynu.

Výměníky tepla lze klasifikovat podle způsobu použití, počtu a uspořádání proudů (souprouté, protiproudé), charakteru výměny tepla (beze změny, či se změnou fáze), nebo podle počtu teplosměnných ploch (směšovací výměníky, kde žádné teplosměnné plochy nejsou; regenerační výměníky s jedinou teplosměnnou plochou, kterou střídavě omývá teplý a studený proud a rekuperační výměníky, u nichž jsou proudy odděleny teplosměnnou plochou).

## 1.1 Tepelná bilance

Tepelná bilance vyjadřuje účinnost tepelného zdroje, a současně vyjadřuje jednotlivé tepelné příjmy a výdaje, nejčastěji ve formě procentuální. Teplo chemické, vzniklé spálením paliva, přechází zčásti do materiálu, zčásti do spalin, dále do stěn pece, a část unikne netěsnostmi, čímž je dána pecní účinnost. Graficky se tepelná bilance nejčastěji zobrazuje pomocí Sankeyova diagramu.



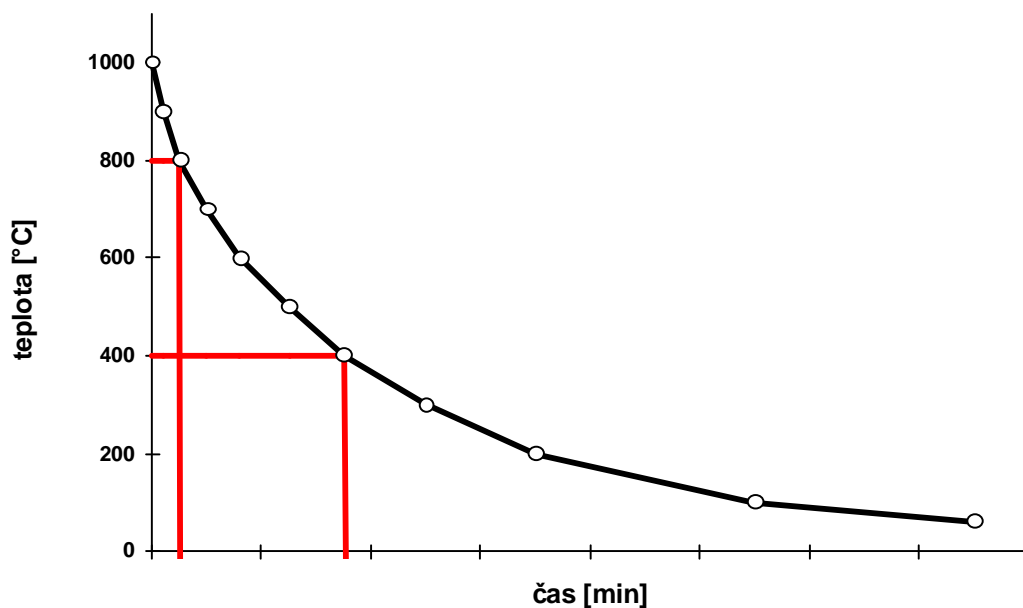
Obr. 1 Sankeyův diagram

Z diagramu je vidět, že komínová ztráta činí často až 30% celkového chemického tepla, získaného spálením paliva. Dnešní rekuperátory dokáží vracet do pracovního procesu teplo v rozmezí 800-400°C. Nové technologie však umožňují získat teplo již od 150°C, čímž se významně sníží procentuální zastoupení tepla ve spalinách.

## 2 Výměník tepla na bázi tepelných trubic

VÍTKOVICE ÚAM a.s. nabízí řešení využití odpadního tepla pomocí výměníku na bázi tepelných trubic (heat pipes). Heat pipes má v dnešní době řadu využití. Především se s ní setkáme v průmyslu, kde se vzhledem ke své obrovské tepelné vodivosti, která je až 1000 x větší, než u měděné tyče stejných rozměrů, používá k chlazení výkonných elektrických motorů, plynových turbin, laserů, nukleárních reaktorů, raketových motorů a podobně. Jejich aplikací se dá využít teplotní spád spalin i mimo současné, běžně dostupné rozmezí 400-800°C.

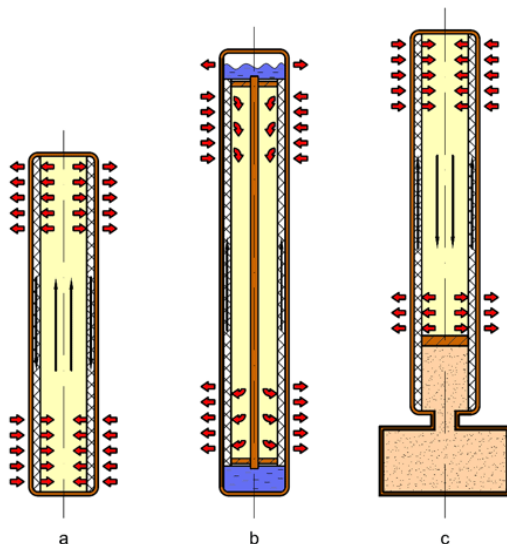
## Teplotní spád spalin



Obr.2 Využívaná oblast odpadního tepla

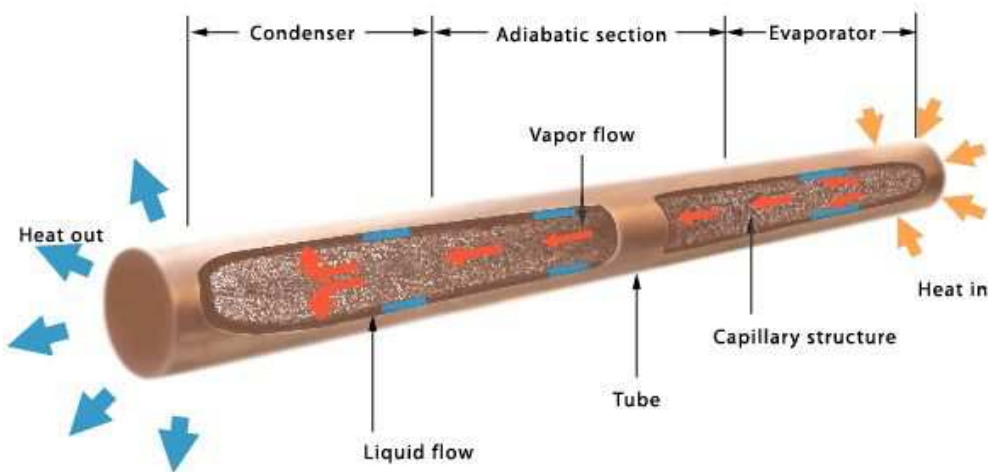
### 3.1 Princip tepelných trubíc

Tepelné trubice slouží k přenosu tepla z jednoho místa na druhé za pomoci par pracovní látky. Pracuje na velmi jednoduchém principu. Jde o hermeticky uzavřený kovový válec, který je naplněn tekutinou. Na jednom konci je zasazený do zdroje tepla a na druhém do chladiče. Po dosažení teploty, na kterou je nastaven, se začne pracovní látka (čpavek, voda, apod.) odpařovat a proudí směrem k ochlazovanému místu, kde kondenzuje. Proud par se dává do pohybu na základě rozdílných tlaků v místě výparníku (tlak vyšší) a v místě kondenzátoru (tlak nižší). Návrat kondenzátu zpět ke zdroji tepla je zajištěn kapilárními silami v porézním materiálu, kterým se kondenzát transportuje zpět ke zdroji tepla. To heat pipe umožňuje, aby pracovala i v poloze, kdy je kondenzátor níže než výparník.



Obr. 3 Princip tepelných trubíc

Pracovní teplota, to je teplota, při které se začne pracovní látka vařit, se nastavuje velikostí tlaku uvnitř heat pipe (termosifonu). Pokud budeme dále mluvit o tlaku, tím bude myšlen tlak absolutní, to jest počítaný od nuly (vakuum) a ne od tlaku atmosférického. Bod varu kapaliny je na tlaku závislý. Například u vody, kterou lze rovněž v tepelné trubici použít jako pracovní látku, je při atmosférickém tlaku  $100^{\circ}\text{C}$ . Jelikož je však tepelná trubice v podstatě tlaková nádoba, stoupá tato teplota často nad  $130^{\circ}\text{C}$ .



Obr. 4 Schéma přestupu teplosměnného média

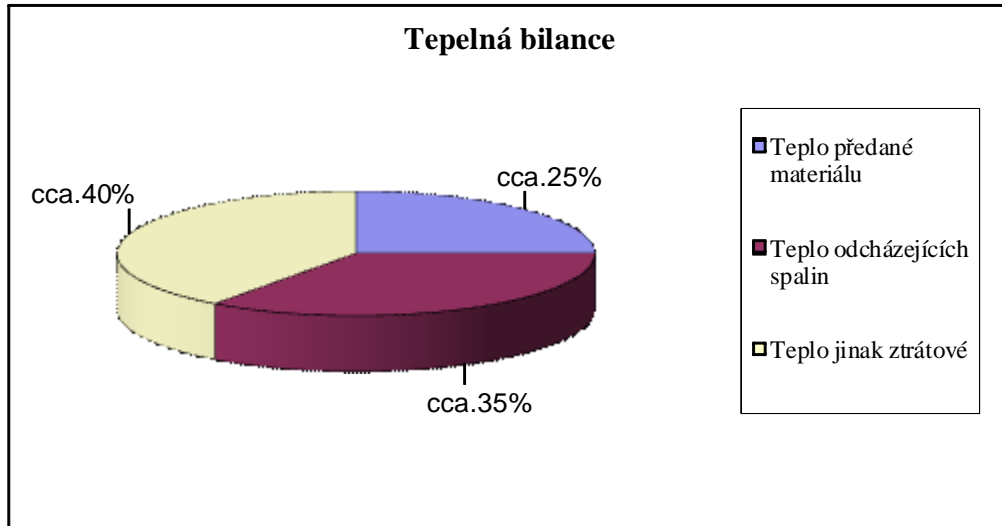
### 3 Tepelná bilance

Pod pojmem tepelný odpad je nutno chápat veškerý tepelný zdroj, dále nevyužívaný, z průmyslu, zemědělství, popřípadě zdroj přírodní. Tepelný odpad je obecně charakterizován bilanční rovnicí tepelné rovnováhy, kde na levé straně je zdroj tepla a na pravé tepelné ztráty. Množství tohoto tepla se liší u každého tepelného zdroje využitím tepla do systému vstupujícího v porovnání s teplem odcházejícím. Pomocí následující bilanční rovnice a Sankeyova diagramu si můžeme konkretizovat termín **tepelný odpad** a vysvětlit způsob

určování tepelných ztrát v průmyslu. Ty se u konkrétního tepelného zdroje zjišťují buď výpočtem, nebo měřením.

$$Q_{ch} = Q_{mat} + Q_{sp} + Q_z \quad (W) \quad (1)$$

kde  $Q_{ch}$  je chemické či technologické teplo (W)  
 $Q_{mat}$  - teplo dodané do materiálu (W)  
 $Q_z$  - teplo jinak ztrátové (vyzdívka, netěsnosti, apod.) (W)  
 $Q_{sp}$  - teplo odcházejících spalin (W)



Obr. 5 Graf tepelné bilance

## 4 Závěr

Celosvětově a trvale rostoucí ceny energií vedou k významnému snižování spotřeby veškerých druhů energií, především pak energie tepelné, ve všech průmyslových i neprůmyslových oblastech. Využití odpadního tepla pomocí výměníků šetří spotřebu paliva a tím i životní prostředí. Získané teplo se vrací buď zpět do technologického procesu, nebo se využívá pro ohřev vody, a tím pro další využití. Získat tepelnou energii ze spalin není v dnešní době problém, otázkou je, jak ono teplo hospodárně využít. Nejlepším způsobem, jak využít odpadní teplo, je vracet ho zpět do výrobního procesu, nebo ho využít k ohřevu TUV. Zařazením sekundárních výměníků tepla do stávajících spalinových kanálů je tedy logickou snahou všech výrobců, užívajících tepelné agregáty. **VÍTKOVICE ÚAM a.s. nabízí všem potenciálním zákazníkům zpracování studie na využití odpadního tepla jejich konkrétního tepelného zdroje.**

**Ing. Kamil Sikora, Ph.D.**

*VÍTKOVICE ÚAM a.s.*

*Ruská 2887, Ostrava Vítkovice, 703 00*

*E-mail: kamil.sikora@vitkovice.cz*

**V Ostravě 11.07.2018**