

## Průmyslové pece

Pece jsou zařízení s uzavřeným a od okolního prostředí tepelně izolovaným pracovním prostorem, ve kterém se uskutečňuje přestup tepla na vsázku.

**Pracovní prostor**- je část pece , ve které se uskutečňuje přestup tepla na vsázku.

**Topný prostor**- je část pece, v níž dochází k uvolnění tepla z paliva spalováním, nebo k přeměně elektrické energie v teplo.

### **Základní rozdělení pecí :**

#### **Podle účelu:**

**Tavící pece**- slouží pro tavení a přetavování materiálů.

**Ohřívací pece**- určené k ohřevu vsázky před kováním , kalením, žháním, slinutím, tepelném zpracování.

**Speciální pece**- pro speciální technologické procesy.

#### **Podle zdroje tepla:**

**Elektrické pece**- vytápěné pomocí elektrické energie

**Palivové pece** - teplo se získává spalováním různého typu paliv

**Exotermické pece**- teplo se získává přímo z vsázky exotermickými reakcemi

**Kombinované pece**- využívá kombinace přívodu energií

#### **Podle konstrukce:**

Komorové, vanové, rourové, šachtové, etážové, periodické, kontinuální pece, speciální konstrukce pecí podobných zařízení (fluorizační pece, spékací pásy a pánve atd.)

#### **Podle průmyslové technologie:**

Základní strojírenské odvětví - kování, lisování a tažení

- tváření za tepla válcováním
- tepelné zpracování oceli a litiny
- výroba a zpracování barevných kovů
- vysokopeční proces
- ocelářství
- slévárenství

## **Konstrukce pecí**

### **Materiály**

Používají se žáruvzdorné a izolační materiály pro vyzdívky a tepelnou izolaci. Žáruvzdorné materiály jsou takové, které i při vysokých teplotách (1600°C) zachovávají svůj tvar a vlastnosti (objemová stálost, odolnost proti chemickým a mechanickým vlastnostem kovu nebo strusky, tepelná vodivost, atd.).

## Stručný přehled :

### **Žárovky**

Používají se pro vyzdívky tahových kanálů a ohřívacích pecí, vydusávání kelímků, indukční pece na tavení hliníku, opravy koksárenských baterií.

### **Křemičité materiály**

Obsaženy v křemičitých a dalších žáruvzdorných materiálech.

Např. Dinas 93%. Pro teploty 800-1650°C.

### **Hlinito-křemičitanové materiály**

Šamoty- obyčejné, kyselé, lehčené, polotvrdé, tvrdé. Pro teploty 800°C-1450°C.

### **Uhlíkové materiály**

Vyzdívají se jimi nístěje vysokých pecí, kuploven, pecí pro tavení barevných kovů.

### **Magnezitové materiály**

Vhodné pro vyzdívky ocelářských pecí, mísičů a všech druhů ohřívacích pecí.

Žáruvzdornost je okolo 2000°C.

### **Vysocehlinité materiály**

Odolné proti působení strusky, roztavených kovů, solí a změnám teploty. Pro teploty do 1900°C.

### **Lehčené izolační materiály**

Snižují tepelné ztráty vyzdívkami pecí

### **Speciální materiály**

Vyhovující speciálním technologickým potřebám dané pece.

## Části pece

### **Základ**

Základní deska bývá z betonu, žárovky, případně železobetonu. Musí odolávat mrazu a tíže pece.

### **Nístěj, stěny, klenba pece**

Nístěj je přímo na základu, nebo na ocelových deskách a nosnících. Vnější vrstvy vyzdívky jsou izolační další už žáruvzdorné. Klenby jsou do 4 m rozpětí valené, nad 4 m zavěšené.

### **Odtahy a komíny**

Z pracovního prostoru je důležité zajistit odtah spalin, to se provádí kanály a komíny.

### **Armatury a vsázková manipulace**

Zajišťují provoz pecí, dveře, regulační klapky, pomocná zařízení s ohřátou vsázkou.

### **Topný systém**

Patří sem hořáky, plynové potrubí, vzduchové potrubí regulátory hořáků.

Hořáky rozlišujeme dle paliv a to: tuhá, kapalná, plynná.

## Pece podle pracovního prostoru

- a) **Komorové pece**- ohřívají vsázkou na nístěji. Teplota je v celém prostoru stejná.
- b) **Průběžné pece**- určené pro tepelné zpracování, materiál postupuje od vstupu k místu tažení, postupně se v pracovním prostoru ohřívá.
- c) **Strkací pece**- válcířské, Vsázka postupuje proti proudu horkých spalin.

- d) **Komorové pece**- s výjezdnou nístějí, princip jako komorové pece, výjezdná nístějí pro lepší manipulaci s vsázkou.
- e) **Karuselové pece**- kruhový pracovní prostor, je pevný, nístějí otočná
- f) **Šachtové pece**- pracují protiproudním způsobem, plyn proudí proti klesající vsázce, tyto pece jsou tavící, žíhací nebo pražící
- g) **Rourové pece**- využívají se v cementárnách a v keramickém průmyslu.
- h) **Muflové pece**- používají se pro tepelné zpracování materiálu, co nesmí přijít do styku s atmosférou (např. kvůli zamezení oxidace povrchu).
- i) **Tunelové pece**- pro velké množství vsázky, keramický průmysl.
- j) **Pokulovací pece**- princip jako strkací, nístějí je skloněná, aby se kulatá vsázka snadno odvalovala pracovním prostorem.
- k) **Tavící pece**- mají pevnou nístějí, někdy sklopnou. Vsázka tavena sálavostí plamene.
- l) **Sušící pece**- převážně ve slévárnách pece komorové, nízké pracovní teploty, je využita recirkulace spalin.

## Druhy průmyslových pecí

### Vysoké pece

Jedná se o šachtové pece, sloužící k výrobě surového železa. Pece mají tvar dvou komolých kuželů, postavených na sebe základnami. Vysoká pec je jedno z nejstarších metalurgických zařízení. Vysoká bývá 28-32 m, v průměru 10-12m. 6áruvzdorná vyzdívka z šamotových cihel umožňuje nepřetržitý provoz minimálně 10 let.

#### Základní části vysoké pece:

**Sazebna**- vrchní část pece, sloužící k zavážce sázky a odvodu vysokopecního plynu.

**Šachta**- nachází se po sazebnou vysouší vsázku, předehřívá jí a nepřímo redukuje.

Je ve tvaru kužele, rozšiřujícího se dolů, kvůli zvětšující se objemu vsázky. Šachta nese sazebnu, závěrné zvony, konstrukci zavážení a potrubí pro odvod plynu.

Uchycena je na pomocné konstrukci, ta má pomocné plošinu pro obsluhu pece.

**Rozpor**- krátká válcová část pod šachtou, není u všech pecí. Zde vsázka měkne a zmenšuje objem.

**Nístějí**- tvar válce nebo kužele. Shromažďuje se v ní natavené železo a struska, ta je lehčí než železo a plave na něm. Odpichovými otvory se odpouští. v horní části nístějí jsou zaústěny výfučny, jimiž se přivádí horký vzduch pro spalování koksu .

### Elektrické obloukové pece

Využívají jevu termoelektrické emise, při níž je prostředí ionizováno vysokou teplotou a stává se elektricky vodivým. Teplota v elektrickém oblouku je 5000°C.

Podle působení oblouku: 1) s přímo působícím obloukem, lázeň je ohřívána přímo  
2) s nepřímo působícím obloukem, je nad lázní a teplo předává sáláním.

## Indukční pece

Využívá se elektromagnetické indukce. Střídavý proud vedený k primární cívice (induktoru) vytváří kolem střídavé elektromagnetické pole, které indukuje v sekundárním obvodu (vsázce) elektromagnetickou silou. Vznikajícím střídavým proudem se ohřívá a taví vsázka.

**Způsoby užití:** a) s železným jádrem , pracuje na principu transformátoru,  
b) bez železného jádra, využívá indukovaných vířivých proudů v materiálu , vsázky jsou uvnitř induktoru

## Komorové pece

Jsou jedny z nejrozšířenějších. Využívají se v kovárnách pro ohřev, pro tepelné zpracování vsázky, pro kalení a popouštění. Snadná přizpůsobivost technologickým požadavkům provozů. Nístěje jsou pevné nebo výjezdné . Ohřev elektrický nebo palivový. Tepelná účinnost je poměrně malá, ztráty přesahují i 70 %, při nepravidelném provozu. Teplota ohřevu vsázky pro kovárny a lisovny je 100-1300 °C, pro tepelné zpracování 700- 1000°C

## Strkací pece

Jsou pece válcířské průběžné pro ohřev sochorů a bloků čtvercového, nebo obdélníkového průřezu, vyvinuly se z pecí komorových. Mají regenerátory a rekuperátory pro předeřev spalovaného vzduchu. . Hořáky jsou v podélném směru pece. Stavějí se rozdělené do jednotlivých samostatně vytápěných pásem, pro rozdílnou teplotu v jednotlivých sekcích.

- 1) *Předeřivací pásmo* – bez nebezpečí okujení do 500°C , lze pracovat s přebytkem spalovacího vzduchu.
- 2) *Ohřivací pásmo* –možnost okujení, proto se pracuje s menším množstvím vzduchu.
- 3) *Vyrovňovací pásmo*- nebezpečí okujení, proto se pracuje se slabě oxidační atmosférou.

Takto se zajišťují minimální ztráty kovů opálením, okolo 1%.

## Konvertory

Pro průběh metalurgických reakcí využívají exotermického tepla z oxidace příměsí surového železa ( C, Mn, P, Si ). Oxidaci způsobuje přívod vzduchu nebo kyslíku.

### Vzduchové konvektory

Využívaly se dříve. Vyzdívka je závislá na druhu zkujňovacího procesu.

**Bessemerův konvektor**- spaluje křemík, struska kyselá proto musí být kyselá i vyzdívka, aby nevázala strusku, výrobní cyklus trvá 20 min., pojme 10-20 t vsázky.

**Thomasův konvektor**- spaluje fosfor, struska je zásaditá taktěž i vyzdívka. Výrobní cyklus trvá asi 40 minut, pojme 10-60 t vsázky

Konstrukčně jsou stejné. Dno je výměnné, s vypěchovanými otvory pro přívod stlačeného vzduchu. Jsou otočně uloženy na dvou stojanech, jedním je přiváděn do dna vzduch. Ocel obsahuje větší množství dusíku, stárne, nelze z ní zpracovávat ocelový šrot.

## Kyslíkové konvertory

Technicky obdoba vzduchových, zkuřňovacím plynem je kyslík, nepřivádí se spodem, ale horem tryskou na lázeň pod tlakem 1,2 MPa. Tryska je chlazená vodou. Dno je plné.

Objem 30-300t, doba procesu tavby je 20-40 min. Dnes častěji využívány oproti vzduchovým, které jsou již technicky zastaralé.

## Mísiče

Zajišťují zásobování oceláren tekutým železem, vyrovnávají jeho chemické složení, teplotu a částečně snižují obsah síry.

Bývají ploché, nístějové, válcové, obdobné jako velké sklopné SM pece. Vyzdívka je šamotová, hořáky v horní části a u výlevky, které zajišťují netuhnutí železa při vylévání.

Sklápění je elektrické nebo hydraulické.

## Hlubinné pece

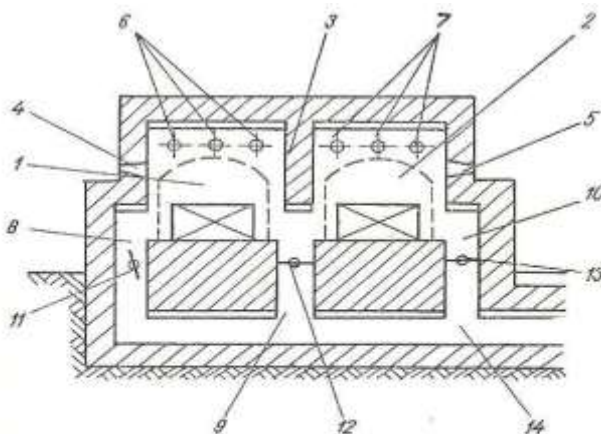
Slouží k rovnoměrnému ohřevu ingotů před válcováním za tepla.

- Hlubinné pece jednocestné** – mají jeden nebo dva hořáky vedle sebe v čelní straně. Plamen a spaliny procházejí nad hlavami ingotů, obrací se u protější stěny, proudí zpět ke stěně s hořáky a odcházejí do rekuperátorů.
- Hlubinné pece s tangenciálními hořáky** – jsou kruhového půdorysu, spalovací prostor je prstencový a víko klenbové. Odvod spalin je proveden centrálně středem nístěje. Hořáky je více, menšího průměru, umístěny jsou tangenciálně ve spodní části nístěje.
- Dvojcestné hlubinné pece** – v pracovním prostoru vytváří proud spalin dvě smyčky působící dobře radiačně a konvekčně na vsázku. Používají se čtyři krátkoplamenné hořáky.

## Tandemové pece

Je tvořena dvěma pevnými nebo sklopnými nístějemi s přechodovým hrdlem.

Nístěje jsou z ocelového skeletu, vyzdívky (zásadité) a pláště. V přední stěně je sázecí otvor, kterou nesou ocelové rámy. Odtahy spalin se nacházejí na bocích. Kanály a odtahové šachtice se chladí vodou. Zkuřňovací kyslíkové trysky jsou umístěny v čele a mohou měnit úhel. V klenbách nístěje jsou trysky pro spalování CO. Pracovní proces probíhá velice rychle, aby se



Obr. 11.15. Dvoukomorová pec pro bezokujový ohřev:

1 a 2 – pracovní komory, 3 – přepážka, 4 a 5 – hořáky, 6 a 7 – vzduchové trysky, 8, 9 a 10 – odtahové kanály, 11, 12 a 13 – odtahové klapky, 14 – pecní kanál

prostor neochladil. Zatímco v jedné nístěji se vsází, v druhé je vsázka již předeřhřátá a nalévá se na ní surové železo a je zpuštěna zkujňovací tryska. Po skončení procesu zkujňování se provede odpich a v druhé nístěji je opět připravena předeřhřátá vsázka.

## **Maerz- Boelenz pece (MB- pece)**

Využívají se častěji než SM pece.

Výhody oproti SM pecím:

- a) rozpětí klenby je značně menší
  - b) negativní úhle zavěšené části přední a zadní stěny zlepšuje přenos tepla sáláním
  - c) eliptický průřez pracovního prostoru pece zlepšuje podmínky proudění spalin
- .Pec se vytápějí topným nebo koksárenským plynem, přiváděným hořáky.

## **Siemens- martinské pece ( SM- pece)**

Jsou to pece ocelářské , vytápěné plyným ,kapalným nebo kombinací paliv. Pracují na regenerativním principu- spalovací vzduch se předeřhřívá v regeneračních komorách pod pecí.

## **Pokulovací pece**

Obdoba pecí strkacích. Stavějí se ve válcovných trubek pro ohřev vsázky kruhového průřezu. Mají několik pásem , nístěj je ve sklonu 6-12 % , podle velikosti vsázky, bez spodního ohřevu, materiál se kulí a tedy ohřívá po celém povrchu.

## **Karuselové pece**

Jsou to pece průběžné, vsázka leží na podložkách, nístěj se otáčí okolo svislé osy. Je ve tvaru talíře, nebo prstence, leží na podvozku, ten se pohybuje po kruhových kolejnicích. Keramické přepážky v peci vytvářejí samostatně řízená tepelná pásma. Tyto pece jsou vytápěny plynem nebo kapalným palivem, které je dávkováno krátkoplamennými hořáky, které jsou na vnitřní i vnější stěně. Materiál se po nístěji nepohybuje, to umožňuje ohřívát vsázku rozmanitých tvarů, která se nedá tlačit nebo pokulovat po nístěji.

# **VYTÁPĚNÍ**

VYTÁPĚNÍ zajišťuje tepelnou pohodu prostředí(charakterizována tepelnými a vlhkostními veličinami), člověk produkuje tepelnou energii, která je odváděna z povrchu těla do okolí, naopak při chladu musí tepelnou energii z okolí přijímat; teplo v budovách je zajištěno vytápěcí soustavou, k dimenzování tepelné soustavy musíme stanovit tepelné ztráty budovy, které musí vytápěcí soustava krýt při požadované teplotě, tepelné ztráty určíme dle vzorce  $Q=k.S.(t_2-t_1)$  pro prostupy stropem a podlahou, stěnou, okny a dveřmi, na základě rozboru ztrát se stanoví výkon vytápěcí soustavy-nejrozšířenější je ústřední teplovodní vytápění (voda má teplotu 90/70°C); zdroje tepla jsou lokální, blokové, dálkové; tepelná čerpadla se používají k získávání tepla z chladnějšího prostředí a jeho přenesení do prostředí teplejšího, je nutné, aby teplota vody byla nad 0°C (nejméně 5°C), tepelná čerpadla jsou výhodná v místě, kde je dostatečný zdroj tepla a levný elektrický proud

**CHLADÍCÍ TECHNIKA**-účelem chlazení je udržet v určitém prostoru nízkou teplotu, k vytvoření chladu nejčastěji využíváme strojní chlazení, které je založeno na využití vypařování chladiva v oběhu parním, proudovém nebo sorpčním, na expanzi plynu v plynovém oběhu při konání vnitřní nebo vnější práce; strojní chlazení je založeno na odpařování chladiv, chladiva jsou látky, které mají za atmosférického tlaku teplotu varu pod 0°C, páry chladiva se snadno zkapalňují při přetlaku a teplotě kolem 25°C, mají velké výparné teplo, nesmí narušovat materiál chladicího zařízení, musí být nehořlavé, nejedovaté, jako chladivo se používá čpavek, částečně fluorované chladicí kapaliny atd.; k nepřímému chlazení se jako teplotonosná látka používá nejčastěji solanka (převádí chlad na místo určení); pro strojní chlazení se využívá kompresní chladicí oběh, kde je a) nepřímé chlazení, b) nepřímé chlazení; pro kompresní chladicí oběh lze užít jakýkoli kompresor (pístový, křídlový, šroubový apod.), chladivo je ve formě par nasáváno z výparníku kompresorem a ve stlačeném stavu vedeno do kondenzátoru, kde se ochladí a zkapalní, kapalina z kondenzátoru proudí přes řízení expanzní (škrťací) ventil do výparníku, kde se odpaří teplem, jež odebere z okolí; u nepřímého chlazení odebírání ve výparníku teplo teplotonosné látky, kompresorový chladicí oběh znázorňujeme v p-i nebo t-i diagramu; ; *absorpční chladicí zařízení s přímým chlazením*-kompresor je nahrazen absorberem, kde jsou páry chladiva pohlcovány vodou a vypuzovačem, z něž jsou teplem (ohřev) vytlačovány jen páry chladiva do kondenzátoru, je bezhlučné, má nižší poruchovost, ale vyšší spotřebu energie, *paroproudé chladicí zařízení* parní

kotel dodává páru do ejektoru, kde proud páry nasává páry chladiva z výparníku, směs je vedena do kondenzátoru, kde se ochladí a kondenzát (voda) se odvede potrubím, pro velká strojní zařízení se používají výparníky zaplavené, sprchové, suché nebo s nucenou cirkulací chladiva

## Klimatizace

Klimatizace je zařízení pro úpravu vzduchu v celých budovách či jednotlivých místnostech a v dopravních prostředcích. Pracuje tak, že zpracovává vzduch, který filtruje, upravuje teplotu, vlhkost na požadované hodnoty a pomocí ventilátorů je dopravuje na příslušná místa. Klimatizace automaticky udržuje stálé podmínky (především teplotu) bez ohledu na venkovní prostředí.

**Regulace chladicího výkonu** je zpravidla dvupolohová -zapnuto, vypnuto. Po dosažení nastavené teploty se chlazení (topení) vypíná. Plynulou regulaci chladicího výkonu lze řešit několika způsoby:

- Regulace odpařovací teploty. Jde o by-pass horkého plynu, který se přivádí před nebo za výparník.
- Frekvenční měnič stupňovitě mění frekvenci a tím i otáčky kompresoru od např. 30 Hz do 116 Hz v 13 stupních.

Stejnosemným měničem - All DC inverter Hitachi. Jde o zatím nejpropracovanější regulaci chladicího výkonu klimatizačních zařízení. Elektromotory kompresoru a ventilátoru jsou na stejnosměrný proud a výkon se mění spojitě. Sem patří zejména jednotky Hitachi inverter systému Multizone, PAM, resp Summit.

