



Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích

Moderní slévárenské technologie

Přednášky pro studijní program Strojírenství

Doc. Ing. Ladislav SOCHA, Ph.D. a kol.



Slévárenské zařízení a postupy tavení litiny

Přednáška č. 7

Typy agregátů pro tavení litiny

✓ Tyto tavící agregáty se používají pro výrobu litiny

1. *Kuplovna*
2. *Indukční kelímková pec*
3. *Elektrická oblouková pec*

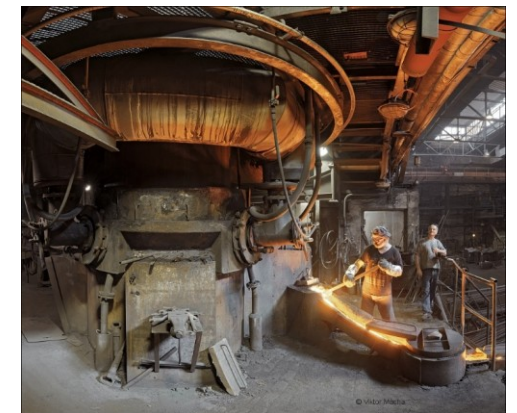
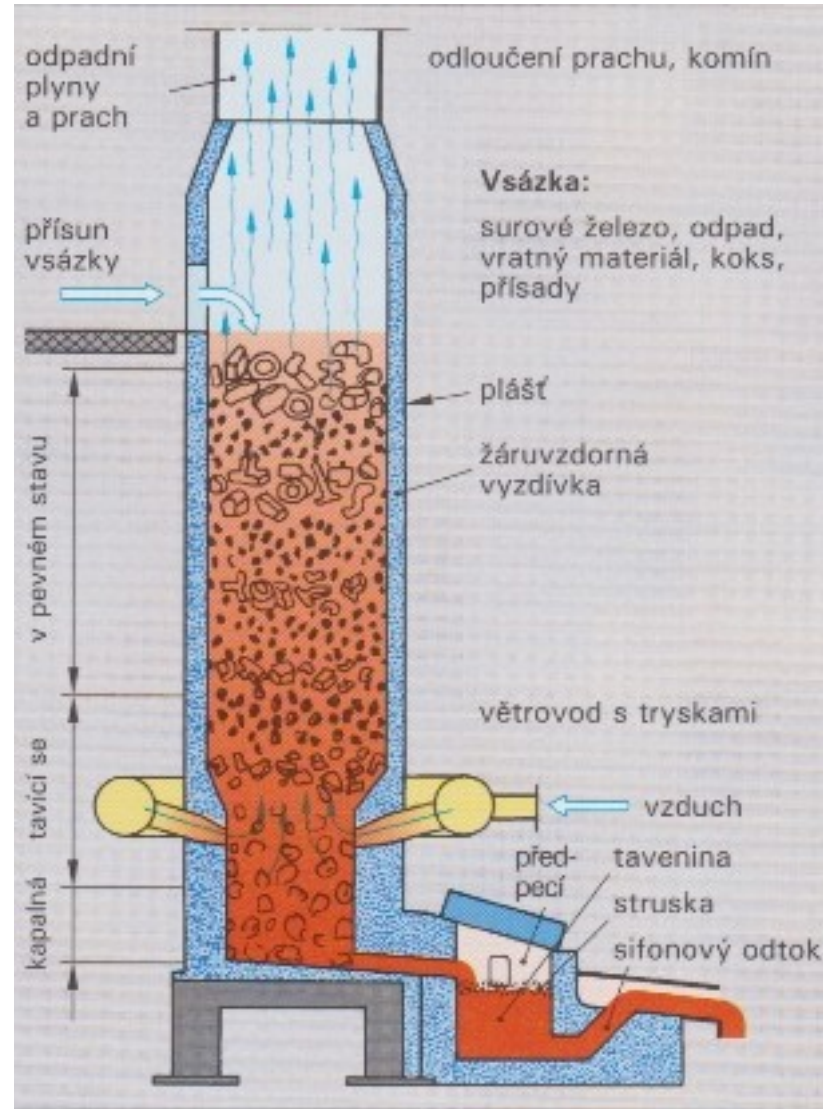


Zařízení na výrobu litiny

Kuplovna – šachtová pec	Vsázka + koks (palivo, C) + struskotvorné přísady
Indukční kelímková pec	Využívá se k tavení a udržování teploty roztavené litiny. Tato pec se skládá ze žáruvzdorného kelímku, kolem kterého se nachází vodou chlazená měděná cívka. Princip spočívá v průchodu střídavého proudu kde vzniká elektromagnetické pole, které taví vsázku a míchá ji.
Elektrická oblouková pec	Předností této pece, že lze z ní získat taveninu s přesným složením a velkou čistotou.

Kuplovna

- ✓ Šachtová pec
 - Protiproudý výměník tepla
- ✓ Vsázka
 - Surové železo, vratný materiál, koks, přísady
- ✓ Základní metalurgické pochody
 - Nauhličení
 - Propal Si, Mn, Fe
 - Změna obsahu P a S
 - Změna obsahu ostatních prvků



Kuplovna

- ✓ Kuplovna je šachtová pec, která funguje jako protiproudý výměník tepla. Hlavním zdrojem tepla je koks a výjimečně se používá plyn nebo tekutá paliva. Horem se sází vstupní materiály a spodem je přiváděn spalovací vzduch. Toto zařízení je nejčastěji používaným pro tavení slitin železa na odlitky, především litin s lupínkovým grafitem, přičemž funguje jako protiproudý výměník tepla
- ✓ Kuplovna se skládá z ocelového pláště a buď po celé výšce nebo jen částečně vyzděná žáruvzdornou vyzdívkou
- ✓ **Základní části:**
 1. *komín – část nad zavážecím otvorem*
 2. *šachta – část mezi zavážecím otvorem a dmyšami*
 3. *nístěj – část mezi dmyšami a dnem kuplovny*



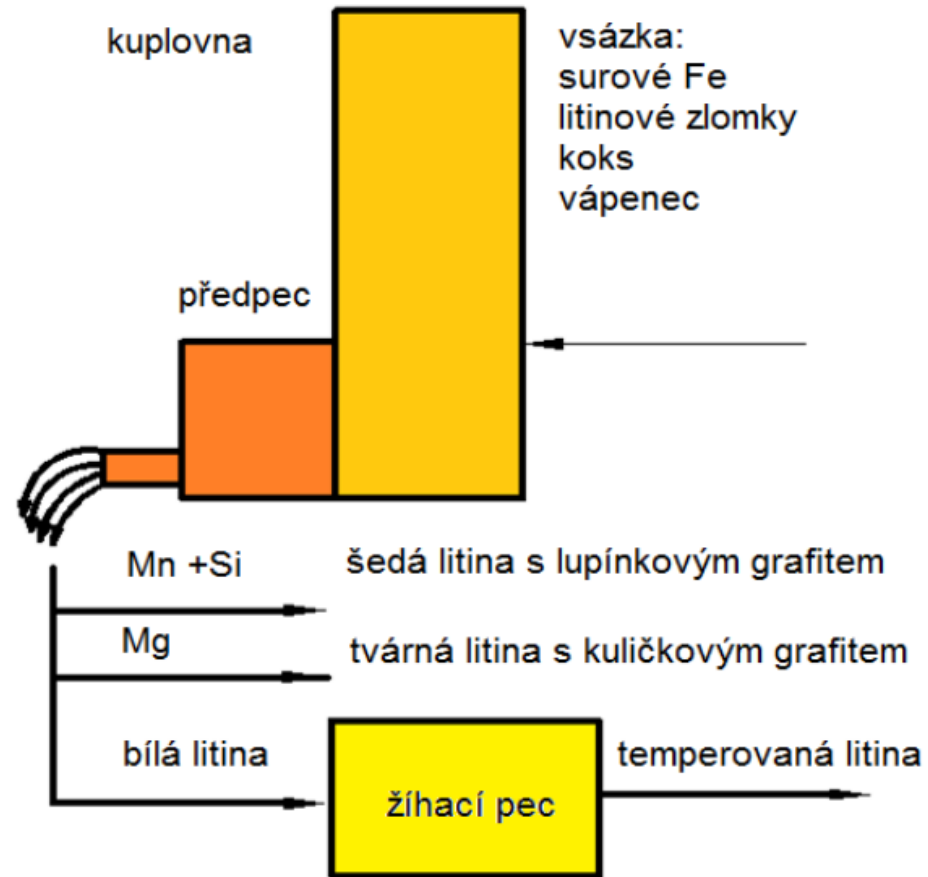
Kuplovna



Kuplovna

- ✓ Kuplovna má šachtovitý, žáruvzdorně vyzděný pecní prostor. Spalovací vzduch „vitr“ je vháněn tryskami a spaluje koks. Stoupající spaliny zahřívají vsázku, která se seshora sesouvá. Nedaleko trysek se vsázka taví a odkapává do nístěje. Kapalná litina vytéká z kuplovny do předpecí, které slouží jako sběrná jímka. Sifonovým odtokem se litina odděluje od lehčí strusky
- ✓ Základní metalurgické pochody v kuplové peci jsou velmi složité, zlepšení jednoho z nich může negativně ovlivnit ostatní. Proto litina vytavená z kuplové pece má často velký rozptyl vlastností (např. chemického složení). To je dáno tím, že pochody v kuplové peci mají určitou setrvačnost, která vyplývá z relativně dlouhé odezvy na změnu vsázky – např. snížení obsahu uhlíku, přidáváním ocelového šrotu probíhá natavováním a postupnou homogenizací vsázky v řádu hodin
- ✓ **Základní metalurgické pochody v kuplové peci rozdělujeme na:**
 1. *nauhličení litiny,*
 2. *propal Si, Mn, Fe*
 3. *změna obsahu P*
 4. *změna obsahu S*
 5. *změna obsahu ostatních prvků*
- ✓ **Řízení výkonu kuplové pece:** výkon se udává v tunách vytavené litiny za hodinu, závisí na průměru pece v úrovni dmyšen
- ✓ **Tavící výkon se mění v závislosti na:** množství foukaného vzduchu, účinnosti spalování, kvalitě vsázky tj. složení, kusovosti, množství, kvalitě a obsahu C v koksu

Kuplovna s předpecí

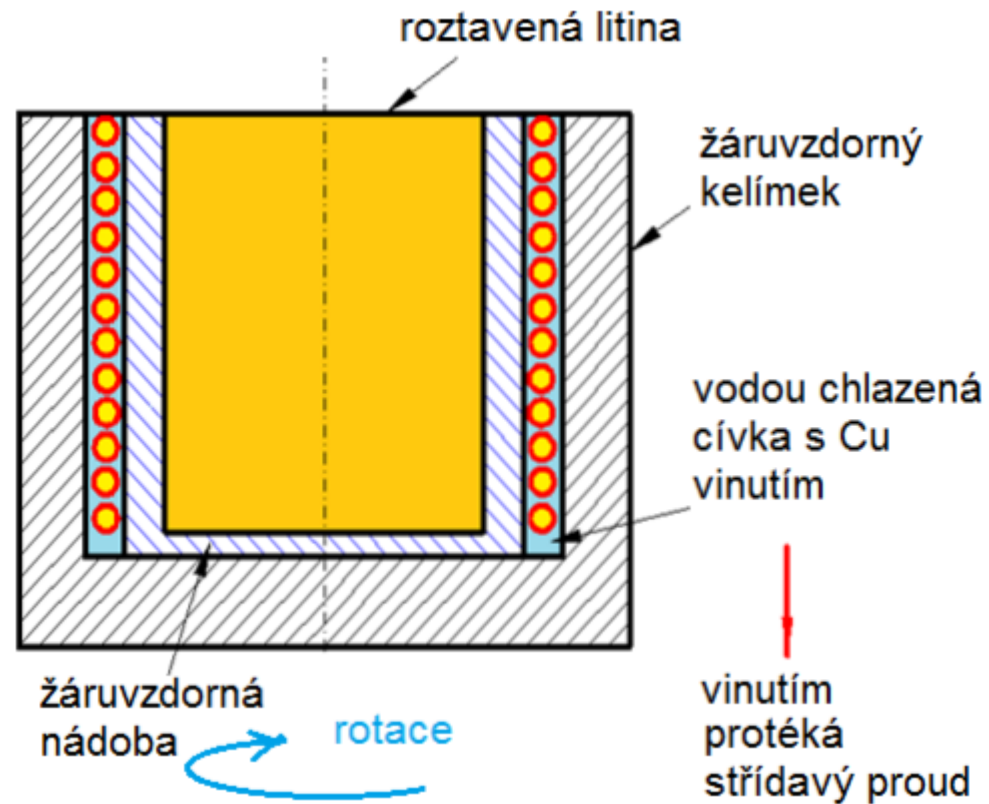


CUPOLA FURNACE



Indukční kelímková pec

- ✓ Tavní a udržovací pec
- ✓ Kelímková pec
- ✓ Vsázka
 - Až 100 % odpadu, surové železo, přísady
 - Vsázka je ohřívána vířivými proudy elektromagnetického pole
- ✓ V indukční kelímkové peci proud v cívce vytváří střídavé magnetické pole, které indukuje v kelímku střídavé vířivé proudy. Tím vzniká teplo, které taví vsázku.

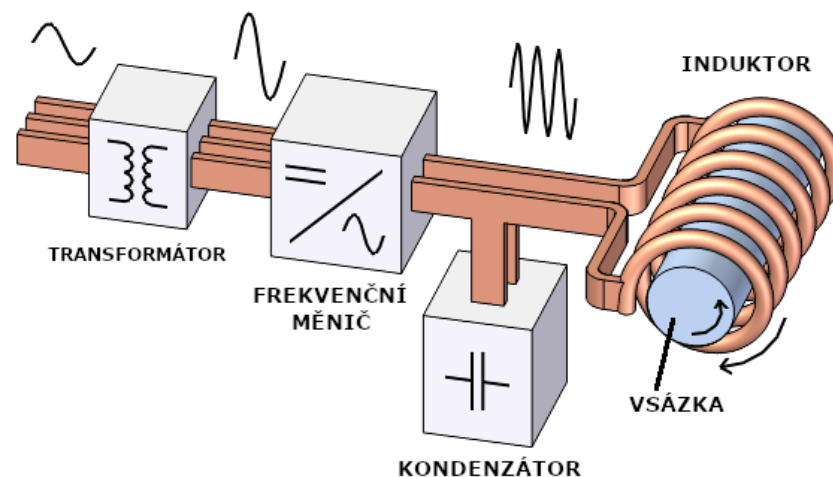


Indukční kelímková pec

- ✓ Elektrické a indukční tavicí a udržovací pece mají před tavbou v kupolových pecích řadu předností:
 - velmi přesné a pružně říditelné chemické složení
 - téměř neomezeně říditelná provozní teplota (tavení, přehřev, udržování)
 - operativní změna chemického složení litiny
 - možnost použití méně hodnotné vsázky (až 100% odpadu nebo kovové třísky) bez použití nových surových želez
 - dokonalá homogenizace nataveného kovu vířivými proudy
 - nižší propal prvků
 - ekologičtější tavení
 - celkově dokonalejší řízení celého procesu tavby

- ✓ Základní metalurgické postupy tavení jsou:

1. přetavba vsázky
2. legování
3. očkování



Indukční ohřev

Indukční kelímková pec

- ✓ Při procesu tavení je elektrická energie přiváděna do vsázky prostřednictvím elektromagnetické indukce. Střídavý proud o vhodné frekvenci přiváděný do primární cívky – induktoru iniciuje v jejím okolí střídavé elektromagnetické pole, které vyvolává ve vsázce uložené v působnosti tohoto pole vznik vířivých proudů, protékajících vsázkou a způsobující její ohřev
- ✓ **Postupy tavení v elektrické indukční peci:**
 1. *synteticky – ocelový odpad, nauhličovadla, feroslitiny*
 2. *polysynteticky (nejobvyklejší způsob) – ocelový odpad, vrat, třísky, surové železo, zlomková litina, nauhličovadla, feroslitiny*
 3. *přetavováním – bez nauhličování*
 4. *v elektrické indukční peci probíhá oduhličování (působením oxidů obsažených na povrchu vsázky) podle okysličujících reakcí*
 5. *nauhličování (nauhličujícími přísadami)*



Indukční kelímková pec

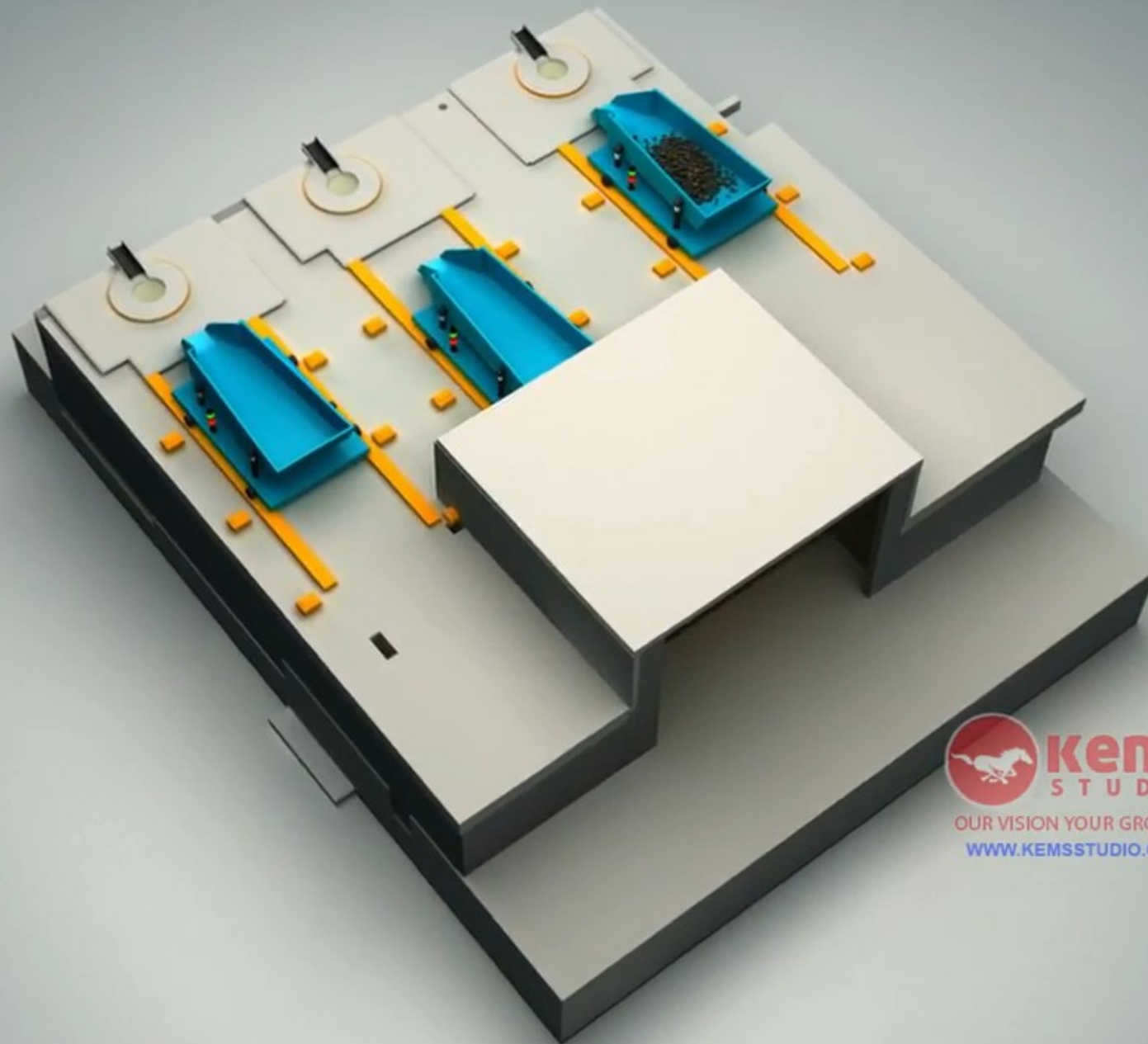
- ✓ Elektrické indukční pece jsou společně s kuplovnami nejdůležitějším tavicím agregátem pro výrobu litiny. Tyto pece jsou instalovány ve slévárnách z důvodů ekologických, metalurgických a provozních. Principem tavení je prostřednictvím elektrického oblouku a chemické energie z kyslíkopalivových hořáků
- ✓ Ekologické výhody jsou založeny na menším množství plynných i prachových exhalací, než je tomu při tavení v kuplovnách. Dále výhodou je snadnější zachycování
- ✓ **Metalurgické výhody jsou:**
 1. *velká operativnost provozu*
 2. *velká variabilita použitelných vsázkových surovin, je možno tavit i ze 100% ocelové vsázky*
 3. *snadná regulace tavicího procesu a možnost dosažení vysokých teplot*
 4. *míchání lázně zaručující homogenizaci teploty a chemického složení*
 5. *menší propaly prvků*



Indukční kelímková pec

- ✓ Provozní výhoda elektrických indukčních pecí je velká operativnost a pružnost. V kelímkových pecích v kterých se taví bez tekutého zbytku a je možné v po sobě následujících tavných výrobních krocích vyrábět litiny odlišného chemického složení. Roztavenou litinu můžeme v případě potřeby udržovat na teplotě



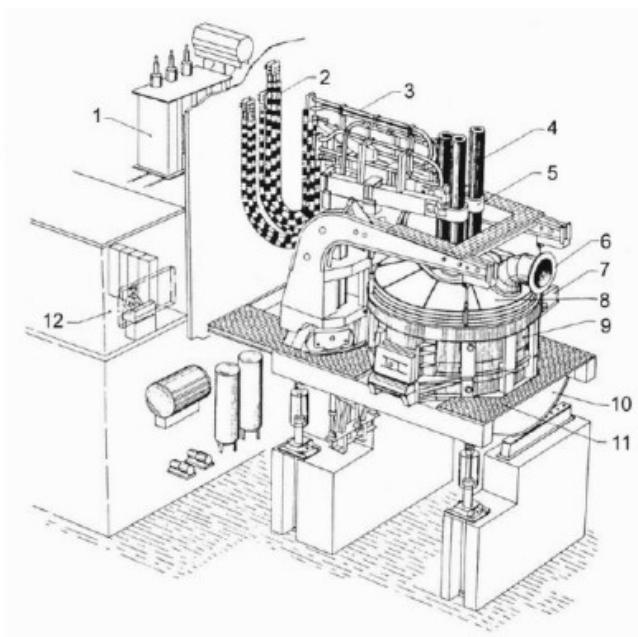


Elektrická oblouková pec



Elektrická oblouková pec

- ✓ Tavení prostřednictvím elektrického oblouku a chemické energie z kyslíkopalivových hořáků (jako přídatného zdroje tepla)
- ✓ Principem elektrické obloukové pece je přeměna elektrické energie v tepelnou, pomocí elektrického oblouku hořícího mezi elektrodami a vsázkou. Sáláním přechází teplo z elektrického oblouku do vsázky. Reakcí chemických prvků a průchodem proudu skrze vsázku vzniká teplo v peci



Konstrukce elektrické obloukové pece

1 – pecní transformátor, 2 – krátké cesty, 3 – chladicí potrubí, 4 – grafitové elektrody, 5 – držák elektrod, 6 – odvod plynů, 7 – odtok, 8 – víko pece, 9 – pecní prostor, 10, 11 – naklápěcí platforma umožňující vylití taveniny, 12 – řídicí systém.

Výhody a nevýhody

Kuplovna

Výhody:

1. plynulá dodávka kovu
2. vysoký tavicí výkon

Nevýhody

1. náročnost přípravy pece a výroba náročných druhů litin

Indukční kelímková pec

Výhody:

1. velmi přesné chemické složení a řízení teploty
2. bez použití surového železa
3. dokonalá homogenizace

Nevýhody:

1. vysoké provozní náklady a malý tavicí výkon

Elektrická oblouková pec

Výhody:

1. Obsluha pece je jednoduchá a vesměs automatická
2. Pružné řízení a regulace teploty vsázky

Nevýhody:

1. Odebírá značné výkony, které jsou koncentrovány na malém území, což klade nároky na elektrickou soustavu





Použitá literatura

- ✓ SKÁLOVÁ, Jana, Jaroslav KOUTSKÝ a Vladislav MOTYČKA. *Nauka o materiálech*. 4. vyd. V Plzni: Západočeská univerzita, 2010. ISBN 978-80-7043-244-0.
- ✓ FISCHER, Ulrich. *Základy strojnictví*. Praha: Europa-Sobotáles, 2004. ISBN 80-86706-09-5.
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: <https://www.viktormacha.com/klicova-slova/viadrus-foundry-453.html>
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: <https://www.sspu-opava.cz/static/UserFiles/File/sablony/STT I/VY 32 INOVACE B-06-03.pdf>
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: <https://www.google.cz/search?q=kuplovna+&tbm=isch&ved=2ahUKEwjlidGT-PHyAhUqu6QKHcJ2BgMQ2-cCegQIABAA&oq=kuplovna+&>
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: <https://www.kovosvit.cz/slevarna/zakladni-informace.html>
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: https://www.kovosvit.cz/download/FileUploadComponent-502448294/1456991881_cs_48db53e5d1e4edb83bc3ede266f43691.pdf
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: <https://inductionheating.nl/hoogfrequent-verwarmen/>
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: <https://kk.atomiyme.com/coreless-%D0%B8%D0%BD%D0%B4%D1%83>