

ODBORNÉ VZDĚLÁVÁNÍ ÚŘEDNÍKŮ
PRO VÝKON STÁTNÍ SPRÁVY
OCHRANY OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

Metalurgie neželezných kovů Slévárenství – Část 2

Ing. Vladimír Toman



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

Pro dále uvedené činnosti je charakteristické to, že jsou sice významné z hlediska výrob, ale z hlediska emisí do ovzduší se jedná o malé, maximálně střední zdroje. Proto pro ně nejsou stanoveny emisní limity ani v referenčních dokumentech BREF ani v legislativě České republiky. Významným zdrojem stížností na slévárny jako celek je pachová zátěž vyplývající z toho, že především při výrobě jader jsou používány postupy, u nichž jsou pojivem pryskyřice různého složení. Při odlévání roztaveného kovu pak vyhoří při tvorbě různých sloučenin, projevujících se navenek zápachem. Proto o dalších a spjatých činnostech bude dále pojednáno jen rámcově. Druhým důvodem je veliký počet různých v dalších činnostech používaných látek a jejich kombinací.

Neznamená to ale, že ani na těchto zařízeních nejde přijímat další opatření, především k omezení prašnosti.

Řada dále uvedených činností je provozována často v rámci jedné haly slévárny společně s tavením kovu. Jednotlivé zdroje jsou roztroušeny po hale a je velmi obtížné až nemožné je samostatně odprašovat. Řešením je sekundární odprášení hal, což je ovšem finančně náročné celkově, ale i z hlediska měrných nákladů na snížení emisí tuny prachu do okolí podniků.

Základními s odléváním kovů spjatými činnostmi jsou:

- Výroba modelů
- Suroviny a manipulace s nimi
- Úprava litiny
- Úprava neželezných kovů
- Výroba forem a jader
- Odlévání
- Dokončovací operace a operace po odlévání
- Tepelné zpracování odlitků
- Svařování kovů



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

Výroba modelů

Modely mají odpovídat tvarově a rozměrově požadovanému odlitku.

Vyráběné odlitky nemohou být lepší než modely použité pro jejich výrobu – platí i pro rozměrovou přesnost.

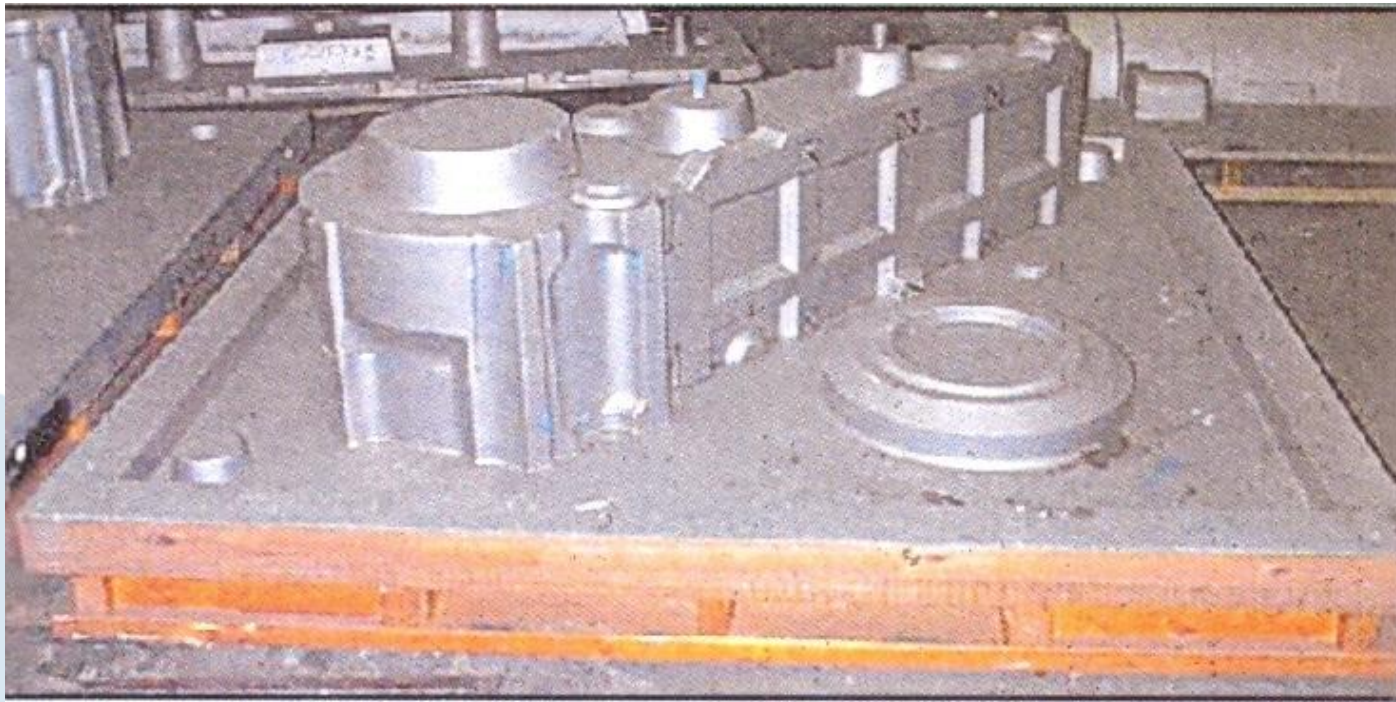
Modely si slévárna může vyrábět nebo nakupovat.

Modely jsou vyráběny pomocí různých nástrojů včetně CNC (computer-numerical-controlled) strojů.

Materiály pro výrobu modelů jsou různé, obvykle to bývají kov, umělé hmoty, dřevo, sádra. Vosk, umělá hmota a polystyrénový tmel se používají v postupech pro přesné lití a pro lití na spalitelný model. Pro spojení dílů modelu se používají mechanické spojky a lepidla, vosk, umělá hmota nebo polyesterový tmel, které se také využívají k vyplnění nebo tvorbě radiusů vnitřních rohů.

Modely se formují do písku

Dřevěný model



Zdroj: HUT (2003). „Foundry pictures database“. Helsinki University of Technology

Suroviny a manipulace s nimi

Hlavní tok surovin pro slévárny tvoří kovové housky, železný šrot a písek

Slévárny slitin neželezných kovů taví pouze interní vrat a slitinové housky. Přetavení externího kovového šrotu odpovídající kvality a složení (určují odvětvové, národní a evropské normy na kvalitu šrotu, případně technické specifikace metalurgických firem) tvoří část druhotné výroby kovu.

Slévárny slitin železných kovů používají surové železo, tříděný železný a ocelový šrot včetně vnitřního vratného materiálu.

Suroviny obsahující tavidla, odkysličovadla a vyzdívky jsou obvykle skladovány zakryté. Práškové materiály mohou být skladovány v silech a manipulace s nimi je prováděna pneumaticky.

Písek (ostřivo) je rozdělen přímo do sila pomocí pneumatického dopravníku, dopravního pásu nebo drapáku. Speciální ostřiva jsou dodávána ve vacích nebo cisternách.

Použité písky se skladují pro regeneraci v silech nebo na hromadách.

Tekutá pojiva a olejové produkty jsou dodávány v sudech, kontejnerech nebo cisternách. Skladovány jsou v dodaných kontejnerech, vlakové cisterny jsou vyloženy přímo do určených skladů.

Některá pojiva se používají v plynné formě, dodávány však jsou v kapalně formě. Manipulace s nimi je obdobné jako s kapalinami. Vypařování probíhá v uzavřeném vypařovacím zařízení různými metodami.

Ohnivzdorné materiály a další minoritní dodávky se skladují ve vnitřních prostorech.

Hrubé pevné zbytky (např. žáruvzdorný materiál, strusky) se skladují na oddělených hromadách, v rozdělených skladovacích prostorech nebo v boxech.

Jemným pevné zbytky se shromažďují ve filtrační jednotce do velkoobjemových vaků nebo kontejnerů, v nichž se skladují před dopravou k likvidaci.

Kovová vsázka do pecí se zváží. Složení vsázky je propočítáno. Různé prvky vsázky se dávkuje do sázecího zařízení (skip s výklopným dnem, vibrační dopravník). Do vsázky mohou být dodatečně přidány legující prvky – ferroslitiny nebo čisté kovy. Většina prvků se přidává až do roztaveného kovu, aby se zabránilo ztrátám kovu oxidací.



evropský
sociální
fond v ČR



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

Úprava litiny

O této problematice je pojednáno u části tavících agregátů.

Úprava neželezných kovů

O této problematice je pojednáno u části tavících agregátů.

Výroba forem a jader

Formy dělíme na

- pro jedno použití – po odlití odlitku jsou zničeny. Jsou vyrobeny z písku (ostřiva) a pojeny chemicky nebo jílem nebo jsou i bez pojiva.
- trvalé (formy vícenásobného použití) – pro tlakové, kokilové a odstředivé lití. Jsou vyrobeny z kovu. Výrobu kovových forem a kokil zajišťují většinou externí dodavatelé.

Základem směsi pro formování jsou žárovzdorná ostřiva. Pro výrobu jednorázových forem a jader znamenají společně s pojivy 95 – 99% z celkového množství použitých surovin. Ostřiva jsou různé druhy a jejich volba závisí na typu zpracovávaného kovu VČ. velikosti zrna.

Pojiva jsou látky vázající k sobě zrnka ostřiva (písku).

Nejčastěji se používá bentonit I – jílu s lamelární strukturou. Po přidání vody struktura jílu nabobtná – jílu se stává zpracovatelný a během zpracování pokrývá zrna písku.

Dalšími pojivy jsou pryskyřice – chemická pojiva. Dělí se na tuhnoucí za studena, plynem vytvrzovatelné pryskyřice a pryskyřice vytvrzované za horka. Po smíchání pryskyřice s pískem začíná reakce vytvrzování, vázání zrn písku a tvorba pevnosti formy. Patří sem např. pryskyřice furanové, polyuretanové, akrylové). Výběr závisí na typu odlévaného kovu.

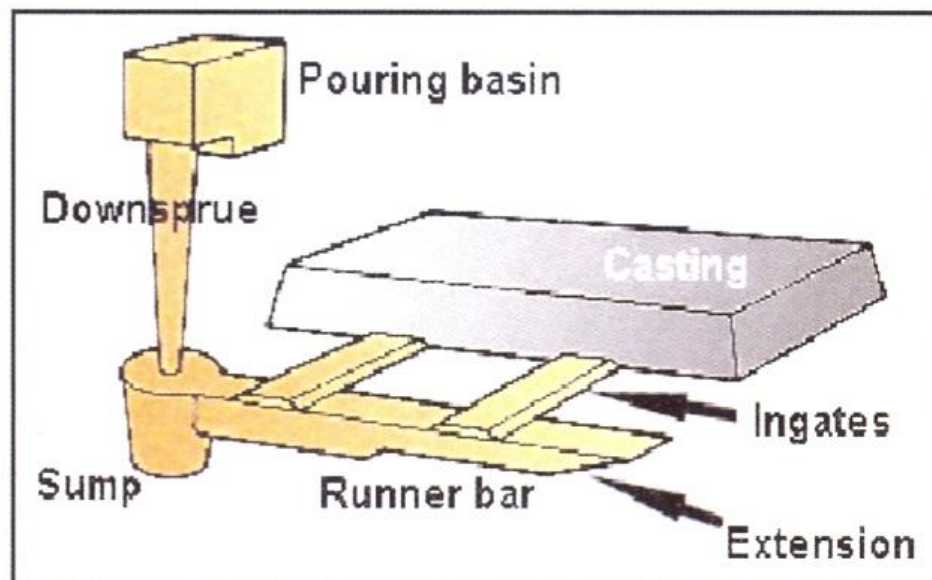
Lití, vtoky a nálitky, filtrace

Vtokový systém má řadu úkolů:

řídí přítok kovu do dutiny rychlostí, aby nevznikla vada odlitku způsobená studeným kovem,

- zabraňuje turbulenci kovu vstupujícího do formy,
- zabraňuje vstupu strusky a stěrů z taveniny do formy,
- zabraňuje vysoké rychlosti nárazu roztaveného proudu kovu do povrchu jader a formy,
- podporuje teplotní gradienty ve formě, což pomáhá vyrobit zdravý odlitek,
- snadno odděluje odlitek od vtokové soustavy.

Vtoková soustava - schéma



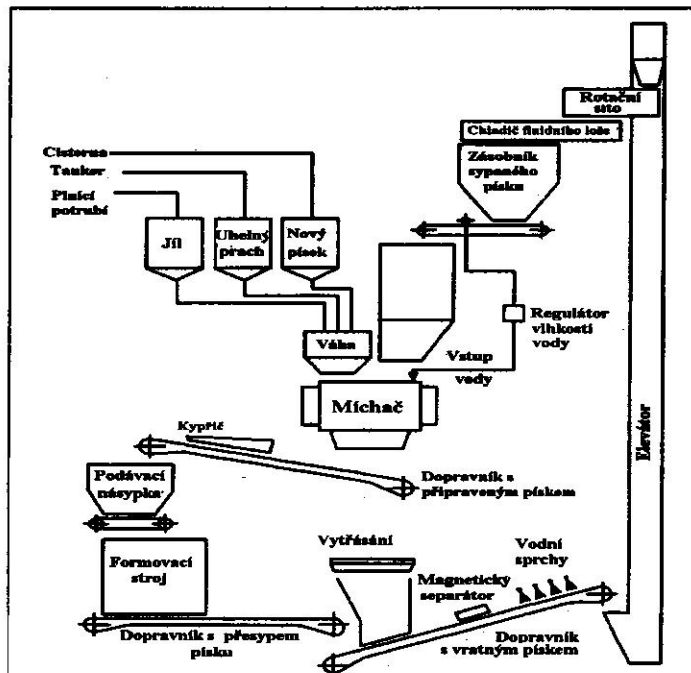
Pouring basin – vtoková lici jamka
Downsprue – vtokový kůl
Sump – dopadová jamka
Runner bar – struskovák (pro L.I.G),
rozdávěcí kanál (pro ocel)
Extension – přesah
Ingates – zářezy
Casting – odlitek

Zdroj: HUT (2003). "Foundry pictures database", Helsinki University of Technology

Úprava formovací směsi

spočívá v dopravě, prosévání, chlazení a mísení.

Výhodou bentonitové směsi je to, že formovací směs z forem může být po odlití upravena pro několikanásobné použití. Schéma úprav je následující:



Zdroj: Brown, J.R. (1999) "Foseco Non-ferrous Foundryman's Handbook 11th Ed.", Butterworth Heineman, ISBN 0 7506 4286 6

Formování a výroba jader do chemicky tvrzených směsí

Chemicky tvrzené systémy se primárně používají pro výrobu jader. Jádra vyžadují jiné chemické vlastnosti než formy. Vytvrzovací systémy používané pro výrobu jader mohou být jiné než systémy používané pro formy.

Jádra musí být schopna vydržet velké namáhání roztaveným kovem, když roztavený kov plní a naplní formu a často musí být odstraněna i z malých dutin ve ztuhlém odlitku. Znamená to, že vazný systém musí umožnit výrobu pevných tvrdých jader, která se po ztuhnutí odlitku rozpadnou.

Proto jsou jádra vyráběna z křemenného písku (nebo příležitostně z olivínového nebo zirkonového ostřiva) a účinných chemických pojiv. Ostřivo s pojivem je umístěno do jaderníku, v němž je v požadovaném tvaru zpevněno. Pak je jádro vyjmuto. Vytvrzování směsi se děje chemickou nebo katalytickou reakcí nebo teplem.

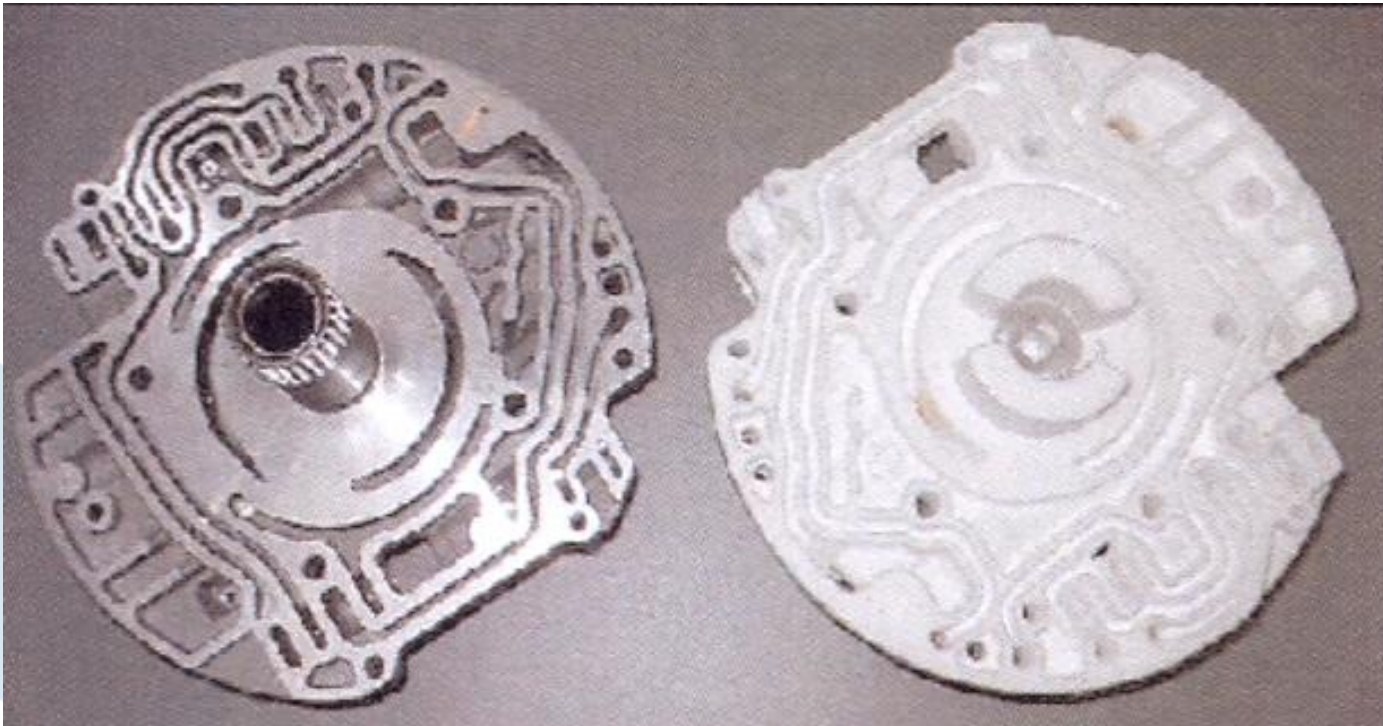
Obrázek ukazuje furanová jádra:

Furanová jádra



Zdroj: HUT (2003). "Foundry pictures database", Helsinki University of Technology

Jednorázový polystyrenový model pro výrobu odlitků metodou spalitelného modelu (vpravo) a příklad odlitku vyrobeného touto metodou (vlevo)



Zdroj: HUT (2003). "Foundry pictures database", Helsinki University of Technology

Nanášení nátěrů

Na povrchu se jádra a formy natírají nátěry na bázi vody nebo alkoholu. Po nátěru na bázi vody se pak provádí ohřev formy/jádra v sušící peci horkým vzduchem, infračervenými paprsky nebo mikrovlnami, nátěry na bázi alkoholu se suší prostým zapálením. Pokud nejsou zapáleny, probíhá sušení řízeně při odsávání s úpravou emisí VOC.

Na obrázku nanášení nátěru na bázi vody ponořováním s následným sušením v horkovzdušné peci.

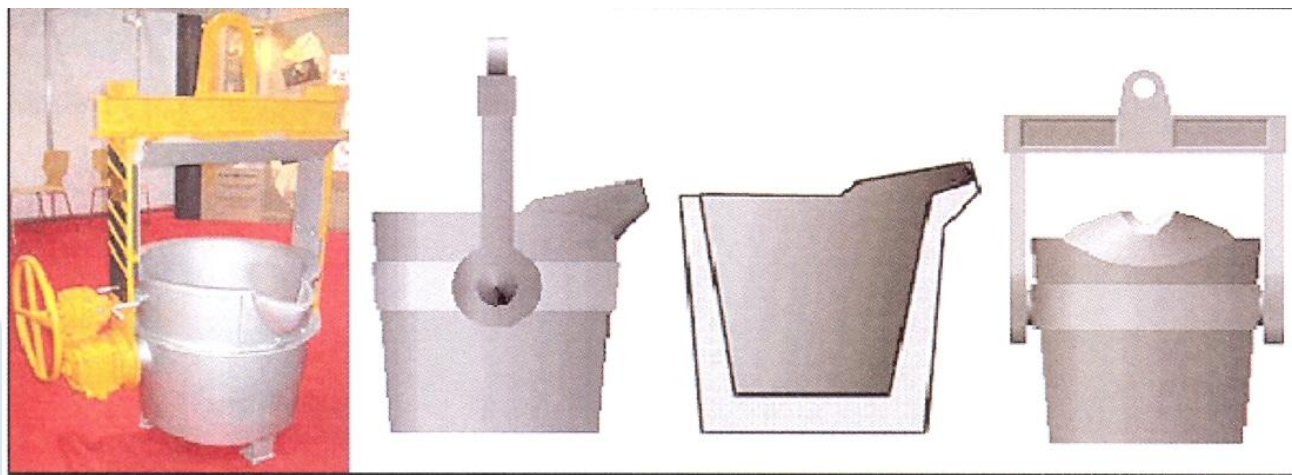


Zdroj: HUT (2003). "Foundry pictures database", Helsinki University of Technology

Odlévání

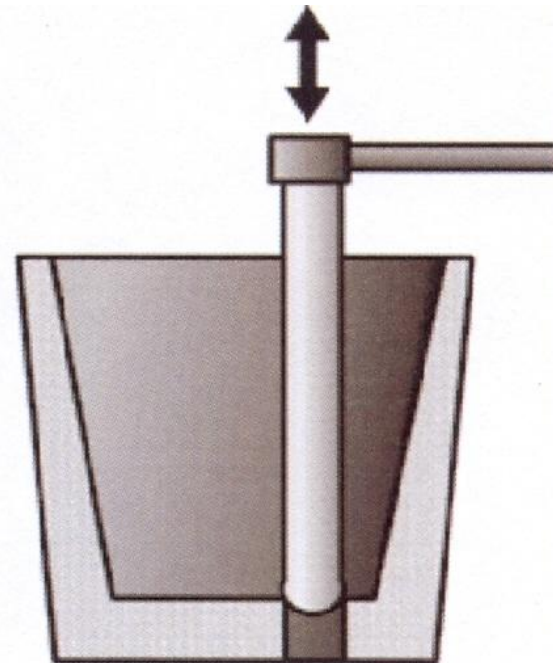
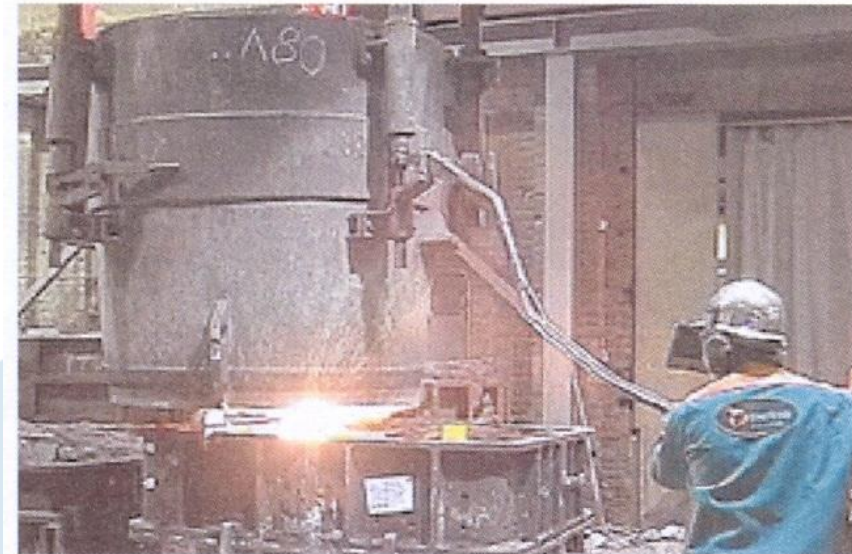
je ústřední činností při výrobě odlitků. Dokončená forma je vyplněna tekutým kovem za působení gravitační síly, odstředivé síly nebo tlaku. Po odlití je odlitek ochlazen (aby bylo dosaženo jeho ztuhnutí), je odstraněn z formy pro další chlazení a úpravu.

Typ pánve pro dolévání roztaveného kovu:



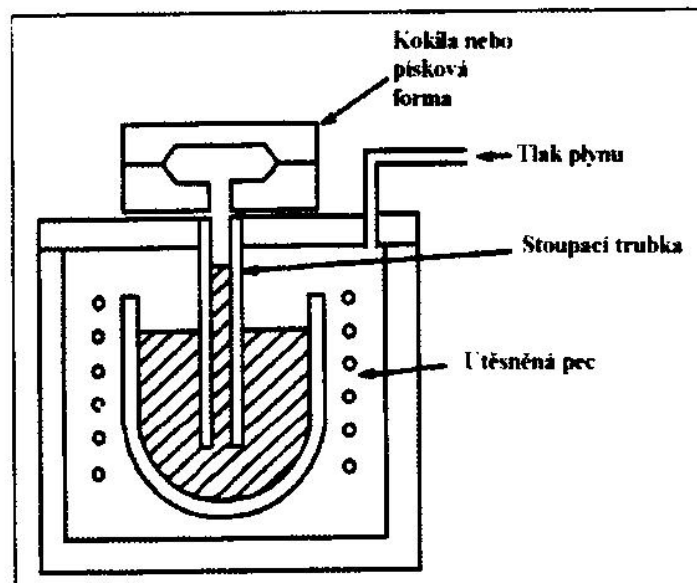
Zdroj: HUT (2003). "Foundry pictures database", Helsinki University of Technology

Licí pánev se spodní výpustí



Zdroj: HUT (2003). "Foundry pictures database", Helsinki University of Technology

Princip nízkotlakého lícího stroje



Zdroj: HUT (2003). "Foundry pictures database", Helsinki University of Technology

Odlitek s vtokovou soustavou a nálitky



Zdroj: HUT (2003). "Foundry pictures database", Helsinki University of Technology

Dokončovací operace a operace po odlévání

Dokončování surových odlitků zahrnuje všechny úpravy potřebné pro zajištění konečného výrobku.

Podle procesu mohou být provedeny různé kroky, ke kterým patří:

- odstranění vtokového systému – ulomováním, prostřihováním, pálením, odřezáváním,
- odstranění zbytkové formovací směsi z povrchu odlitku a jader v dutinách odlitku – provádí se většinou v tryskacích kabinách, tryskacím materiálem může být vše od tryskací drti po skleněné korálky. Odlitky jsou do kabin vkládány v dávkách. Pro menší odlitky se používá pohyblivý pás, velké odlitky se tryskají ručně vodou nebo vzduchem o vysokém tlaku. Vzniklá směs drti a kovového odpadu se předává dále ke zpracování.
- Odstranění zateklin v dělicí rovině – výronky a nepravidelnosti se odstraňují za pomoci kotoučových nebo pásových brusek. Pro malé zbytky kovu na povrchu se také používá čištění v bubnu omíláním.

V automatizovaných linkách se používají operace:

- obrážení – pro odstranění předem navržených otřepů, provádí se speciálně navrženými nástroji – velmi rychlé.
- Frézování – pro menší série odlitků

Další operací je oprava vad zavařováním – většinou se používá svařování obloukem. Může se při tom použít inertní plyn. Tzv. drážkování se používá u ocelových odlitků a spočívá ve vytváření žlábků pro odstranění vad.



Tepelné zpracování odlitků

Pro odlitky ze železa existují dva základní typy tepelného zpracování, které se používají:

- žíhání
- kalení.

V případě žíhání je napětí v odlitku způsobené litím a následným ochlazováním sníženo a struktura se stane rovnoměrnou.

V případě kalení se odlitek ohřívá nad teplotu fázové přeměny a odlitek je následně rychle zchlazen. Různých výsledků lze dosáhnout použitím vody, oleje nebo kalením na vzduchu. Po kalení se většinou provádí operace popouštění, při které je výrobek znovu ohřát na tzv. popouštěcí teplotu (nižší než teplota fázové přeměny) a opět zchlazen různými způsoby kalení.

Temperování litiny se od kalení a popouštění liší. Při této operaci je licí struktura odlitku transformována na odlitek s bílým nebo černým lomem v závislosti na postupu.



evropský
sociální
fond v ČR



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

Odlitky z neželezných kovů a jejich slitin se převážně používají v odlitém stavu.

Pokud jsou požadovány u odlitku pro některé aplikace vyšší mechanické hodnoty vyšší, než jakých lze dosáhnout pouhým odlitím materiálu, provádí se tepelné zpracování

- žíhání
- řízené ochlazování
- tepelné zpracování
- umělé stárnutí
- precipitace.

Pro tepelné zpracování jsou používány následující typy pecí:

- komorová pec – např. vozová pec, pec s horním víkem, nístějová pec, tunelová pec. Ohřev se provádí elektřinou, plynem (většinou zemním plynem) nebo topným olejem.
- šachtová pec – především pro zpracování trubek a podobných profilů odlitků, které jsou zavěšeny ve vertikální poloze. Šachtová pec je vytápěna elektřinou, plynem (většinou zemním plynem) nebo topným olejem
- žíhací pec – používá se pro temperování odlitků. Z hlediska konstrukce se jedná o komorové pece se stejným ohřívacím médiem.

Pro jednotlivé typy základního kovu odlitku se používají následující typy tepelného zpracování odlitků:

- pro litinu s kuličkovým grafitem:
 - žíhání na odstranění vnitřního pnutí
 - rozpouštěcí žíhání – pro rozpuštění karbidů
 - žíhání na vytvoření feritické matrice
 - normalizační žíhání na vytvoření perlitické matrice
 - tvorba kalených a popouštěných struktur
 - austenitické popouštění litiny s kuličkovým grafitem.
- pro ocel:
 - normalizační žíhání s chlazením vzduchem
 - austenitizace, kalení a temperování
- pro hliník:
 - žíhání
 - homogenizační žíhání
 - rychlé zakalení
 - umělé stárnutí
 - precipitaci.