

Polotovary vyráběné odléváním

Odlévání je způsob výroby součástí z kovů nebo jiných tavitelných materiálů, při kterém se tavenina vlije do formy, jejíž dutina má tvar a velikost odlitku. Ztuhnutím taveniny ve formě vznikne **odlitek**.

Odléváním se vyrábějí většinou předměty složitého tvaru, které nelze vyrobit jiným způsobem (kování, obrábění)

Slévárenská výroba

Technickým podkladem pro výrobu odlitku je výkres součásti. V oddělení technické přípravy výroby se zhotoví výkres polotovaru (odlitku), podle kterého modelárna vyrobí modelové zařízení (modely, jaderníky, šablony). Pomocí těchto zařízení se ve formovně zhotovují formy. Mají-li se v odlitku vytvořit dutiny, použije se k tomu jader, která se vyrábějí v jadernících nebo šablonami. Při kusové výrobě se vyrábějí formy ručně, při sériové se používá formovacích strojů. Formovací materiál se připravuje v úpravně formovacích materiálů. Většina forem se odlévá na syrovo, ostatní formy se suší. Vysušením se forma stává pevnější. Potom se forma složí a připraví k lití. Tekutý kov se připravuje v tavírně v tavicích pecích. Na místo odlévání (licí pole) se dopravuje v licích pánvích.

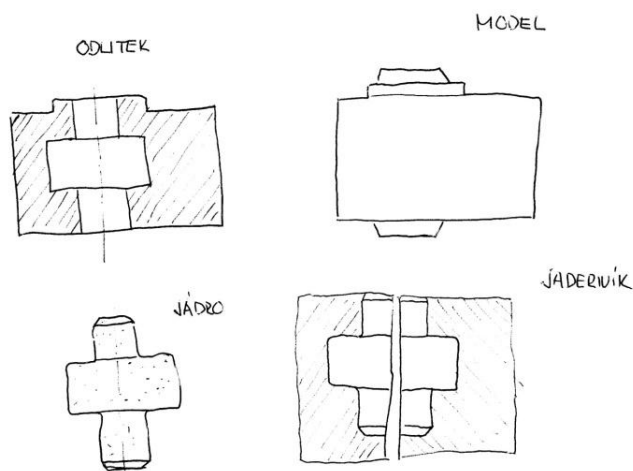
Po odlití a ztuhnutí se odlitek vyjme (vytluče) z rámu, je to tzv. **surový odlitek**.

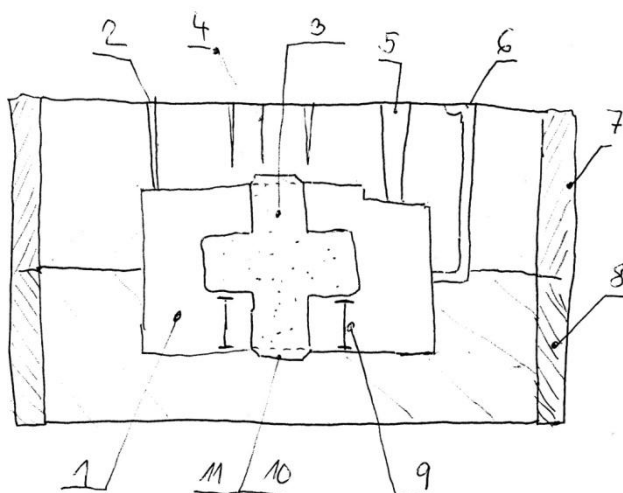
Po odstranění vtokové soustavy, výfuků, náliktů, jader, písků a švů se odlitek dle potřeby tepelně zpracovává → **hrubý odlitek**

Vratný materiál - vtoky výfuky – zpět do tavírny (oběh kovu)

- modely, jaderníky a formovací rámy – do skladů
- upotřebený formovací materiál – do úpravny materiálu (oběh formovacích látek)

Postup výroby odlitků





- | | |
|----------------------|--------------------|
| 1 – dutina formy | 7 – horní rám |
| 2 – výfuk | 8 – spodní rám |
| 3 – jádro | 9 – podpěra jádra |
| 4 – průduchy | 10 – známka jádra |
| 5 – nálipek | 11 – známkové lože |
| 6 – vtoková soustava | |

1) Modelové zařízení

Modely

Má tvar shodný s odlitkem, nepatrně se liší rozměry a některými částmi (známky). Model je větší o míru smrštění kovu nebo slitiny, ze které je odlitek odléván. Znamka – výstupek na modelu – ve formě vytváří lůžko pro jádro

Dle složitosti součástí – model z jednoho kusu nebo dělený. K zajištění vzájemné polohy u dělených modelů – v dělicí rovině – spojovací čepy.

Kusová a malosériová výroba → modely ze dřeva

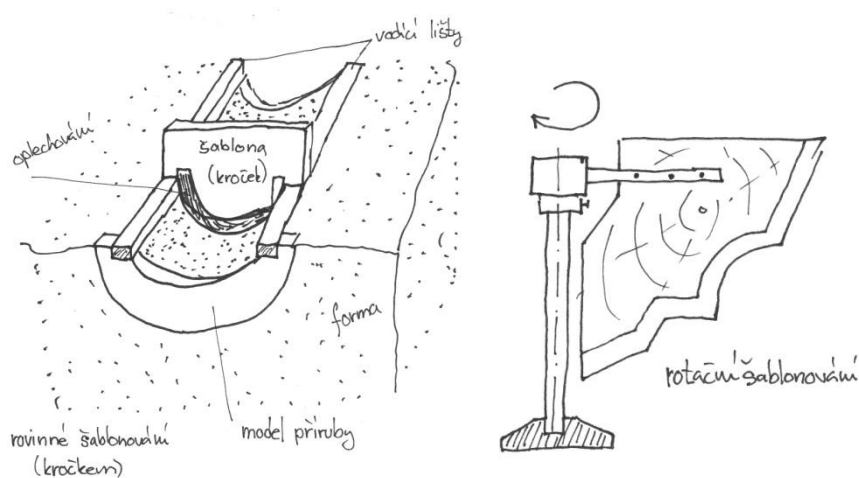
Sériová výroba → kovové modely

Šablony

Vhodně upravené prkno s okrajem dle tvaru odlitku. Z důvodu opotřebení okraj okován plechem, nebo celá šablona z plechu.

- rotační šablonování

- posuvné šablonování (kročkem)



Jaderníky

- trvalé formy na výrobu jader
- většinou ze dřeva, v sériové výrobě z kovu

Konečná úprava dřevěných modelů a jaderníků – **lakování** – brání vnikání vlhkosti z formovacího materiálu a tak deformaci dřeva.

2) Formovací látky

Požadavky: tvárnost, pevnost, soudržnost, prodyšnost, žáruvzdornost, rozpadavost.

Složky – **ostřivo**

- **pojivo**

Použitím různých druhů ostřiv a pojiv dostaneme směsi s různými technologické vlastnosti

Nejpoužívanější **ostřivo – křemenný písek**

Pojivo dává formovací směsi soudržnost, tedy vaznost za syrova a pevnost po vysušení nebo za vyšších teplot. Nejčastěji – **hlína nebo jíl**

Druhy písků

- **Modelový písek** – pěchuje se přímo na model. Je to nový upravený písek.
- **Výplňový písek** – vyplňuje ostatní prostor formovacího rámu. Je to starý upravený písek.

Nevýhoda pískových forem – pouze na jedno použití – **formy netrvalé, ztracené.**

formy polotrvalé – většinou z keramických hmot – menší série

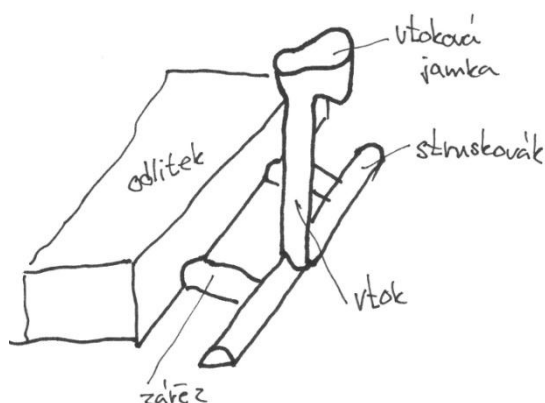
formy trvalé - kokily – kovové, hromadná výroba kovů s nízkou teplotou tavení

3) Technologický postup ručního formování

Formy – **na syrovo** – formy nejsou sušené, kov se odlévá do forem o normální vlhkosti písku

- **na sucho** – formy se vypalují na vyšší teplotu

Vtoková soustava



Vtok – většinou kruhovitého průřezu, směrem dolů se zužuje

Struskovák – slouží k zachycení nečistot

Pro vtokovou soustavu platí, že průřezy se od vtokové jamky přes vtokový kůl, struskovák až po zářez musí zužovat.

Nálitky

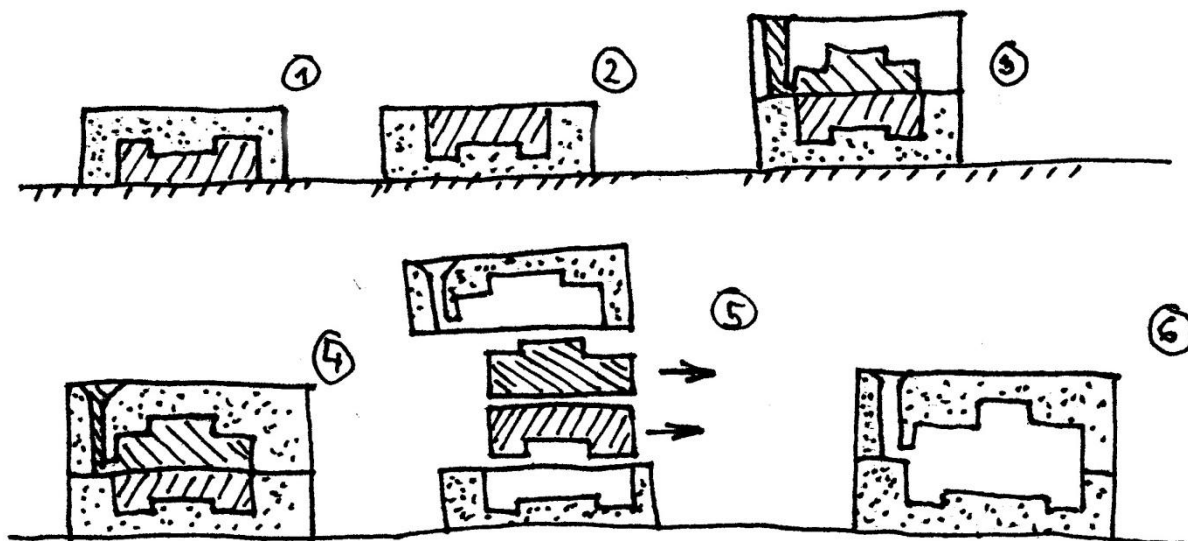
Po odlití nastává tuhnutí provázené objemovými změnami – objemovým úbytkem odlévané slitiny. Tento úbytek musí být doplňován z nálitky → musí tuhnout naposledy. Metoda vepsaných koulí.

-otevřené – vyústíují do horní poloviny formy

- uzavřené – umístěny uvnitř formy

Ze zhotoveného odlitku nálitek odstraňujeme uražením, řezáním, upálením kyslíkoacetylenovým plamenem.

Formování do dvou rámu



Formy jsou složeny ze dvou polovin oddělených dělicí rovinou (musí jít vyjmout model), u složitých odlitků – více částí)

Nejprve se na podkladovou desku (půdnici) usadí spodní část dvoudílného modelu a formovací rám -1-. Po zapěchování se přebytečná směs shrne pravítkem-2-. Tím se získá spodek formy. Na obrácený spodek se usadí horní část modelu, model vtokové soustavy (případně i modely nálitků) a horní rám -3-. Dělicí rovina se zapráší dělicím práškem a zapěchuje se horní rám -4-. Po rozebrání formy a uvolnění modelu (poklepáním se model vyjme) -5-. Forma se opraví, uhladí a složí -6-.

Strojní formování

Výhody: vyšší produktivita práce, přesnější odlitky méně zmetků, odstranění lidské námahy...

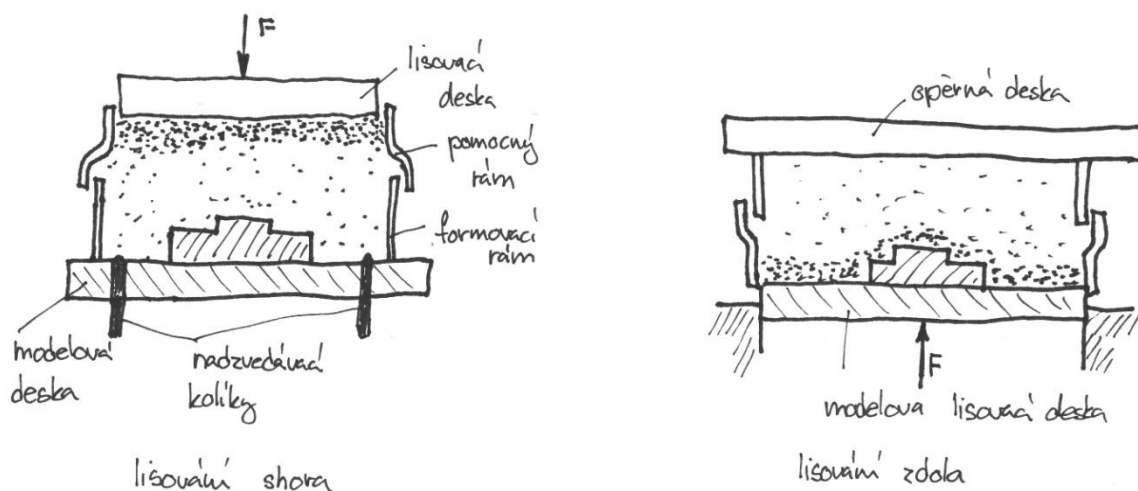
Zmechanizováno bylo hlavně pěchování formovacích materiálů a vyjímání modelů z forem.

Základní pomůckou strojního formování je modelová (formovací) deska. Na ni jsou trvale připevněny modely odlitků a modely prvků vtokové soustavy. Modelová deska je opatřena

zajišťovacími a nadzvedávacími kolíky, které zajišťují přesné umístění formovacího rámu na modelové desce a jeho správné zvedání kolmo k dělicí rovině.

Zhušťování formovací směsi se provádí buď lisováním, střešáním nebo metáním.

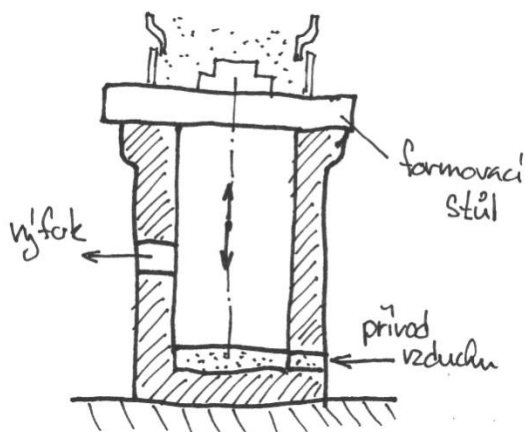
Formování lisovacími stroji (lisy)



Na modelovou desku se připevní formovací a pomocný rám. Po naplnění obou rámu formovací látkou se tlakem lisovací desky přemístí formovací látka z pomocného rámu do formovacího. Největší zhuštění – pod lisovací deskou, kde však má být prodyšná, aby z ní mohly snadno odcházet plyny. U modelu má být zhuštění co největší. Tento způsob je vhodný pro ploché a jednoduché odlitky. Je to tzv. **lisování shora**. Uvedené nevýhody odstraňuje **lisování zdola** nebo **oboustranné lisování**.

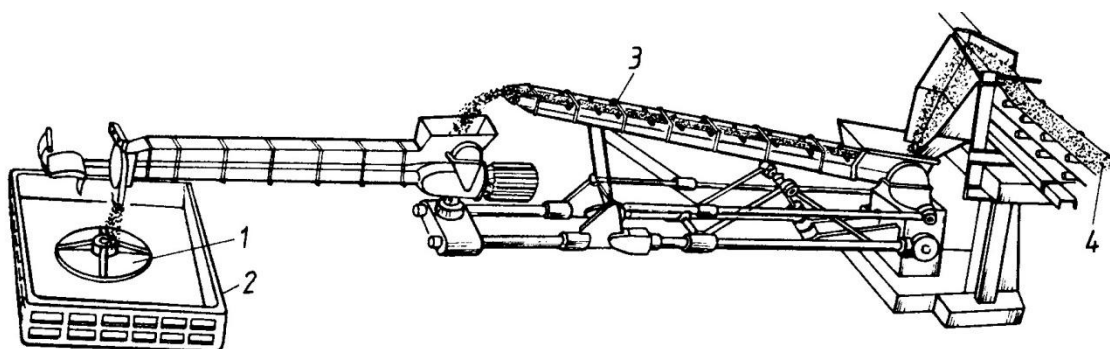
Formování střešacími stroji

Písek se zhušťuje nárazy formovacího stolu. Horní vrstvy jsou zhuštěny nedostatečně, forma se musí dolisovat, či dopěchovat. Používáme pro malé a středně velké odlitky.



Formování metacími stroji

Princip je metání formovacího materiálu na model rotující lopatkou v metací hlavě. Metací hlava je na kloubovém ramenu, takže s ní lze pohybovat nad celou formou. Tato metoda je vhodná pro velké a hluboké formy.



Metací formovací stroj (pískomet)

1 – model, 2 – formovací rám, 3 – dopravní pás, 4 – formovací materiál

Sériová výroba jader ze směsí s velkou rychlostí vytvrzování

- Stroje foukací – směs proudem vzduchu
- Stroje vstřelovací – mají vstřelovací hlavu, z níž je dopravováno potřebné množství směsi tlakem vzduchu naráz do jaderníku

Sušení forem a jader

- Sušíme, abychom zvětšili jejich pevnost a prodyšnost a odstranila nežádoucí vlhkost
- Sušením se zdražuje a zpomaluje výroba, suší se jen ty formy které sušení potřebují vzhledem ke své velikosti, tvaru, tloušťce stěn a formovací látky. Snížením vlhkosti se zabrání vzniku velkého množství par, jež by mohly odlitek poškodit.
- Teplota 150 až 600°C
- Povrch forem a jader se většinou po sušení barví, stejným barvivem jako před sušením. Barví se ihned po vysušení, aby barvivo teplem vyschlo

Zvláštní způsoby lití

Lití do kokil

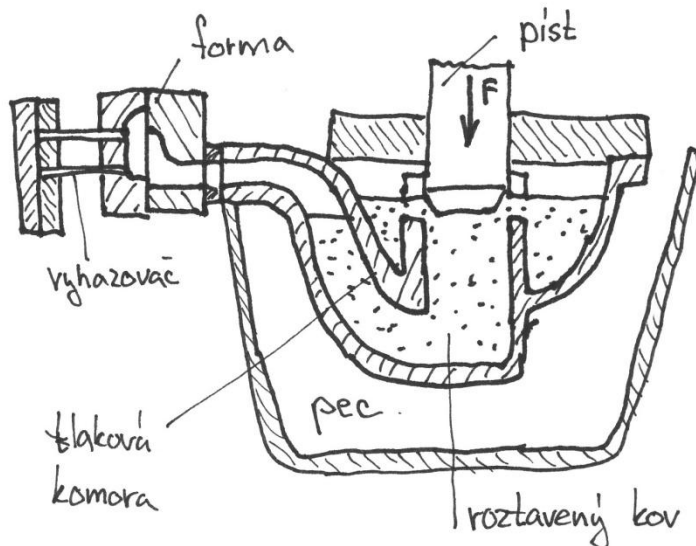
- Pro výrobu odlitků, hlavně z neželezných kovů se používá kovových forem – kokil. Kokily mohou být celokovové nebo kombinované s pískovými jádry
- Materiál forem nejčastěji ocel, či litina
- Životnost kokil 200 až 200000 odlitků
- Výhody – tvarově a rozměrově přesné odlitky s jemnozrnnou strukturou (vlivem rychlého ochlazení), zlepšení pracovního prostředí a možnost automatizace
- Nevýhody – drahá forma

Lití pod tlakem

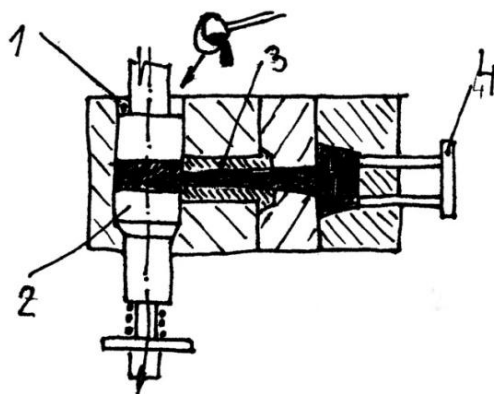
- Výrobky přesné ($\pm 0,05$ až $0,2$) s vysokou kvalitou povrchu, obrábět musíme jen funkční plochy
- Kovové formy s kovovými jádry
- Podstata je vyplňování kovové formy roztaveným kovem při vysokém tlaku – umožňuje odlévat tenkostěnné odlitky
- Rychlá práce, produktivní, dá se mechanizovat

Dva způsoby

1. Stroje s teplou tlakovou komorou – kov se přímo ve stroji taví a vhání do připojené formy stlačeným vzduchem nebo pístovým mechanismem.



2. Stroje se studenou tlakovou komorou – kov se taví mimo stroj a potřebné množství kovu ke zhotovení jednoho odlitku se před odlitím nalévá do tlakové komory

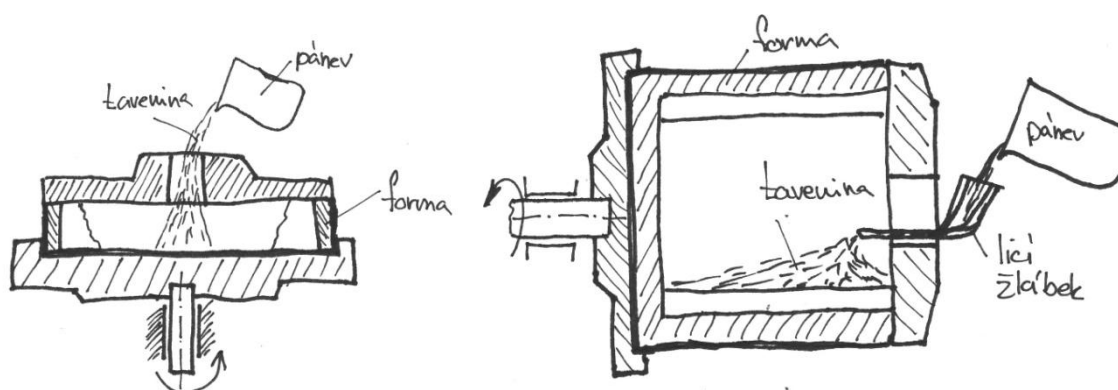


1. plnicí válec, 2. Spodní píst – k vyražení zbytku mater., 3. vtok, 4. vyhazovač

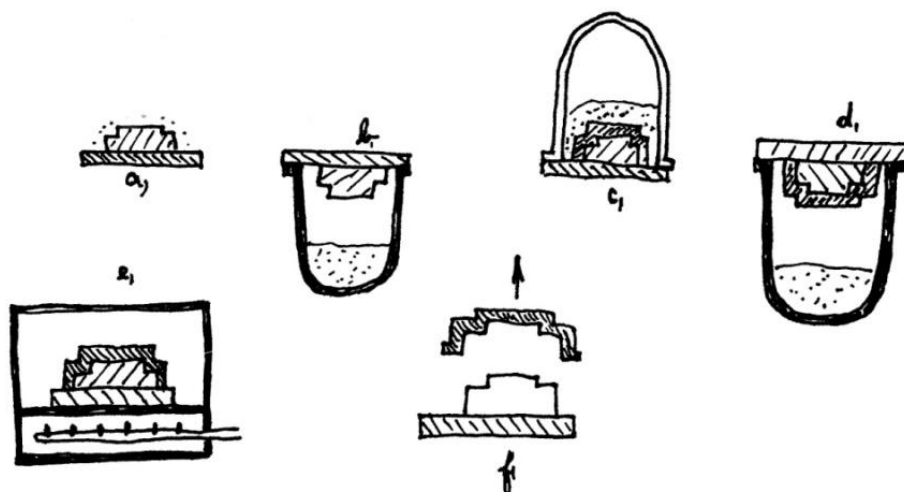
Lití pod tlakem – v automobilovém, motocyklovém, elektrotechnickém průmyslu, ale i spotřební průmysl (součásti fotoaparátů, nádobí, ...)

Odstředivé lití

- kov odléván do rotující formy
- plyny, struska, vměstky a jiné nečistoty – menší měrná hmotnost než má litá slitina – oddělují se na vnitřní plochy odlitku
- používá se k lití válcových součástí – trubky, válce, kroužky, nelze lít nerotační
- výhody – úspora jádra vtokové soustavy, výfuků, odlitky bez bublin
- dle osy rotace – **odstředivé liti svislé a vodorovné**
- nevýhody předchozí odstraňuje vícenásobný lici systém, lití nízkotavitelnékovy a slitiny



Lití do skořepinových forem



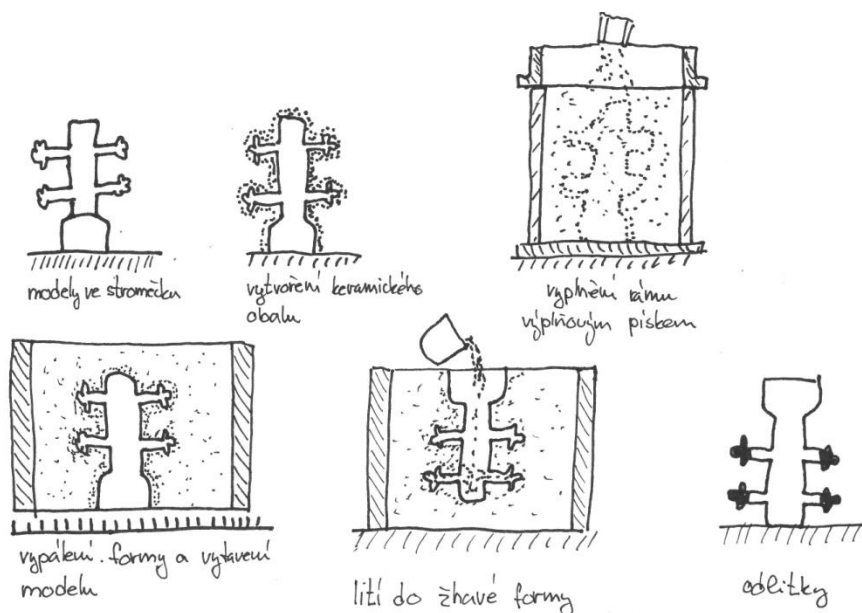
K výrobě skořepinových forem se používá směs křemenného písku s přísadou 5 – 10% syntetické pryskyřice.

- a) Modelová deska ohřátá na teplotu asi 250 °C se postříká dělicím prostředkem (silikonový olej)
- b) Potom se přiklopí modelová deska na zásobník
- c) Zásobník se překlápí o 180°, výdrž je 8 až 20 vteřin dle požadované tloušťky (5 až 12 mm)
- d) Po otočení nádoby do původní polohy odpadne přebytečná nenatavená směs z desky na dno nádoby
- e) Pak se modelová deska spolu se skořepinou vloží do pece a skořepina se asi při 300°C polymerizuje a skořepina se vytvrdí
- f) Po ukončení vytvrzování se skořepina z modelové desky sejme
- g) Pak se forma složí dle vyformovaných čípků, spojí se lepením, sešroubováním, vloží se do vhodného rámu a obsype pískem. Tím je forma připravena k lití.

Používáme pro menší odlitky asi do 30 kg v sériové výrobě. Velmi dobře se odlévají složitější odlitky (žebrované válce motorů, součásti čerpadel ...)

Lití do forem získaných metodou vytavitelného modelu

- Jedná se o metodu přesného lití do nedělených forem (možnost odlévat libovolné tvary) s velmi hladkým povrchem.
- Nevýhoda – technologicky náročná výroba – vhodná pro velké série
- Model vyrobený z vytavitelných (spalitelných) materiálů se i s vtokovou soustavou namočí do samovolně tuhnoucí keramické směsi, tak se vytvoří keramický obal. Ten se nechá vysušit a postup se opakuje, až se dosáhne předepsané tloušťky stěny formy. Modely se z forem vytavují, vzniklá skořepina se vloží do formovacích rámců a zbylý prostor se vyplní křemenným pískem.
- Po vytavení modelu se formy vypalují v tunelových pecích při teplotě 900 až 1050°C, tím se forma zpevní a vypálí se zbytky modelových hmot. Odlévá se do žhavých forem (900 °C).
- Používá se pro klenotnické odlitky, chirurgické nástroje, součásti vozidel, zbraní apod.



Technologické zásady při navrhování odlitků

- Správná volba materiálu s ohledem na funkční a technologické požadavky
- Odlitek má mít hladké, jednoduché tvary o stejnoměrné tloušťce stěn
- Odlitek nemá mít ostré úhly a hrany, je nutno volit správné zaoblení
- Různé tloušťky stěn mají být spojeny pozvolně
- V jednom místě by se mělo spojovat co nejméně stěn
- Tloušťky stěn se mají směrem k nálitkům zvětšovat
- Volit správné přídavky na obrábění
- Odlitek navrhnu tak, aby šel model vyjmout z formy – úkosity
- Vnitřní stěny odlitku chladnou pomaleji, proto se konstruuji slabší
- Pokud není nutno, nemá mít odlitek výčnělky a osazení, protože zvětšují hromadění kovu, podporují vliv nebezpečných přechodů a trhlin

Přesnost odlitků je stanovena normou, která rozděluje odlitky do 6 stupňů přesnosti, těmto stupňům přesnosti odpovídají určité mezní úchyly.

Použitá literatura

M.HLUCHÝ, J. Kolouch, R. Paňák. *Strojírenská technologie 2: Polotovary a jejich technologičnost*. Praha: Scientia, 1998. ISBN 80-7183-117-4.

MIROSLAV.HLUCHÝ A KOLEKTIV. *Strojírenská technologie 2: Polotovary a jejich technologičnost*. Praha: SNTL, 1979. ISBN 04-221-79.