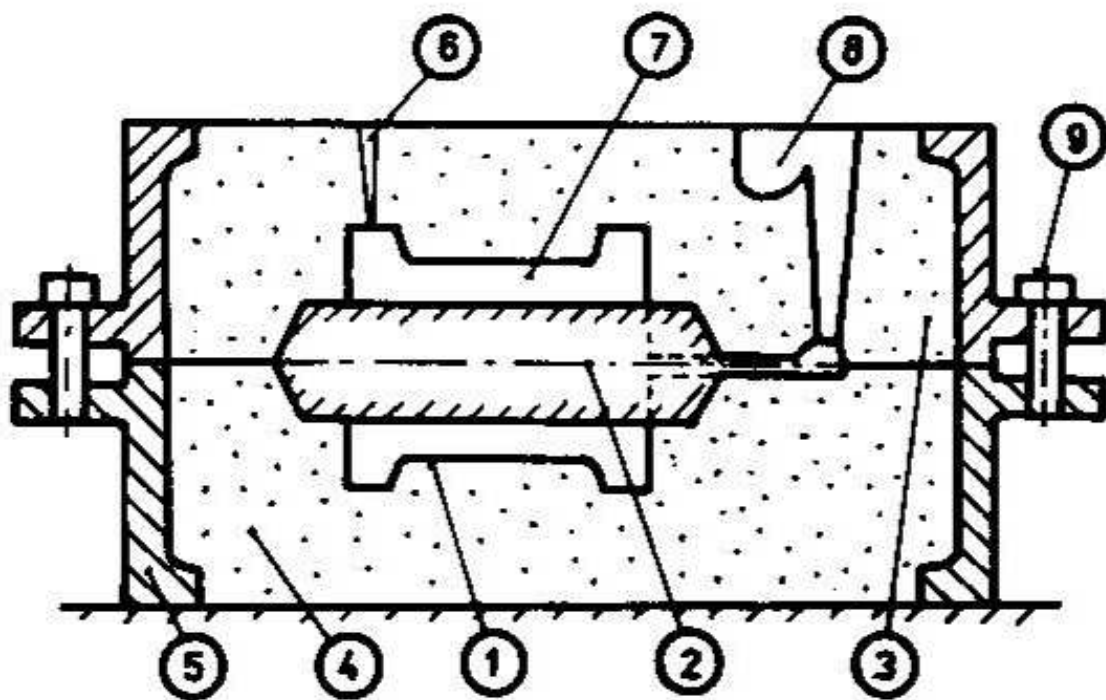


8. SLÉVÁRENSTVÍ

Je jedna z netřískových technologií, výrobní odvětví, kdy se zhotovují výrobky - odlitky litím roztaveného kovu, resp. slitin kovů do slévárenské formy. Po vyplnění slévárenské formy kovem a po ztuhnutí kovu (slitiny) ve formě získáváme odlitek. Tímto způsobem se zhotovují velmi členité výrobky, např. součásti a stojany pro výrobu textilních strojů.



- | | |
|----------------------------------|----------------------|
| 1 - líc formy | 7 - dutina formy |
| 2 - jádro | 8 - vtoková soustava |
| 3 - horní část formy | 9 - středící kolíky |
| 4 - dolní část formy | |
| 5 - formovací rám | |
| 6 - průduchy (výfukové kanály) | |

Obr. 8 - 1 Schéma pískové slévárenské formy

Části formy se nachází vtoková soustava. K uvolnění vznikajících plynů ve formě při odlévání slouží výfukové kanály.

Pískové formovací směsi

Pískové formovací směsi se skládají z těchto složek:

1. Ostřiva
2. Pojiva
3. Přísad.

Formovací směsi jsou tvárnivé materiály, od kterých se vyžaduje dobrá formovatelnost, vazkost, pevnost pro vysušení, žáruvzdornost, chemická stálost, dobrá rozpadavost. Uvedené vlastnosti jsou závislé na ostřivu a pojivu.

1. Ostřivo je křemenný podíl se zrny většimi než 0,02 a činí asi 50 - 90 % formovacího materiálu. Podle původu se dělí na přirozené (křemenné písky z lomů nebo z vodních nánosů)

Slévárenská výroba se skládá z těchto dílčích operací:

1. Výroba slévárenských forem a jader
2. Tavení a úprava slévárenských slitin
3. Odlévání, tuhnutí, vyjímání odlitků z forem, úprava a kontrola odlitků.

8.1 Výroba slévárenských forem a jader

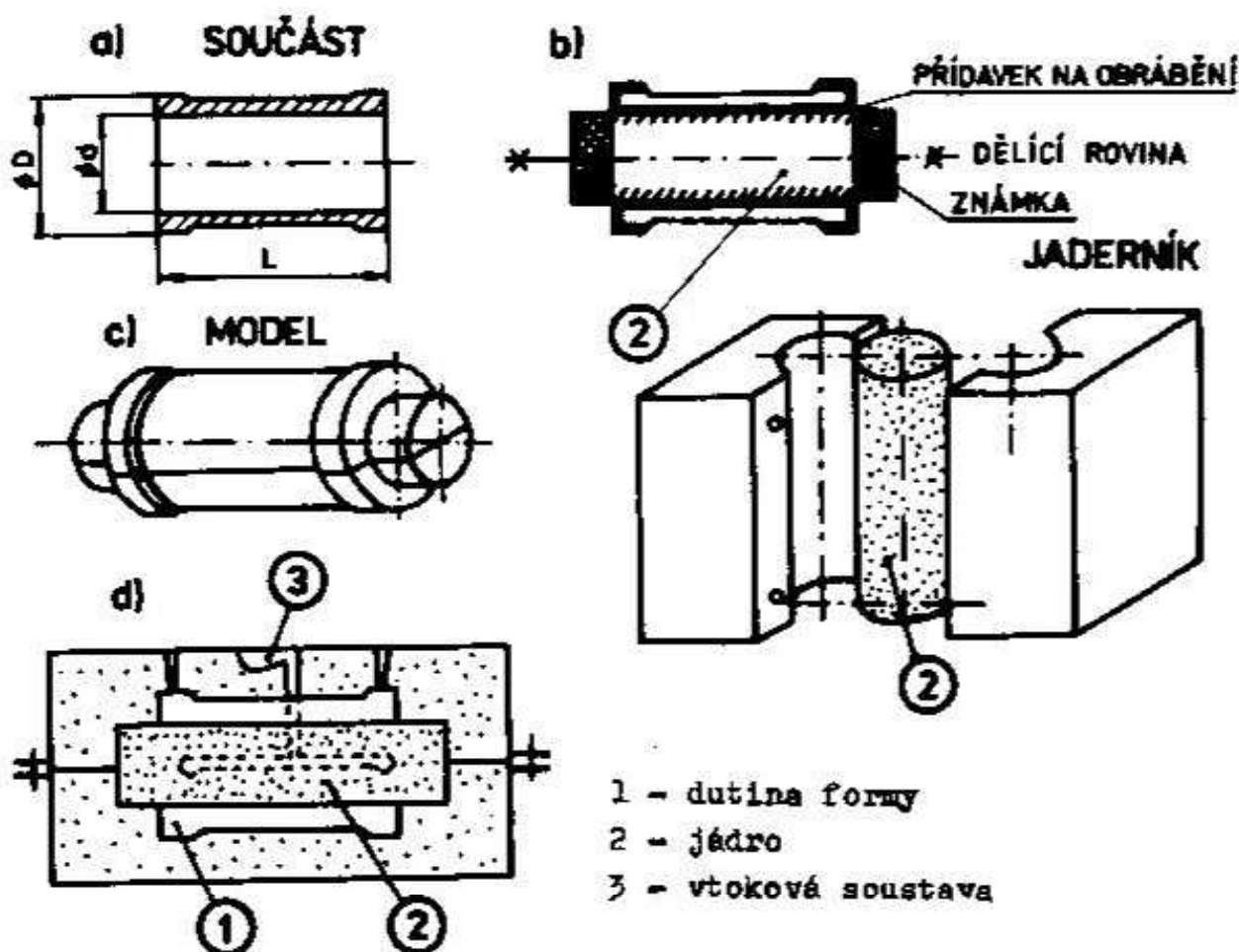
Slévárenská forma je v podstatě nádoba, vyrobená ze žáruvzdorného materiálu. Dutina formy odpovídá svým tvarem budoucímu odlitku (je negativem odlitku).

Slévárenská forma může být kovová, písková, sádrová, keramická i z dalších vhodných materiálů, t.j. žáruvzdorných materiálů.

- A) Kovové formy se nejčastěji vyrábějí z ocelí tř. 17 a 19, popřípadě z litiny. Kovové formy se nazývají kokily. V těchto formách se provádí až tisícičetný počet odlití; říkat odlitků je nepřesné, neboť jedním odlitím se může vyrobit více odlitků najednou. Jsou to formy trvalé.
- B) Keramické formy jsou vyrobeny ze speciálních materiálů. Jsou to formy polotrvalé sloužící k více odlitím. U těchto formovacích směsí pojivo tvoří fenolformaldehydové pryskyřice.
- C) Pískové formy jsou formy velmi často používané k odlévání litiny, slitin hliníku, oceli na odlitky atd. Materiál formy je tvořen pískovou formovací směsí. Tyto formy jsou pouze na jedno použití - tzv. netrvalé. Pískové formy mohou být před odlitím vysušené (sušené v celém objemu); přisušené (sušené pouze na lici formy); nebo nesušené - tzv. syrové.

Schéma pískové formy slévárenské je uvedeno na obr. 8 - 1.

Písková slévárenská forma bývá tvořena z více částí, nejčastěji půlená, skládající se z horní a spodní části. Vnější tvar formy vymezují kovové slévárenské rámy, které jsou vyplněny formovacím materiálem, tzv. slévárenským pískem. Vzájemnou polohu rámu a tím i částí slévárenské formy zabezpečují vodící kolíky. Uvnitř formy je pomocí modelu vytvořena dutina. Plocha dutiny formy, která je po odlití ve styku s kovem, se nazývá líc formy. Dutina formy může obsahovat i jádro. V horní



a - výkres součásti

c - modelové zařízení

b - výkres modelu

d - schéma pískové formy

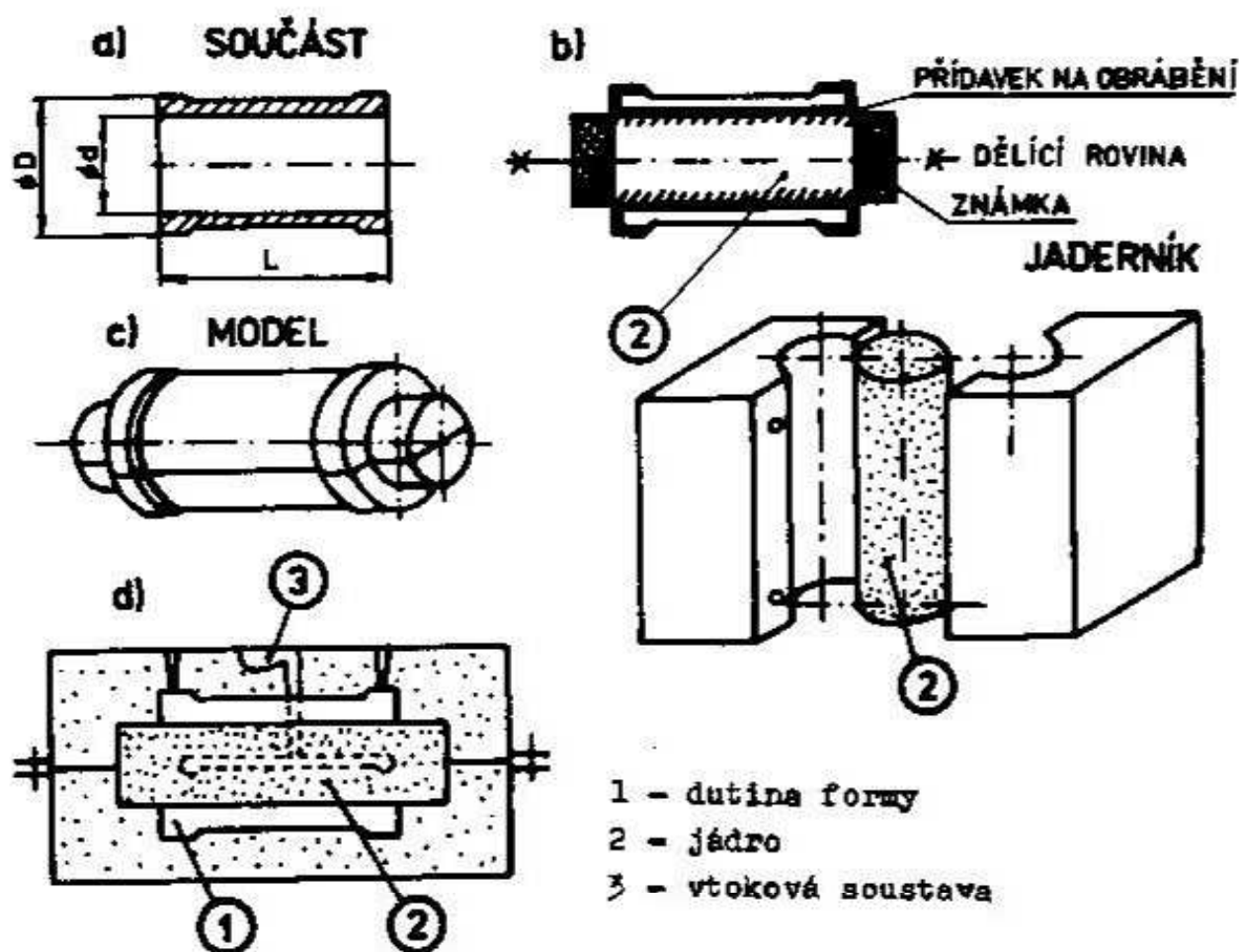
Obr. 8 - 2 Schéma pomůcek potřebných pro výrobu pískové formy

Model je větší o míru smrštění než budoucí odlitek:

- smrštění šedé litiny je 1 %
- smrštění slitin Cu je 1,6 %
- smrštění ocelolitiny 2 %
- smrštění oceli na odlitky 2,0 %
- smrštění slitin Al 1,6 %
- smrštění Al bronzů 2,2 %

Model se může vyrábět skoro z každého materiálu, který splňuje svou povrchovou hladkost. Dnes nejčastěji používaným materiálem pro výrobu modelů je měkké dřevo; snadno se obrábí a má malou měrnou hmotnost. Dřevěné modely se opatřují nátěrem, který má několik funkcí:

- podle barvy modelu usuzujeme materiál odlitku a s ním i smrštění, pro odlévání:



a - výkres součásti

c - modelové zařízení

b - výkres modelu

d - schéma pískové formy

Obr. 8 - 2 Schéma pomůcek potřebných pro výrobu pískové formy

Model je větší o míru smrštění než budoucí odlitek:

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| - smrštění šedé litiny je 1 % | - smrštění slitin Cu je 1,6 % |
| - smrštění ocelolitiny 2 % | - smrštění oceli na od- |
| - smrštění slitin Al 1,6 % | lítky 2,0 % |
| | - smrštění Al bronzů 2,2 % |

Model se může vyrábět skoro z každého materiálu, který splňuje svou povrchovou hladkost. Dnes nejčastěji používaným materiálem pro výrobu modelů je měkké dřevo; snadno se obrábí a má malou měrnou hmotnost. Dřevěné modely se opatřují nátěrem, který má několik funkcí:

- podle barvy modelu usuzujeme materiál odlitku a s ním i smrštění, pro odlévání:

a umělé (korund, magnezit atd.). Nejrozšířenější minerál je křemenný písek, vyskytující se v přírodě v různých velikostech zrna. Tavní teplota je asi 1700 °C, je hlavní složkou přirozených i umělých formovacích směsí. Šamot je vhodným ostrivem pro výrobu těžkých ocelových odlitků. Korund je vysoce žáruvzdorný materiál.

2. Pojiva je ta část formovací směsí, která má velikost částic pod 0,02 mm a umožňuje soudržnost směsí. Pojiva se dělí na:
- anorganická
 - organická

Anorganická pojiva jsou nejvíce rozšířena, jsou na bázi jílu, rozlišují se tři druhy těchto pojiv:

Kaolinit - je nejběžnější, má vysokou žáruvzdornost, ale váže velké množství vody.

Montmorilonit je velmi vazný, používá se pod obchodním názvem bentonit.

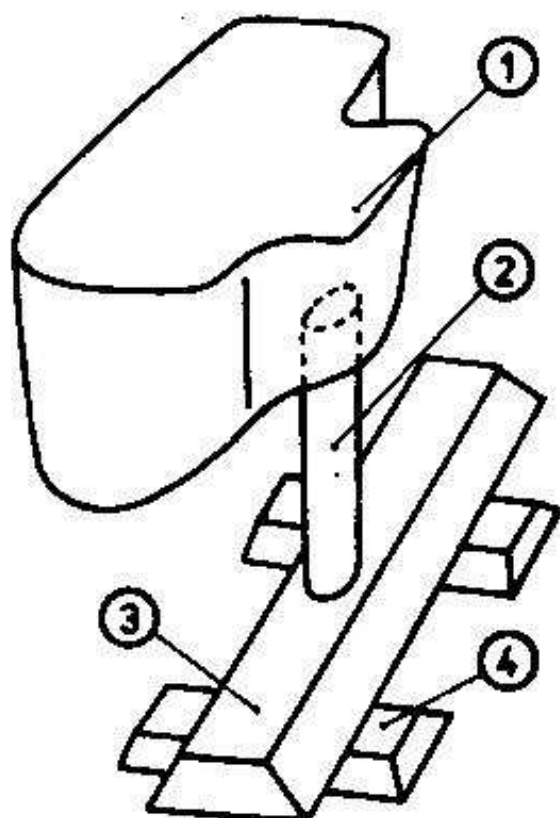
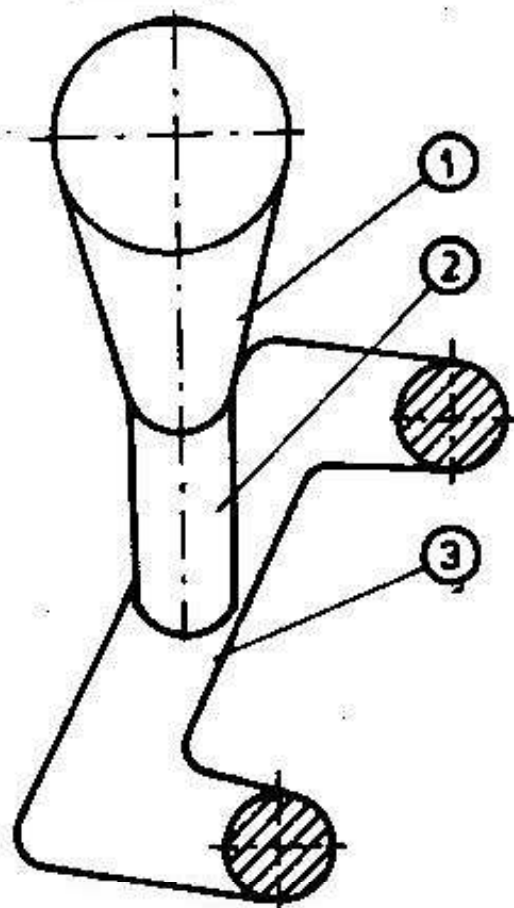
Illit má vlastnosti mezi oběma předchozími, je hlavním pojivem přirozených směsí.

Organická pojiva mají malou vazkost za syrova, velkou po vysušení. Jsou to tuky, oleje, sacharidy, pryskyřice.

3. Přísady jsou hlavně barviva a dělicí látky, které zabránějí přilepení formovacího písku na model, odlitek. Upravují i vlastnosti slévárenských forem např. prodyšnost.

Podkladem pro výrobu odlitku, resp. jeho výrobu dutiny formy je kótovaný výkres součástky, která se má vyrobit. Tvar této součástky se někdy upravuje tak, aby se usnadnila výroba formy a snížilo se nebezpečí vzniku vad (to je trhlina na odlitku atd.). Dále se zvětší některé rozměry o slévárenské přídatky, neboť kovy při tuhnutí se smršťují a zakreslí se přídatné nálitky. Pak podle tohoto výkresu se zhotoví výkres modelového zařízení a podle něj se vyrábí příslušné modely a jaderníky až dutina formy. Na obr. 8 - 2 je uvedeno schéma pomůcek potřebných pro výrobu netrvalé slévárenské formy.

Model je pracovní pomůcka, která slouží k výrobě dutiny formy. Při výrobě formy se tento model zasypává ve formovacím rámu formovací směsí. Model má stejný tvar jako budoucí odlitek ale liší se o míru smrštění odlévaného kovu (kovy při tuhnutí se smršťují, což se projevuje zmenšením objemu).

A) PRO LITINU**B) PRO OČEL**

- 1 - lící jamka (nálevka) 3 - rozváděcí kanál
 2 - svislý vtokový kanál 4 - zářezy

Obr. 8 - 3 Schéma vtokových soustav

Pro výrobu slévárenských forem se používá formovací deska, horní a dolní rám, formovací materiál, model, jádro a separační prostředky a formovací nástroje.

Postup výroby jednoduché formy je následující:

1. Na připravenou modelovou desku položíme formovací rám a do něho model vždy širší části dolů a mírně ke straně (event. část modelu). Model zasypeme formovací směsí, kterou upěchujeme a zarovnáme pravítkem. Tak vzniká spodní část formy.
2. Takto vyrobenou část formy otočíme o 180° a pomocí vodících kolíků usadíme horní rám, do kterého opět nasypeme formovací směs a upěchujeme, zarovnáme pravítkem.

šedé litiny - červeně rumělková
litá ocel - ultramarin
bronz, mosaz- žluť chromová
Al slitiny - šedě perlová
Mg slitiny - zeleň trávová

- chrání model proti navlhlosti
- zlepšuje kvalitu povrchu odlitku

Model může být nedělený i dělený, to podle složitosti odlitku. Často bývá model opatřen úkosy, které jsou důležité pro snadné vyjímání modelu z formy.

Jádro je část formy, které slouží k výrobě dutiny odlitku. Jádro se vyrábí v jaderníku (to je dřevěná nebo kovová forma). Podle polohy jádra ve formě rozlišujeme jádra pravá a nepravá.

Jádro pravé - vytváří průchozí otvor v odlitku (je obklopeno roztaveným kovem ze všech stran). Nepravé jádro slouží k vytvoření určitého detailu na povrchu odlitku, je obklopeno kovem jen z určité části.

Jádra se vyrábí, buď z formovací pískové směsi nebo ze speciální směsí.

Jaderníky jsou dřevěné nebo kovové, jejich dutina se zaplňuje formovací směsí a tak se zhotoví jádro. Většinou jsou dělená, často velmi složitá, sestavené z mnoha dílů.

Někdy místo modelů se dutiny slévárenských forem vyrábí pomocí šablon, a to lze u tvarově vhodných odlitků, to je má-li odlitek jednoduchý rotační nebo přímkový tvar.

Vtoková soustava je soustava kanálů, které slouží k dopravě roztaveného kovu do dutiny formy. V podstatě rozlišujeme dva druhy vtokových soustav:

- A - pro odlévání litiny (licí jamka);
- B - pro odlévání oceli a dalších kovů (nálévka)

Schéma obou druhů vtokových soustav s popisem jednotlivých částí je uvedeno na obr. 8 - 3.

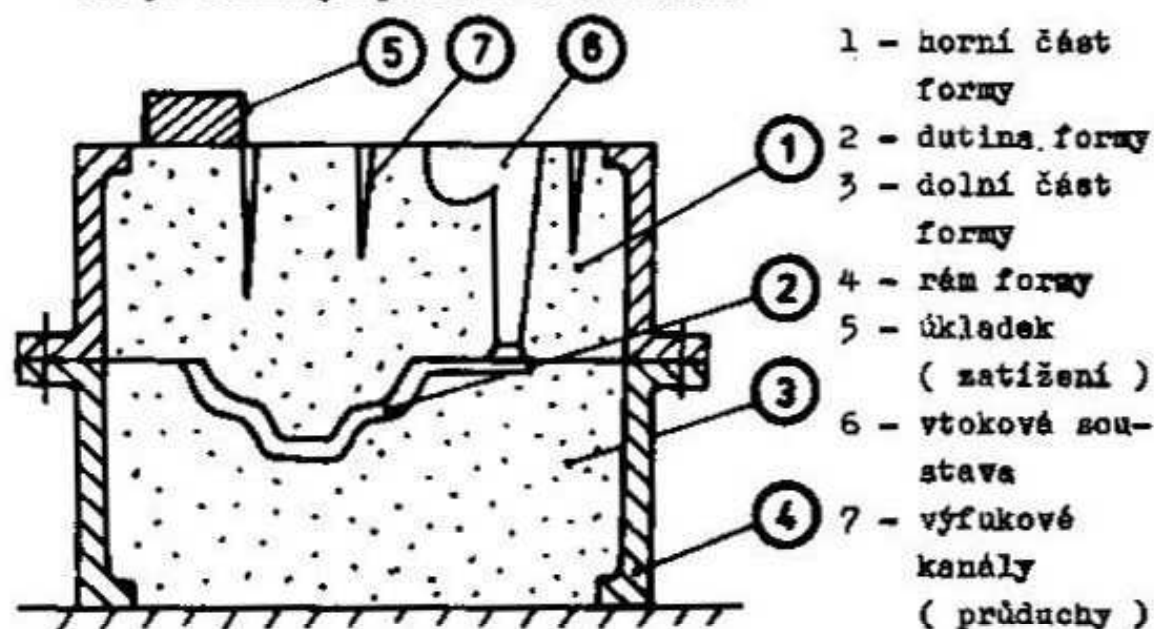
Výroba pískových slévárenských forem

Postup při výrobě pískových forem může být ruční (na model, na šablonu) nebo strojní, tj. pomocí modelové desky.

kteřá umožňuje neustálé dodávání roztaveného kovu do odlitku při jeho tuhnutí, tím se zamezí vzniku staženiny v odlitku.

5. Pak následuje složení obou částí formy, které jsme opatřili separačním prostředkem, což zajistíme pomocí vodících kolíků.

Tím je forma připravena k odlévání.



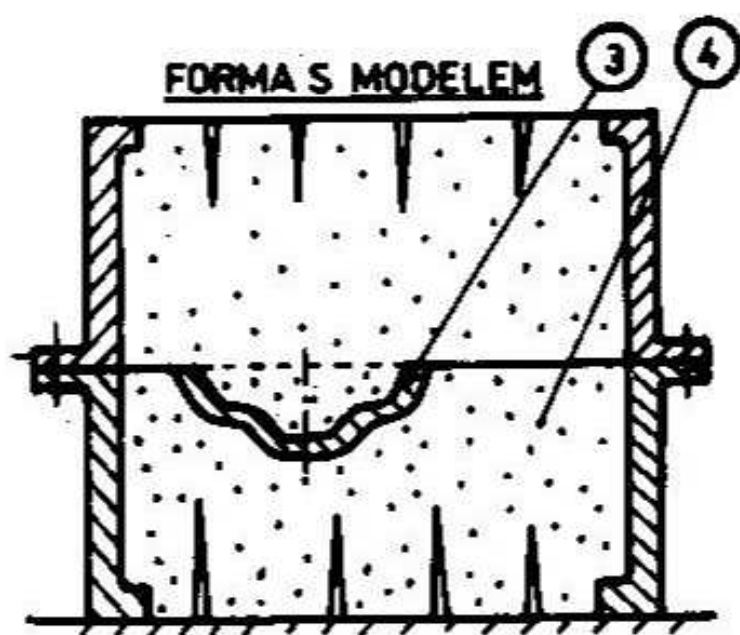
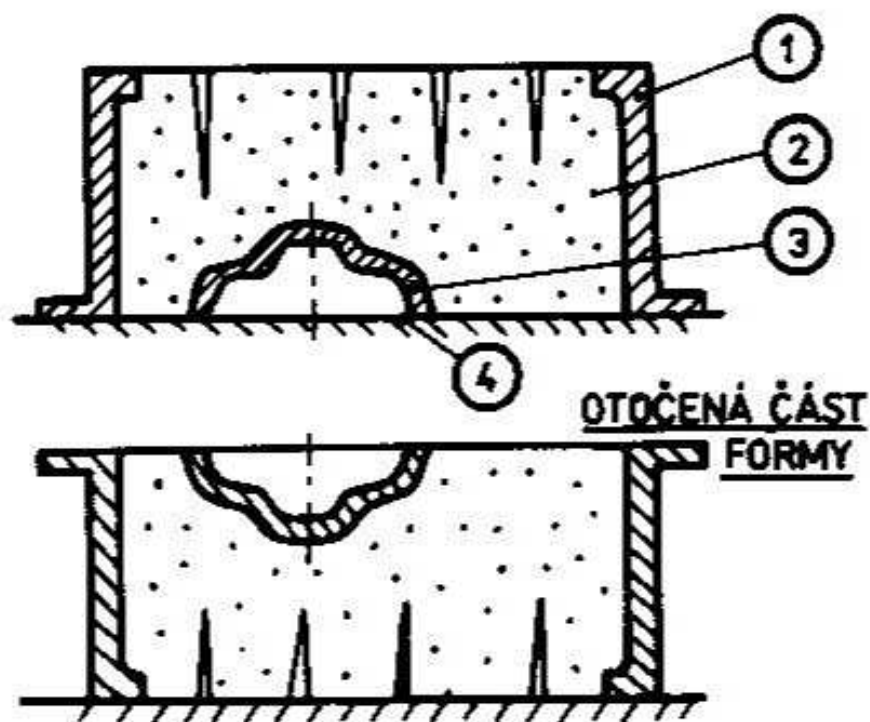
Obr. 8 - 4 Schéma formy připravené k odlévání

Strojní formování se používá při výrobě odlitků v seriové výrobě. Místo jednotlivých modelů se používá modelová deska. Je to deska, na kterou jsou připevněny části modelů. Tato deska se připevňuje na stůl modelového stroje. Při výrobě se rámy vkládají na modelovou desku, po nasypání formovací směsi následují strásání a dolisování, čímž se vyrábí jednotlivé části formy.

Výroba odlitků pomocí vystavitelného modelu:

Některé speciální způsoby výroby slévárenských forem vedou k výrobě velmi hladkých a rozměrově přesných odlitků. Mezi tento způsob patří výroba odlitků pomocí vytavitelného modelu. Tato metoda se používá v s.p. ELITEX, Kdyně při výrobě přesných součástí textilních strojů, u kterých vyžadujeme velikou a vysokou kvalitu odlitků. Princip metody spočívá na vlastnostech vosků a jejich chování při vyšší teplotě.

Připravené voskové modely, které mají tvar budoucích od-



- 1 - formovací ráh
- 2 - část formy
- 3 - model v řezu
- 4 - část formy

3. Oddělíme obě části formy a ze spodní vyjmeme model.
4. V obou částech formy zhotovíme (vyřízneme) vtokovou soustavu, event. prostor pro nálitek.

Nálitek je úmyslně vyrobená dutina ve formě, resp. objemu tuhnuocího kovu, spojená s odlitkem i vtokovou soustavou,

8.2 Tavení a úprava slévárenských slitin

Nejčastěji používanými slévárenskými slitinami jsou slitiny železa - šedá litina

- tvárná litina

- ocel na odlitky

a celá řada neželezných kovů a jejich slitin. Silumíny-slitiny Al - Si, slitiny Cu, Mg, Zn.

Tavící zařízení

Kuplovna - je šachovitá pec sloužící k výrobě šedé litiny.

Při výrobě litiny se používá surové železo, vratný materiál, koks, vápenec, ferrosilicium. Vápenec je struskotvorná přísada. Ferrosilicium ovlivňuje krystalizaci litiny.

Po roztavení vsázky vzniklá litina se vypouští, buď přímo do pánve nebo do předpecí, které slouží jako zásobárna roztaveného kovu a umožňuje jeho homogenizaci.

Elektrická pec - slouží k tavení ocelí, obsahuje určitý počet grafitických elektrod. Hořením oblouku mezi elektrodami vyvolává teplotu asi 3 200 °C, která natavuje kovovou vsázku a struskotvorné přísady.

Elektrická indukční pec - taví se v ní legované oceli, kdy potřebujeme zachovat přesné chemické složení. Vsázku dáváme do kelímku z nevodivého materiálu. Sázka tvoří jádro cívky. Indukcí vzniká teplota potřebná k tavení materiálu.

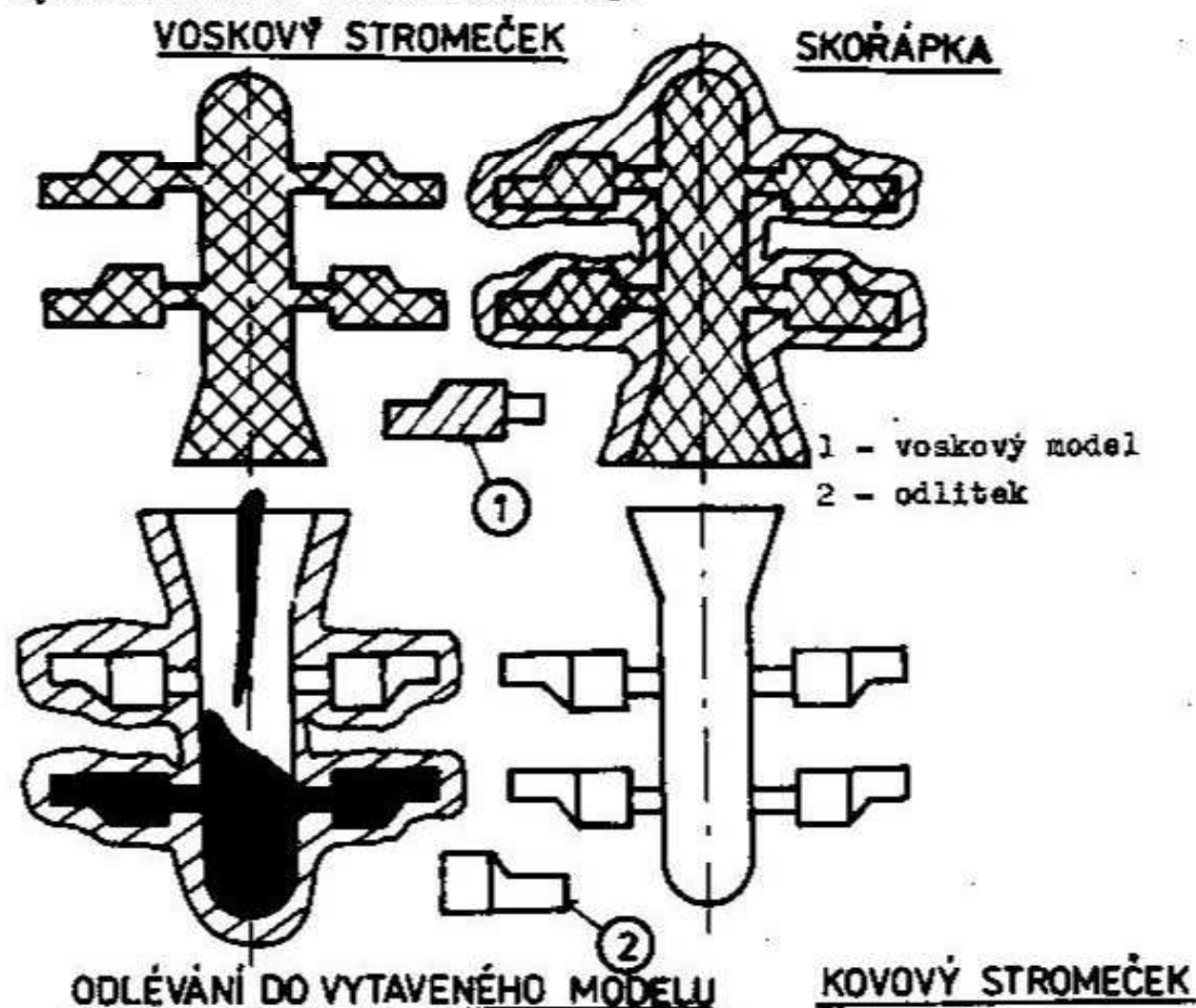
Elektrická odporová pec se používá pro tavení slitin hliníku. Do kelímku se vkládá materiál. Kelímek je ohříván sálavým teplem odporové spirály. Tím dochází k tavení kovu.

Provádění tavby je náročné, neboť se musí dodržet předepsané chemické složení slitiny. Roztavený kov nesmí být nasycen plyny. Důležitá je též teplota roztaveného kovu při jeho odlévání. Před vlastním odléváním roztaveného kovu do formy se provádí jeho rafinace pomocí rafinačních solí, které se před litím přidávají do taveniny.

8.3 Odlévání, tuhnutí, vyjímání odlitků z forem, úprava a kontrola odlitků

Roztavený kov se až na výjimky z pece vlévá do pánví a v nich se dopravuje k vlastnímu odlévání do formy. Lící pánve jsou kovové nádoby různé velikosti, opatřené žáruvzdor-

litků připevníme na centrální vtokovou soustavu, tím vzniká voskový stromeček. Pak takto připravený stromeček ponoříme do etylsilikátové břechky a po vyjmutí zasypeme křemičitým pískem. To provádíme několikrát, abychom získali na povrchu voskového stromečku dostatečně tlustou skořepinovou vrstvu (skořápku). Pak takto připravenou formu vložíme do pece, ve které se vytaví teplotním " šokem " a ve formě vzniká dutina. Dále se forma vypaluje při teplotě 900 °C. Pokud není skořepinová vrstva formy dost pevná, pak jí musíme při odlévání zasypat např. křemičitým pískem, kdy dojde ke zvýšení pevnosti a odolnosti při nalití roztaveného kovu. Pokud skořepinová vrstva je dostatečně tlustá, pak není třeba provádět její zásyp. Do takto připravené formy nalijeme roztavený kov. Po jeho ztuhnutí získáme kovový " stromeček ", na jehož povrchu je skořepina. Pak následuje rozbití " skořápky " a oddělení jednotlivých odlitků od vtokové soustavy.



Obr. 8 - 5 Schéma výroby odlitků pomocí vytavitelného modelu

nou vyzdívkou. Menší pánve se přenáší ručně, větší se přepravují jeřáby.

Mezi základní způsoby lití zařazujeme:

- a) gravitační - taveninu lijeme z pánve do formy, při čemž využíváme vlastní tíhu roztaveného kovu. Patří do skupiny nekonvenčního lití;
- b) tlakové - roztavený kov se vtlačuje do dutiny formy tlakem vyvozeným na tlakovém zařízení;
- c) odstředivé - roztavený kov se dopravuje do dutiny formy pomocí odstředivé síly. Rozlišujeme pravé a nepravé. Pravé je takové, kdy osa rotace formy je totožná s osou odlitku. Nepravé je takové, kdy osa rotace formy není totožná s osou odlitku;
- d) sklopné - je takové, kdy sklopením tavícího zařízení dojde k nalití roztaveného kovu do formy. Používá se při odlévání nástrojů.

Zvláštní skupinu odlévání tvoří odlévání nepřetržité - kontinuální, pomocí kterého se odlévají tyče, trubky atd.

Jakmile tekutý kov ve formě ztuhne a dostatečně vychladne, odlitek se z dutiny formy vyjímá, u netrvalých forem vytloukáním, t.j. písková forma se rozbije, u trvalých, t.j. kovových forem se odlitek vyjímá z rozložené, resp. otevřené formy. Tak se získává surový odlitek se všemi pomocnými částmi (vtokem, výfuky, nalítka). V čistírně se odstraňují vtoky, výfuky, nalítka a případně i otřepty a tím se získává hrubý odlitek.

Opracují-li se na odlitku funkční části, pak se získává čistý odlitek, který je připraven ke kontrole anebo již se kontroluje jako hrubý.

8.4 Vady odlitků

Výroba odlitků je vždy spojena s výskytem určitého množství odlitků s vadami. Vadou odlitku se rozumí každá odchylka od rozměrů, hmotnosti, vzhledu, makrostruktury nebo vlastností předepsaných příslušnými normami. Vady mohou být zjevné nebo skryté. Zjevná vady odlitků jsou takové, které lze zajistit pouhým okem nebo jednoduchými měřidly. Skryté vady jsou takové, které lze zjistit až po analýze odlitku vhodnými přístro-

ji nebo laboratorními zkouškami.

Podle rozsahu a charakteru mohou být vady nepřijatelné, přijatelné, opravitelné nebo odstranitelné.

Nepřijatelná vada je taková odchylka od příslušných norem nebo technických podmínek, kterou nelze odstranit opravou.

Přijatelná vada je taková, kterou normy nebo technické dodací podmínky připouštějí, aniž požadují její odstranění u výrobce odlitků, pokud není zvláštními podmínkami výslovně zakázána.

Opravitelná vada je taková odchylka od příslušných norem nebo sjednaných technických podmínek, jejíž oprava vhodným způsobem (zavařením, vyrovnáním, vyžiháním atd.) je těmito normami nebo technickými podmínkami dovolena nebo není výslovně zakázána.

Odstranitelná vada je taková odchylka od příslušných norem nebo technických podmínek, kterou je možno odstranit po dohodě se spotřebitelem odlitku jen zvláštními úpravami nepředpokládanými výrobními postupy (např. vypouzdřením, nepředpokládaným tepelným zpracováním atd.).

Podle ČSN 42 1240 se třídí vady odlitků do sedmi skupin podle vnějších znaků. V rámci těchto skupin se vady třídí podle druhu.

Slévárenská technologie má dnes značné uplatnění i v textilním strojírenství. Stojany textilních strojů jsou odlévány ze šedé litiny, kde je zajištěna jejich dostatečná tuhost. Dále velké uplatnění i odlitky z neželezných kovů, především ze slitin hliníku; k výrobě nejrůznějších táhel a mechanismů textilních strojů. Slitiny mědi se používají na výrobu pouzder hřídelí atd.