



Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích

# Moderní slévárenské technologie

*Přednášky pro studijní program Strojírenství*

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



# Základní metody odlévání slitin neželezných kovů

Přednáška č. 13



# Základní metody odlévání slitin neželezných kovů

- ✓ Pro výrobu odlitků z hliníkových slitin se používají téměř všechny známé slévárenské metody
- ✓ Vzhledem k nízké tavicí teplotě není žáruvzdornost formovacích hmot velkým problémem a rovněž při gravitačním lití do kovových forem vyhovují běžné nelegované slitiny železa
- ✓ Pouze při lití za zvýšených sil je tepelné a mechanické namáhání tak velké, že pro výrobu forem se musí používat vysokolegované oceli
- ✓ Struktura a vlastnosti slitin hliníku jsou velmi úzce závislé na intenzitě ochlazování při tuhnutí
- ✓ Při rychlém tuhnutí odlitků dochází k mnoha příznivým efektům:
  - vzniká jemnozrnná struktura s podstatně lepšími mechanickými vlastnostmi,
  - je menší strukturní heterogenita slitiny a nižší výskyt vad typu mikrostaženin a ředin,
  - omezuje se vylučování rozpuštěných plynů a vznik plynových dutin,
  - zvyšuje se disperzita intermetalických částic, které pak mají mnohem méně negativní účinek na vlastnosti slitiny, při rychlém tuhnutí je proto ve slitinách obvykle přípustný vyšší obsah doprovodných prvků

# Odlévání do netrvalých forem

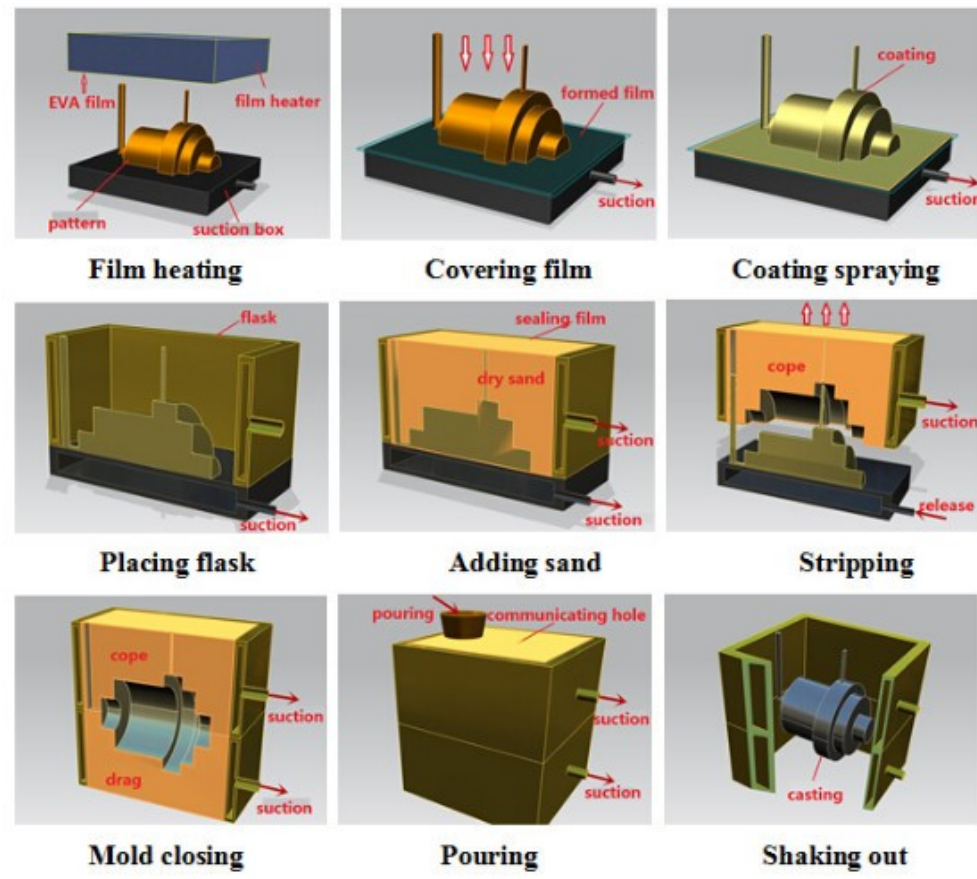
- ✓ Tyto netrvalé (jednorázové) formy se při vyjmutí odlitku formy zničí
- ✓ **Lití do pískových forem:**
  - *Flexibilní metoda, která je vhodná pro všechny hmotností kategorie odlitků*
  - *Používá se především pro kusovou a malosériovou výrobu menších odlitků*



# Odlévání do netrvalých forem

## ✓ V-proces:

- Metoda, která se ve světě uplatňuje ve stále větší míře pro výrobu tvarově složitých odlitků s vnitřními dutinami, které by bylo nutno vyrobit komplikovanými jádry
- Typické je použití v automobilovém průmyslu pro výrobu hlav válců, výfukového potrubí nebo složitých skříňovitých odlitků



# Odlévání do netrvalých forem

## ✓ Lití do skořepinových forem:

- *Formy, vyrobené metodou z vytavitelného modelu, je velmi vhodnou technologií pro menší, tvarově komplikované odlitky z hliníkových slitin*
- *Pro výrobu forem se obvykle používá křemenná keramika*
- *Vzhledem k malému mechanickému a tepelnému namáhání se odléhá do samonosných skořepin, které mají menší počet obalů, než je obvyklé při lití slitin železa nebo niklu*
- *Formy bývají pře litím předehřáty a na 200 až 300 °C*
- *Odlitky mají vysokou přesnost, řadu rozměrů a je možno předlévat „nahotovo“*



# Odlévání do kovových forem

- ✓ Do trvalých kovových forem se odlévají především odlitky menších až středních rozměrů
- ✓ Účelnost použití kovových forem je limitována především náklady na jejich zhotovení



# Odlévání do kovových forem

## ✓ Gravitační lití do kovových forem:

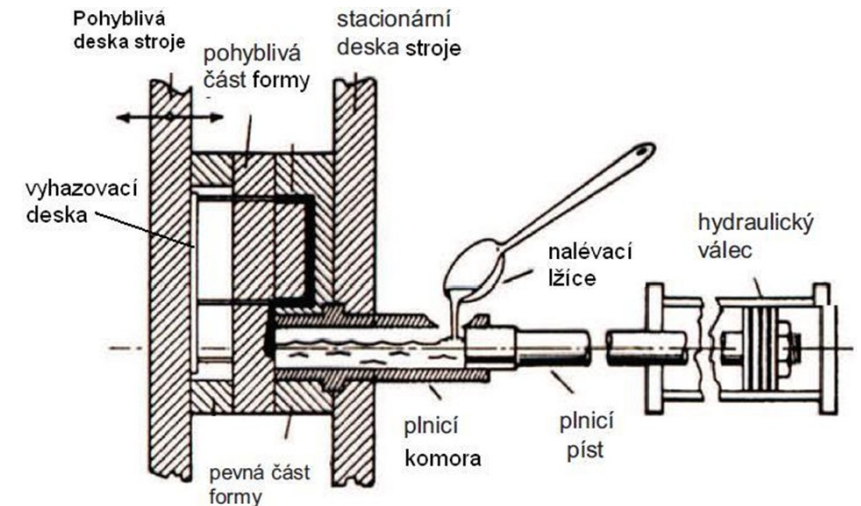
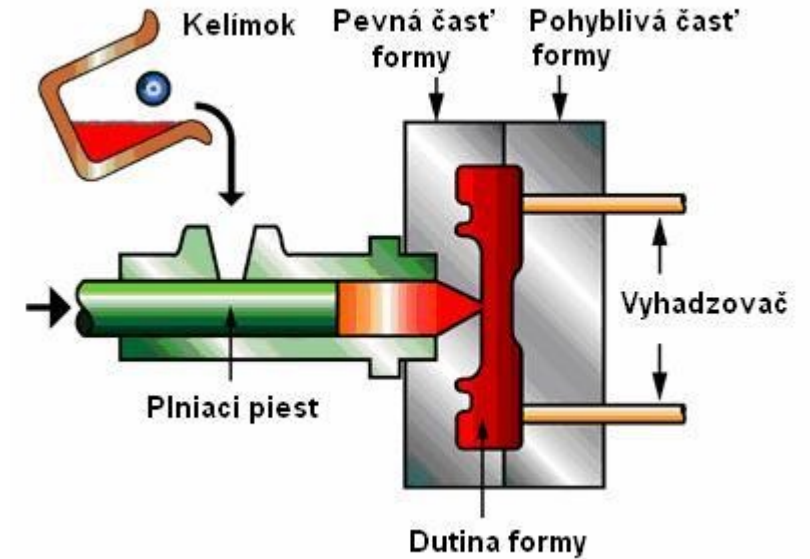
- *Jednoduchá technologie*
- *Formy bývají obvykle zhotoveny odléváním z litiny s lupínkovým nebo kuličkovým grafitem*
- *Dělicí rovina, upínací výstupky a vyhazovací otvory jsou obrobena, funkční plocha dutiny formy zůstává často v litém stavu*
- *Jsou ovšem možné i jiné technologie výroby a jiné druhy materiálů kovových forem*
- *Povrch forem se periodicky ošetřuje nátěry, které zamezují lepení odlitků ke kokile a rozpouštění železa*
- *Nálitky mohou být ošetřeny tepelně-izolačními nátěry nebo je také možné do nálitků zakládat izolační nebo exotermické vložky*





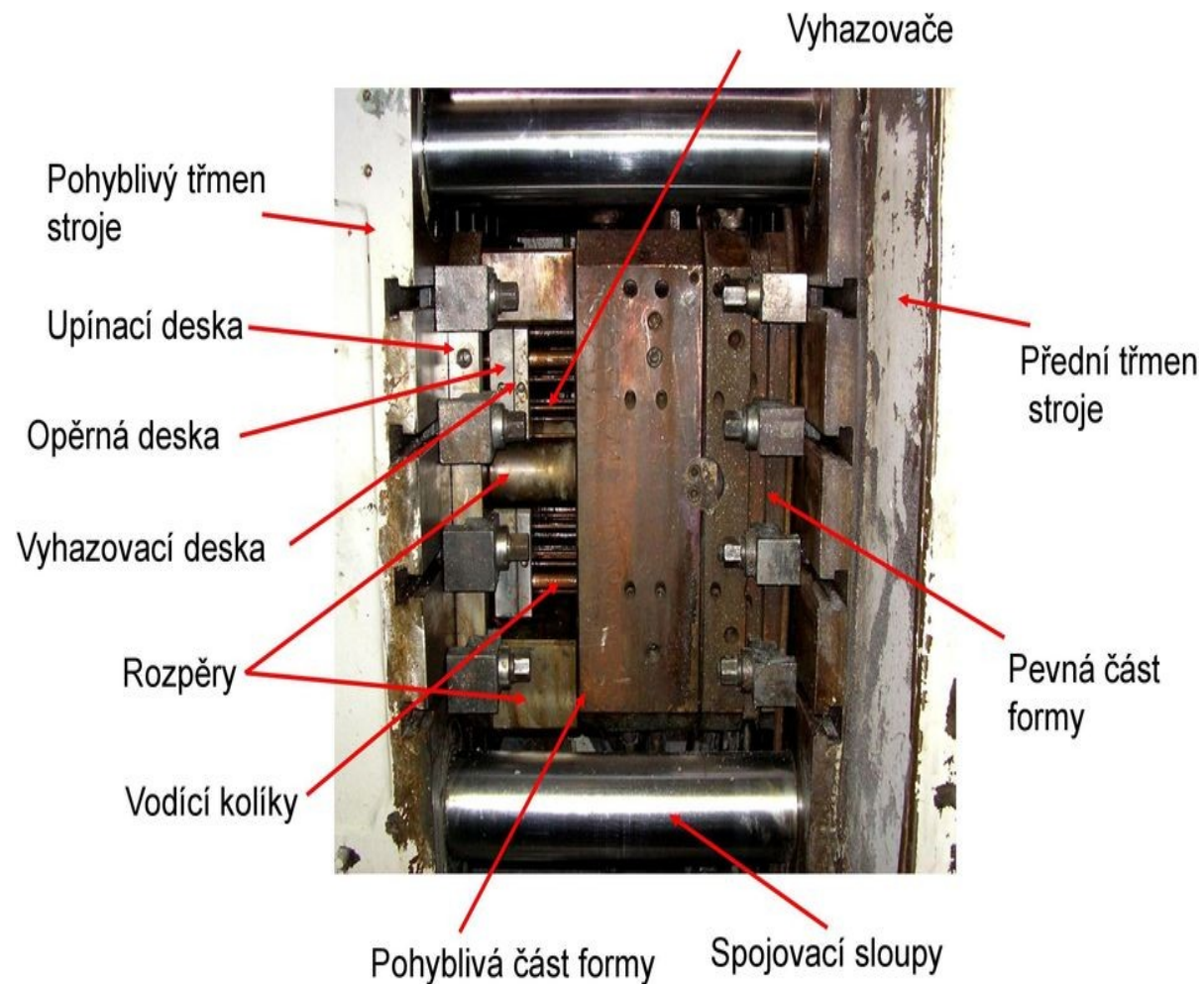
# Tlakové lití

- ✓ Nejdůležitější technologií výroby hliníkových odlitků
- ✓ Principem výroby je vstřikování roztavené slitiny do dutiny kovové pod vysokým tlakem až 250MPa, za těchto podmínek je možné vyrábět tvarově velmi komplikované odlitky
- ✓ Tvar odlitku musí respektovat možnosti rozebrání formy a vytažení volných částí a jader
- ✓ Maximální velikost odlitků, které se na konkrétním stroji dají vyrobit, je limitována maximální hmotností kovu a uzavírací silou stroje, je to hodnota síly, kterou jsou svírány obě poloviny formy
- ✓ Podle konstrukce se tlakové stroje dělí na dva základní typy: se **studenou** a s **teplou komorou**
- ✓ Podle směru pohybu plnicího pístu mohou být stroje se svislou nebo vodorovnou komorou



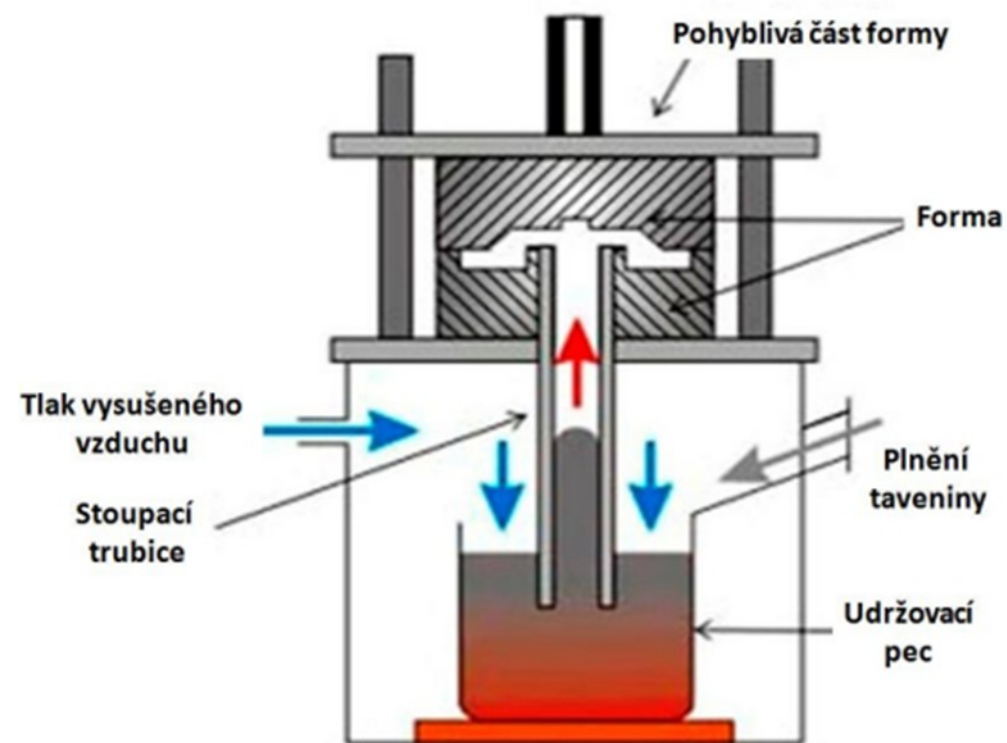
- ✓ Slitiny hliníku se v současné době odlévají téměř výhradně na strojích se studenou horizontální komorou
- ✓ Tlakově lité odlitky nejsou, co se týče vnitřní homogenity, příliš kvalitními výrobky
- ✓ Při rozstřikování kovu ve formě dochází k jeho oxidaci a reakci s mazadlem a důsledkem je vznik velkého množství vměstků

## Tlaková licí forma



# Nízkotlakové lití

- ✓ Stroj pro tuto technologii je tvořen tlakotěsnou udržovací pecí, nad kterou je upnuta dělená kovová forma, obvykle s vodorovnou dělicí rovinou
- ✓ Tavenina v kelímku pece je se spodním dílem formy propojena stoupací trubicí ze žáruvzdorného materiálu tak, že trubice spodním okrajem zasahuje pod hladinu kovu
- ✓ Odlévání se provádí zvýšením tlaku nad hladinou kovu, čímž je kov z kelímku vtlačován stoupací trubicí vzhůru do formy
- ✓ Ústí stoupací trubice je ponořeno pod vrstvu oxidů a nečistot na hladině pece, proto vstupuje do formy čistý kov bez vměstků
- ✓ Využití tekutého kovu je při nízkotlakém lití mimořádně vysoké a dosahuje přes 90 %
- ✓ Kvalita odlitků, vyrobených touto metodou, je velmi vysoká
- ✓ Nízkotlakým litím je možno vyrábět různorodé hmotnostní kategorie odlitků
- ✓ Při lití silnostěnných odlitků s dlouhou dobou tuhnutí se však velmi prodlužuje délka výrobního cyklu



# Kontrola odlitků a opravy vad

- ✓ Po ztuhnutí a uvolnění odlitků forem následuje dokončovací operace a kontrola odlitků
- ✓ Během dokončovacích operací se provádí průběžná kontrola odlitků, jejímž cílem je zachycení odlitků se zjevnými vadami a jejich vyřazení z výroby
- ✓ Další testování se provádí podle požadavků zákazníka, přičemž se provádí zejména:
  - *Rozměrová kontrola*
  - *Zkoušky struktury*
  - *Zkoušky mechanických a fyzikálních vlastností*
  - *Nedestruktivní kontrola odlitků prozařováním a ultrazvukem*
  - *Penetrační a zkoušky nebo zkoušky těsnosti*



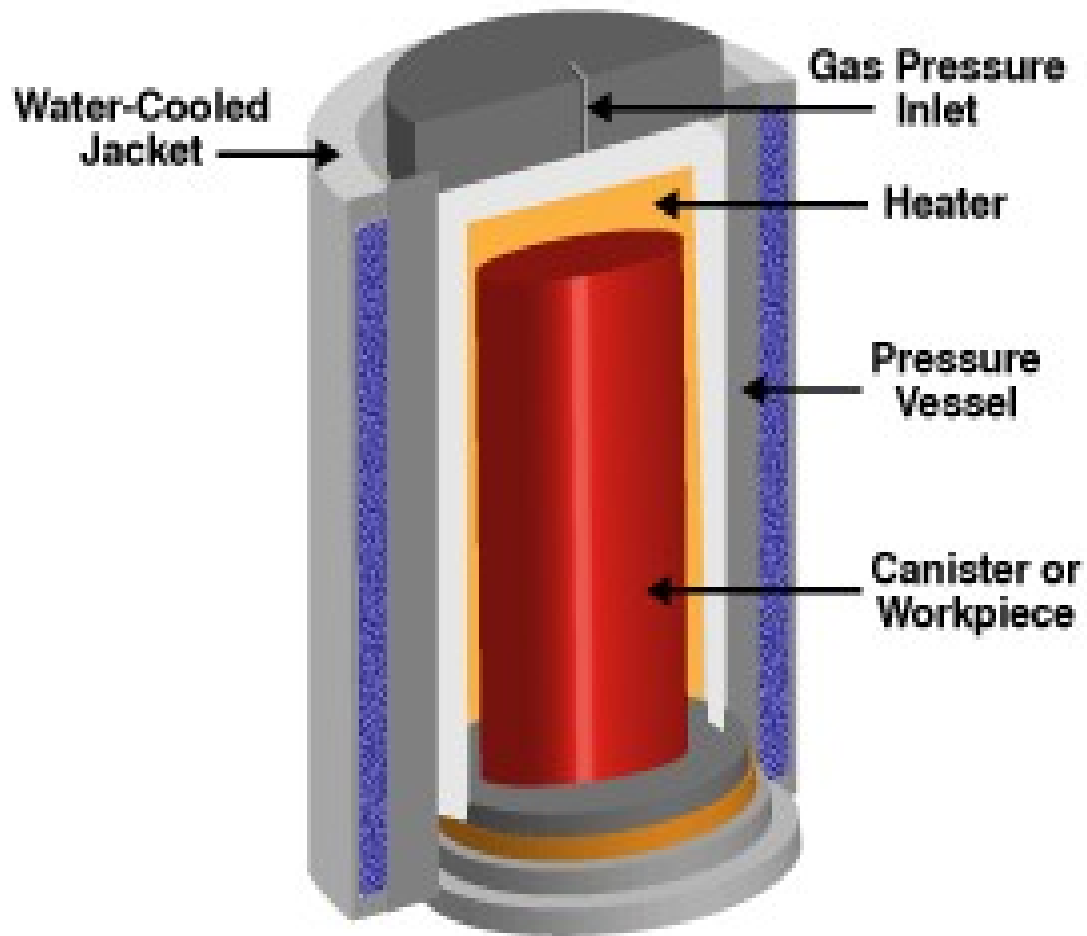
# Impregnace odlitků

- ✓ V případě, kdy se vyžaduje těsnost odlitků vůči průniku tlakových médií, provádí se zkoušky těsnosti
- ✓ Těsnost se kontroluje téměř výhradně pomocí přetlaku plynů, neboť stěna odlitků je pro plyny podstatně propustnější než pro kapaliny
- ✓ Dutina odlitků se uzavře vhodnými zátkami, odlitky se ponoří do vody a natlakují vzduchem
- ✓ Průnik plynu je indikován vznikem bublin

# Izostatické lisování za tepla

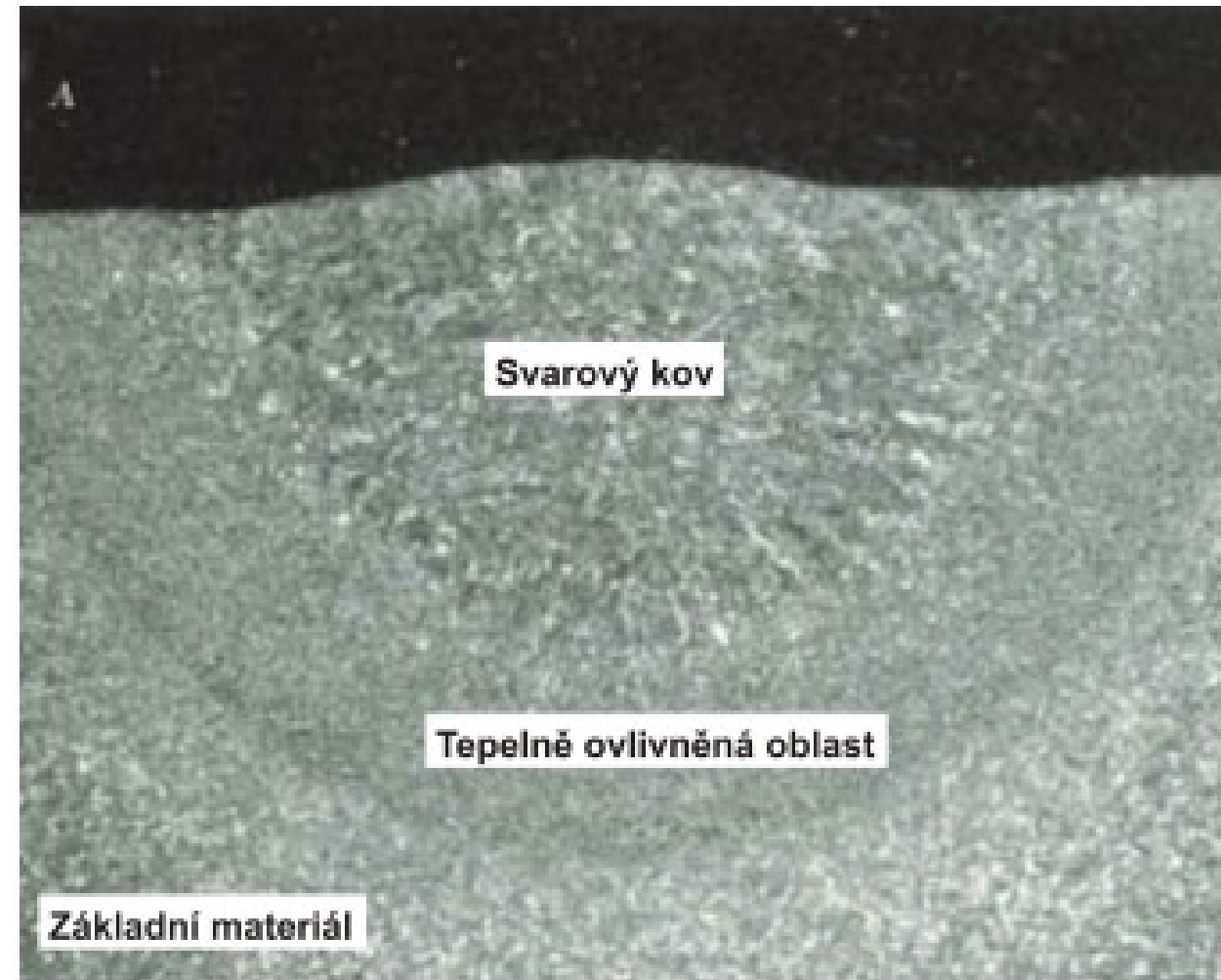
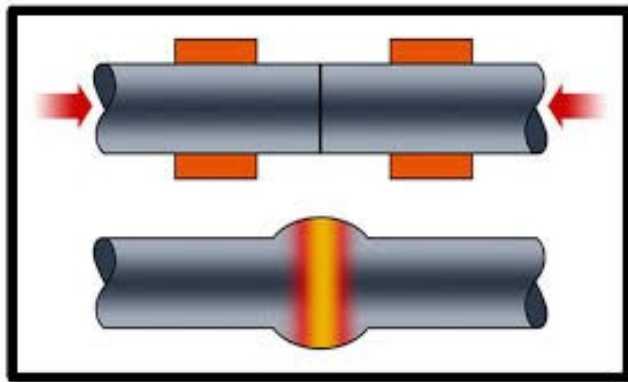
- ✓ HIP (hot isostatic pressing) se používá k odstranění dutin a zvýšení mechanických a únavových vlastností odlitků
- ✓ Výsledkem je zvýšení vnitřní homogenity a hustoty slitiny
- ✓ Odlitky jsou umístěny v tlakové komoře izostatického lisu, ohřáty na teplotu blízkou teplotě solidu příslušné slitiny a tlak v komoře lisu je zvýšen na hodnoty kolem 100 MPa

## HOT ISOSTATIC PRESSING



# Opravy zavařováním

- ✓ Zavařováním se odstraňují lokální vady typu dutin, prasklin nebo defekty tvaru (např. podříznutí při odstraňování nálitků nebo místní podbroušení apod.)
- ✓ Podmínkou použití této metody je přípustnost svařování pro daný odlitek



# Použité zdroje

- ✓ [online]. [cit. 2021-02-03]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/12533621-Vyroba-odlitku-ze-slitin-hliniku.html>
- ✓ [online]. [cit. 2021-02-08]. Dostupné z: [http://fyzika.upol.cz/cs/system/files/download/vujtek/granty/lapsanska\\_prehled\\_metod\\_s\\_varovani.pdf](http://fyzika.upol.cz/cs/system/files/download/vujtek/granty/lapsanska_prehled_metod_s_varovani.pdf)
- ✓ [online]. [cit. 2021-02-08]. Dostupné z: <https://www.mpif.org/IntrotoPM/Processes/IsostaticPressing.aspx>
- ✓ [online]. [cit. 2021-8-16]. Dostupné z: [file:///C:/Users/16339/Downloads/TM-cv\\_5-Metody%20v%C3%BDroby%20odlitk%C5%AF.pdf](file:///C:/Users/16339/Downloads/TM-cv_5-Metody%20v%C3%BDroby%20odlitk%C5%AF.pdf)
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-1]. Dostupné z: <https://www.slideshare.net/GuruDutt1/vacuum-process-casting-v-process>
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-1]. Dostupné z: <https://www.slideshare.net/GuruDutt1/vacuum-process-casting-v-process>
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-3]. Dostupné z: <https://www.spszengrova.cz/wp-content/uploads/2020/04/SVA%C5%98OV%C3%81N%C3%8D-UT.pdf>