

ZÁKLADY PŘESNÉHO LITÍ V PRAKTICKÉ VÝUCE

LUKŮVKA Radek, ČR

Resumé

Príspevek popisuje možnosti aplikace základů přesného lití zejména do praktické výuky v předmětech Strojírenská technologie, případně i Nauka o materiálech. Shrnuje základní podstatu problematiky a navrhuje možná řešení, potřebné pro elementární názorné ukázky lití, formování a hodnocení kvality odlitků. Cílem je přiblížit praktickou oblast lití kovů veřejnosti z řad studentů.

Klíčová slova: vytavitelný model, slévárenství, metalurgie.

ELEMENTS OF LOST WAX CASTING IN PRACTICAL TEACHING

Abstract

The article describes possibilities for application elements of lost wax casting especially to practical teaching in subjects as engineering technology eventually also materials science. The article summarizes the elementary principle of issues and it suggests possible and solutions necessary for a practical demonstration of metal casting, molding process and assessment of castings quality. The purpose is to expound the practical issue of metal casting for public from lines of students.

Key words: lost wax casting, metalurgy.

Úvod

Problematika lití kovů patří mezi zásadní odvětví strojírenství, která má v ČR hlubokou tradici. Jedná se o poměrně složitou disciplínu, která vyžaduje poměrně rozsáhlé znalosti, zkušenosti a také technické zázemí. Pokud pomineme průmyslové nároky a komplexní problematiku, lze v podstatě o lití kovů hovořit jednodušším tónem. Lití kovů je proces známý již několik tisíc let

1 Cíl

Cílem je seznámit ve stručnosti se základní problematikou technologie lití kovů metodou vytavitelného modelu, popsat potřebné zařízení, tak aby bylo možno aplikovat získané výsledky do praktické výuky a dosáhnout určitého požadovaného minima, z hlediska praktického, vzhledem k finančním a prostorovým možnostem daného pracoviště. Součástí je také jednoduché finanční hodnocení nákladů, potřebných pro realizaci zařízení.

2 Popis technologie

Veškeré metody lití kovů jsou založeny na určitém druhu výroby licí formy a modelu. Formy se dělí z několika hledisek. Zejména na trvalé a netrvalé a také na jednodílné a vícedílné. Formy se zhotovují z různých materiálů dle konkrétní metody (1). Metoda lití na vytavitelný model, neboli na ztracený vosk je známá už od pravěku (2).

Model má podobu budoucího odlitku viz Obr. 3, samozřejmě jsou přídavky na smrštění vosku ve formě a později při chladnutí odlitku ve formě. Modely se vyrábí několika způsoby. Nejčastěji se vstříkují pod tlakem do kovových forem, nejčastěji z hliníkových slitin. Tyto formy mají velmi vynikající životnost, ale jsou velmi finančně nákladné z pohledu

jejich výroby, protože vyžadují velkou přesnost výroby. Dále je možno použít dostupných materiálů jako silikonový kaučuk, kterým se zalije předloha odlitku, forma se rozebere, upraví skalpely a je připravena k použití. Jde o ideální materiál pro kusové odlitky, zejména v oblasti renovací součástí. Jde o levný a přijatelně kvalitní materiál, který při pečlivé výrobě formy zajistí dostatečnou kvalitu výsledného odlitku (3).

Získané voskové modely se podrobí kontrole, začistí se stopy po dělicí rovině a další případné defekty. Vosky se lepí na vtokovou soustavu.



Obr 1: *Lití bronzu do tenkostěnných keramických skořepin (archiv autora)*

Keramická skořepina, která vzniká obalováním voskového modelu v keramické břečce v kombinaci s posypem žáruvzdorného materiálu. Je dobře dostupná při dodání voskových modelů do slévárny přesného lití, nebo ji lze i vyrobit na pracovišti, což by ale znamenalo rozpočet navíc, zejména vzhledem k nutnosti zajištění neustálého pohybu keramické břečky mícháním. Je nutno zabránit sedimentaci rozptýleného plniva v pojivu alespoň minimálním pohybem břečky. Pokud dojde k přerušení pohybu břečky, do několika hodin tvoří oddělené vrstvy plniva a pojiva, sediment je velmi kompaktní a pevný, je nutno jej pak náročně rozmíchávat. Neustále pohybující se břečka vykazuje nižší ztrátu vlastností. Používají se břečky na vodní bázi, jsou netoxické a zdraví víceméně neškodlivé. Vytavit skořepiny lze ve vroucí vodě, nebo ve vroucím vosku. Druhá metoda je rizikovější, protože je nutno ji provádět s nejvyšší opatrností vzhledem k požární bezpečnosti. Nej kvalitnějších výsledků se dosahuje v tzv. autoklávu, který používá přehřátou vodní páru o teplotě 150-160 °C a tlaku 0,5-0,6 MPa, tyto parametry zajišťují dostatečně silný tepelný šok skořepin a velmi efektivní a bezpečné vytavení vosku. Další nevýhodou této metody je nutnost žíhat formy po vytavení vosku z jejich vnitra. Tato operace zajišťuje vyhoření reziduí vosku, skořepina získává vyšší pevnost, prodyšnost a lití kovu do předehřáté skořepiny eliminuje riziko prasknutí včetně náchylnosti k nezaběhnutí kovu, viz Obr.1. Žíhání se provádí dle odlévané slitiny od 700 do 1 200 °C. K tomuto účelu je potřebná nejlépe komorová žíhací pec, v nouzi lze použít běžnou keramickou pec

2.1 Tavení

Nejdostupnější a nejbezpečnější jsou pece elektrické - odporové, k tomuto účelu se pro jednoduché tavby používají keramické kruhové pece. Plně dostačují na barevné kovy. Svou konstrukcí jsou ideální pro vložení grafitového tavícího kelímku vrchním prostorem pece. Dále se používají pece vytápěné plynem, koksem, viz Obr. 2, nebo se taví indukčně. V praxi jsou poměrně uspokojivé výsledky s palivem na bázi koksu.

3 Cenový odhad finančních nákladů

Tabulka 1: *Odhad nákladů pro základní vybavení pracoviště*

Název	Cena
Formovací materiál, břecika, nádoba + míchadlo	10.000
Materiál pro výrobu forem na vosk, slévárenský vosk, kaučuk, sádra	5.000
Tavící pec (keramická kruhová), max. 1300-1350°C	35.000
Grafitové kelímky, TKA 12 – 5ks, TKA 15 – 5ks	6.000
Kov pro lití	5.000
Ochranné pomůcky, pomůcky pro zpracování taveniny	15.000
Žíhací pec (keramická vypalovací, do 1000°C), i použitá	15.000-50.000
Odhad celkem	Cca. 110.000



Obr 2: *Tavení bronzu, koksová kelímková pec (archiv autora)*

4 Závěr

Celkově lze z krátkého příspěvku zhodnotit, že lze s víceméně skromnými náklady zajistit praktickou výuku z tohoto oboru. Nelze počítat s tím, že bude pracoviště vybaveno supermoderními měřicími přístroji, moderními materiály a tavicí pecí, ale svůj účel by dozajista splnilo. Principiálně by naplňovalo skutkovou podstatu dané problematiky. Náklady jsou brány v potaz v nižším rozpoložení, tak aby zařízení vyhovovalo po stránce minimálních požadavků a zároveň nevnikalo do procesu nejistoty a nadbytečné pochybnosti. Praktické ukázky a poznatky mají nenahraditelný význam v pedagogické praxi. Zejména v této oblasti, kdy je lití kovů, zejména s teplotou tavení nad 1 000 °C velmi působivé a efektní, což upoutá pozornost i nezainteresovaných osob.



Obr 3: Voskové modely - navrhnutý a vyrobený autorem

5 Literatura

1. SIAS, F. R. *Lost-Wax Casting: Old, New, and Inexpensive Methods*. Woodsmere Press, 2006. 214 s. ISBN-13: 978-0967960005
2. PODBORSKÝ, V. *Pravěké dějiny Moravy*. Brno: Muzejní a vlastivědná společnost, 1993. 543 s. ISBN: 80-85048-45-0 200.00.
3. LUKŮVKA, R. Využití kaučukových forem při duplikaci a výrobě kovových odlitků v renovacích. In *MendelNet 2011*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2011, s. 923-930. ISBN 978-80-7375-563-8.

Lektoroval: Ing. Tomáš KRUMPHOLC

Kontaktní adresa:

Radek Lukůvka, Ing.,

Ústav techniky a automobilové dopravy, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita, Zemědělská 1, 613 00 Brno, ČR, tel. 00420 545 132 125, e-mail: xlukuvka@node.mendelu.cz