

Ing. Stanislava Krýslová, Ph.D.
Ke Krči 1060/39
14700 Praha 4 - Braník

Oponentní posudek

bakalářské práce Vladislava O B Y C H O D A

na téma: „Charakteristika metody squeeze casting provýrobu odlitků“

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Iva Nová, CSc.**

Technická univerzita v Liberci - FS, Katedra strojírenské technologie, Oddělení strojírenské metalurgie

Hodnocení bakalářské práce se týká charakteristiky metody squeeze casting pro výrobu odlitků. Tato bakalářská práce řeší téma, které je také úzce spjato s výzkumem prováděným na Katedře strojírenské technologie, Technické univerzity v Liberci.

Bakalářská práce je v rozsahu 53 stran textu, 35 obrázků a 6 tabulek, student čerpal z 29 literárních podkladů. Předložená bakalářská je nejen rešeršního charakteru, je také doplněna o experimentální řešení, které je zaměřeno na experimentální sledování vlivu tlaku na krystalizaci slitiny hliníku AlSi12, tj. uplatnění metody squeeze casting. Bakalářská práce nejen rozvíjí studentovo technické myšlení, ale také mu pomáhá k pochopení dané problematiky s využitím poznatků v daném ve výrobním procesu.

Práce je rozdělena do dvou základních částí - teoretická a experimentální. V teoretické části se student zaměřil na charakteristiku krystalizace pod tlakem. Popsal zde příčiny samotného děje a obecné závislosti krystalizace. V další části práce se student zabýval charakteristikou technologie squeeze casting. Jedná se o technologii odlévání s krystalizací pod tlakem. Je to jedna z technologií, která se používá pro výrobu odlitků z neželezných kovů, nejčastěji ze slitin hliníku. Touto technologií lze vyrábět odlitky s různou hmotností (od 0,05 do cca 150 kg). Technologie může být používána ve několika metodách, a to přímé a nepřímé silové působení „lisovníku“ na taveninu nebo tzv. vynucené proudění. U přímé metody se jedná o přímé silové působení „lisovníku“ na taveninu ve speciálně konstruované dutině otevřené slévárenské formy. Nepřímá metoda je velmi podobná metodě konvenčního tlakového lití do studené komory. Metoda lití s krystalizací pod tlakem s vynuceným prouděním je speciální kombinace nepřímé metody s vyšším počtem vtokových kanálů, které seuplatňují pro výrobu více odlitků ve „stromečku“. Hlavní odlišnost je v konstrukci vtokové soustavy, která i při vysokých tlakových poměrech musí zabezpečit laminární proudění taveniny do dutiny slévárenské formy. Dále se student zaměřil na popis strojů a forem používaných v metodě squeeze casting. Nejčastěji se pro výrobu forem využívají oceli nebo litiny s lupínkovým grafitem. Konstrukce formy je obdobná jako pro vysokotlaké lití, forma je půlená. Stroje jsou konstruovány s vertikálním licím mechanismem, kde je instalováno zařízení, které umožňuje regulaci tlakové (lisovací) síly. V poslední části teoretické části se student zabýval charakteristikou slitin hliníku, které byly použity v experimentální části práce.

Hlavní část práce - experimentální - je zaměřena na experimentální sledování vlivu tlaku na krystalizaci slitiny hliníku AlSi12, tj. uplatnění metody squeeze casting. V rámci experimentu byly také stanoveny stažení hliníku a byl proveden výpočet tlaku v dutině

formy. Dále bylo provedeno metalografické hodnocení struktury odlitků. V této části práce se student nejprve zaměřil na popis použitého pracovního zařízení a použité slévárenské slitiny. Pro tento experiment byl vyroben speciální nástroj tvořený razníkem a kovou slévárenskou formou, jenž bylo doplněno o hydraulický lis typu CBA 300/63. Hydraulický válec může vyvodit sílu až 1500 kN. Pro tento experiment bylo využito síly 700 kN, 1000 kN a 1500 kN. Výpočtem bylo zjištěno, že tlak v dutině formy se pohyboval v rozmezí 100 až 282 MPa, dle použité síly. Slévárenská forma byla vyrobena ve tvaru komolého kužele o průměru 100 mm v horní části, 90 mm ve spodní části a o výšce 120 mm. Razník disponoval rozměry Ø 100 mm a výšce 100 mm. K testu byla využita slitina AlSi12, která se vyznačuje výbornými slévárenskými technologickými vlastnostmi, dobrou odolností proti korozi, dobrou obrobitelností střední pevností. Zkoumaná slitina byla natavena na teplotu 720 °C a před odlitím metalurgicky ošetřena. Ošetřené a odměřené množství taveniny bylo nalito do kovové formy předehřáté na teplotu 220 °C a opatřeno ochranným nástřikem. Určení množství taveniny potřebné pro experiment bylo provedeno na základě stanovení staženin hliníku. Výpočtem bylo zjištěno, že objem staženiny tvoří cca 5 % objemu ztuhlé slitiny, proto je nutné navýšit potřebné množství taveniny o tuto hodnotu. Po odlití ihned došlo k lisování taveniny v nástroji prostřednictvím tvarového razníku po dobu 15 [s]. Po ztuhnutí taveniny došlo k vyjmutí odlitku prostřednictvím vyhazovačtvarovacího stroje. V další části experimentální práce se student zabýval metalografickým rozbořem, který je zaměřen na zkoumání vnitřní struktury materiálu. Jedná se o sledování mikrostruktury pomocí mikroskopu Neophot 21 a došlo k hodnocení dendritické struktury tuhého roztoku α pomocí DAS kritéria (vzdálenost sekundárních os dendritů). Nakonec se student zaměřil také na měření tvrdosti odlitku, kterou provedl metodou dle Brinella.

V závěru student zhodnotil provedené zkoušky v rámci experimentální části. Bylo zjištěno, že prováděné experimenty v rámci výroby odlitků ze slitiny AlSi12 metodou squeeze casting lze na Katedře strojírenské technologie TU v Liberci realizovat. Pracovní zařízení obsahuje potřebný tvářecí lis, speciálně vyrobenou kovovou formu a potřebné tavicí zařízení na přípravu a metalurgické ošetření taveniny slitiny hliníku AlSi12. Hodnocením mikrostruktury a zjišťováním hodnot kritéria DAS bylo zjištěno, že srostoucím tlakem na taveninu při její krystalizaci se zmenšují zrna příslušných fází, zejména tuhého roztoku α . Pro tlak 100 MPa byla hodnota DAS 30,4 μm a pro tlak 282 MPa se jednalo o hodnotu 18,6 μm . Dále bylo zjištěno, že se zvyšujícím se tlakem narůstá hodnota tvrdosti HBS v rozsahu od 85,2 do 90,8.

Předložená bakalářská práce řeší velmi zajímavé téma, kterému se věnují na Katedře strojírenské technologie TU v Liberci. Výše uvedené experimenty jsou časově i experimentálně náročné a jedná se o prvotní měření a je potřeba dalších experimentů, aby mohlo dojít ke statistickému hodnocení. Bakalářská práce je přehledná, srozumitelná a ucelená.

Práce má dobrou grafickou úroveň. Student splnil všechny body zadání a práce splňuje požadavky pro obhajobu.

Na studenta mám následující otázky:

1. Čím se vyznačuje klasická technologie vysokotlakého liti při výrobě odlitků, jaké hodnoty dotlaků se používají.
2. V čem se liší metoda squeeze casting od metody vysokotlakého liti?

V Praze, 4.8.2018

Ing. Stanislava Krýslová, Ph.D.



Ing. Stanislava Krýslová, Ph.D.
Ke Krči 1060/39
14700 Praha 4 - Braník

Hodnocení bakalářské práce

studenta **Vladislava O B Y C H O D A**

na téma: „**Charakteristika metody squeeze casting provýrobu odlitků**“

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Iva Nová, CSc.**

Technická univerzita v Liberci - FS, Katedra strojírenské technologie, Oddělení strojírenské metalurgie

Bakalářskou práci doporučuji k obhajobě a hodnotím ji:

Výborně

V Praze, 4.8.2018

Ing. Stanislava Krýslová, Ph.D.

