

Způsoby filtrace tavenin Al-slitin a přínosy ke konkurenceschopnosti slévárny

M. Grzinčič

Klíčová slova: filtrace, tkaninový filtr, pěnový filtr, vměstky, vady odlitků

Abstrakt

Praxe užití filtračních systémů je v slévárenské praxi různorodá. Přestože jsou různé filtry na trhu již řadu let a tím pádem si je mohli slévárny dlouhodobě a detailně otestovat, neexistují plošně aplikovatelné zaručené recepty na úspěch. Příspěvek se věnuje především užití tkaninových filtrů a benefitům z nasazení při gravitačním lití Al-slitin. Uvedeny jsou konkrétní příklady umístění filtru v dělicí rovině vtokového systému.

Úvod

Filtrace taveniny hliníkových slitin v rámci vtokového systému gravitačního a nízkotlakého odlévání je dlouhodobě rozšířená v slévárenské praxi. Technologie plnění dutiny formy řeší technické dilema zadání, kdy je nutné naplnit dutinu formy v co nejkratším čase, s nejmenší ztrátou teploty taveniny, s nejmenším objemem vtokového systému, ale zároveň plnit dutinu formy co nejkldněji a samozřejmě vlastním plněním vtokového systému nezvyšovat znečištění taveniny. Takové zadání platí vždy a je žádoucí ho naplnit již při návrhu dat pro výrobce náradí. V praxi se však setkáváme s jevy, které zhoršují hospodářské výsledky slévárny. Příspěvek analyzuje část celého problému, přičemž těžiště je umístěné v oblasti filtrace tkaninovými a pěnovými filtry.

Návrh vtokového systému

Vtokové systémy vždy zhoršují podíl využití tekutého kovu a je žádoucí takto vázaný objem kovu minimalizovat, aniž by se tím zhoršila kvalita odlitku. Systém je navržený tak, aby se dopravil požadovaný objem kovu určité teploty za jednotku času [$l\ s^{-1}$] resp. [$kg\ s^{-1}$]. Dalším kritériem je volba přetlakového nebo podtlakového systému, kdy se směrem od vtokové jamky k zářezům plocha průřezu zvětšuje nebo zmenšuje. Vedle toho se volí výška vtokového kůlu, aby se dosáhl požadovaný hydrostatický tlak – určuje se podle tvarové složitosti odlitku a především tloušťky stěn. V neposlední řadě se volí poloha celého systému vůči odlitku, tvar vtokové jamky, tvar kanálů, řeší se tvarové přechody, formovací úkosy a rádiusy, různé více či méně originální způsoby pro zachytávání nečistot. Při všech těchto aktivitách se využívá firemní know-how, nebo si slévárna nakoupí „technologie“ například u externího výrobce náradí. Know-how je postavené na zkušenostech s tvarově podobnými odlitky, které se v minulosti již vyráběly. Literatura s obrázky a fotografiemi vtokových systémů k dispozici je, ale určitě ji není dostatek, aby se na základě toho mohly volit systémy zaručující nízkou kvalitativní neshodu odlitků. Ani referenční návštěvy sléváren s tolik populárními exkurzemi do provozů nebo ukázky kompletních vtokových systémů i s odlitky na výstavách a veletrzích nejsou cílovým řešením. Naopak jsou na trhu slévárny, jejichž zástupci rádi cestují po ostatních slévárnách, ale sami brány svého závodu přísně střeží. Faktem zůstává, že třeba foto vtokového systému často neodhalí všechny tolik důležité detaily a až systematický další vývoj technologie je schopen zajistit kvalitu odlitku.

Na trhu je stále nepochopitelná nedůvěra k softwarovým podporám technologického vývoje. Jakmile vznikne návrh vtokového systému v CAD modelu, na řadu má přijít počítačová simulace plnění dutiny formy. Slévárny buď vlastní simulační software, nebo mohou využít nabídky firem specializujících se na služby slévárnám. Při simulacích nebo ještě lépe dříve se dochází k závěru, že je nutné umístit do vtokového systému filtr.

Filtrace taveniny

Na trhu je široká škála filtrů pro filtrování různých materiálů. Historicky se nejdříve filtrovaly železné slitiny. Slévárny Al-slitin mají dnes pestré možnosti pro filtrování taveniny. Obvykle se aplikují pěnové filtry nebo tkaninové filtry. Lisované filtry mají rovněž svoje místo na trhu a posledních 5 let významně ukrojily podíl trhu, ale stále především u konzervativních technologií (obvykle profesně starších) nenachází tolik důvěry, kolik by si zasloužily.

Slévárny se logicky při rozhodování o technologii a tudíž cenotvorbě užití filtrů brání. Jsou to náklady navíc a v případě menší slévárny jde o částky min. v desítkách tisíc EUR ročně, které je potenciál ušetřit. Jenže nelze hovořit o šetření, pokud vznikají ve větší míře vady:

- Vměstky
- Staženiny
- Bubliny

Vměstky rozlišujeme exogenní a endogenní, metalické a nemetalické. Endogenní jsou takové vměstky, které vzniknou při plnění naběračky (licí lžíce) a všech dalších pohybech taveniny, tj. přelévání kovu z naběračky do vtokové jamky, plnění celého vtokového systému a samozřejmě i při plnění dutiny formy tvořící vlastní odlitek. Exogenní jsou všechny ostatní vměstky, které se vlastně neodstraní při rafinaci – čištění taveniny v udržovací peci obvykle rotorem s inertním plynem (dusík nebo argon).

Staženiny vznikají primárně na vměstcích a proto čím je v tomto ohledu čistší taveniny, má i menší sklon vytvářet vnitřní vady typu staženina (angl. často označované vedle *shrinkage* i *porosity*).

Bubliny tvořené uzavřeným vzduchem nacházíme v odlitku, pokud není dutina kvalitně odvzdušněna, ale spíše z důvodů nevhodného vtokového systému. Proud taveniny může vzduch strhávat jak při plnění licího kůlu (plnění trvá příliš dlouho), nebo když je hubička naběračky příliš vysoko nad hladinou kovu ve vtokové jamce (odlévač tak zvyšuje hydrostatický tlak, aby nevznikaly studené spoje), ale i v dutině vtokového systému, kdy vysoko turbulentní plnění nebo podtlak na hranách vytváří „směs“ kovu a vzduchu.

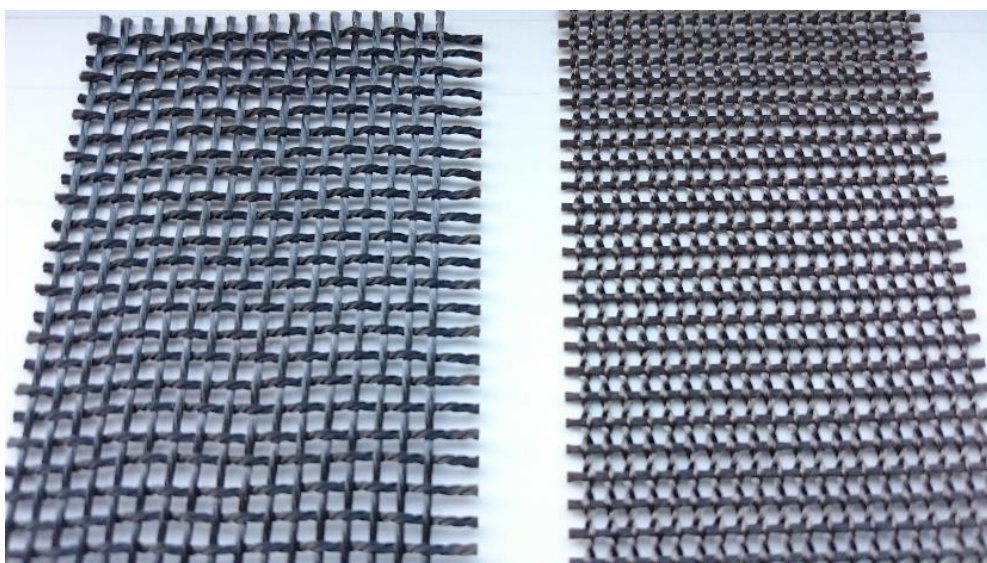
V podstatě velmi zřídka nacházíme v odlitku pouhý makro-oxid (*makro* označuje objekty větší jak 0,5 mm, tj. viditelné dobře pouhým okem), ale kombinaci oxidického vměstku s uzavřeným vzduchem.

Filtry plní 3 základní funkce.

1. Zachytí nečistotu před filtrem nebo ve filtru (nečistoty v určitém objemu při určité jednotkové velikosti budou v tavenině vždy!)
2. Roztrhají oxidické pleny na menší částice označitelné jako mikročástice, i když výrobní proces musí být tak řízen, aby blány z procesu odlévání taveniny do dutiny formy byly vyloučeny zcela
3. Reguluje plnění dutiny vtokového systému (lze zajistit i profesionálním návrhem průřezů a tvaru kanálů)

Praktické ukázky použití tkaninových filtrů

Na trhu jsou k dispozici produkty např. od společností ASTI Giessereigeräte GmbH nebo PYROTEK CZ, s.r.o.



Obr. 1 Příklady 2 typů tkaní, první typ vlákno přes vlákno (ASTI); druhý typ – kroucená 2 vlákna tvoří oko pro kolmo procházející vlákno (PYROTEK)



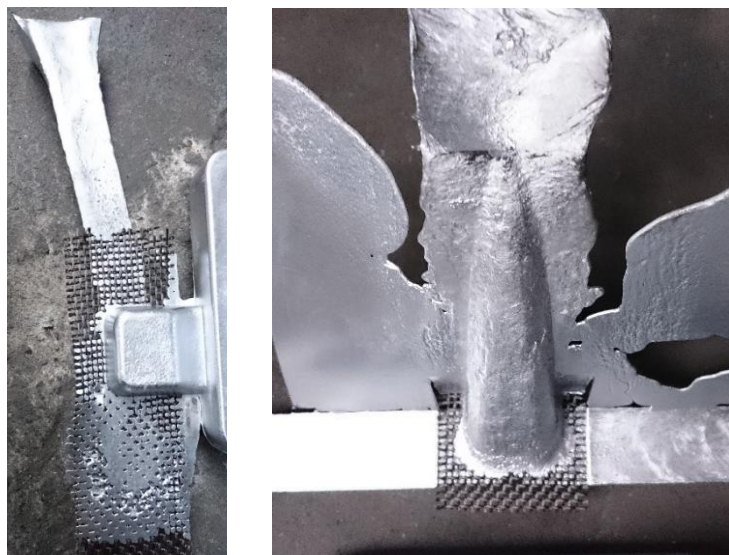
Obr. 2 Ukázky aplikace filtrů v licím kúlu v labyrintovém uspořádání (násobné až jednoduché)



Obr. 3 Další možnost umístění filtru – na dně licího kúlu



Obr. 4 Originální umístění filtru do rozváděcího kanálu – nábojka zvětšuje účinnou plochu filtru a zpomaluje licí rychlost



Obr. 5 2 způsoby nejjednodušší aplikace tkaninového filtru ve vtokovém systému – vertikální a horizontální



Obr. 6 Při velmi malých rozměrech stříhaných filtrů vzniká potenciální riziko nerovnoměrných ok filtru

Uvedené příklady jsou důkazem často až dodatečně instalovaného systému filtrace taveniny, protože když je zapotřebí řešit zvýšenou neshodu odlitků, v nejhorsím případě neschopnost uspokojit kvantitativně zákazníka, je *každé řešení* dobré.

Používat lze při gravitačním odlévání i kovová sítká, která jsou běžná v praxi nízkotlakého lití. V praxi jsou i takové příklady, že se kombinují tkaninové filtry s kovovým sítkem, protože např. nelze konstrukčně do již existující kokily integrovat komůrku pro pěnový filtr.

Praktické ukázky použití pěnových filtrů



Obr. 7 Filtr s izolační vatou po obvodu, které lépe vytěsňuje komůrku, která nemusí být udržována v takové přesnosti jako v případě užití filtru bez izolace (zcela standardní způsob v případě přesného lití)



Obr. 8 Tradiční umístění komůrky nad dnem lícího kůlu, kdy konický náběh z kanálu do průřezu filtru je symetrický s opačnou stranou komůrky



Obr. 9 Tradiční umístění komůrky pro pěnový filtr v horizontálním rozváděcím kanálu s asymetrickým napojením před a za filtrem (řídící průřez je na dně lícího kůlu před napojením na horizontální kanál)

Při aplikaci pěnového filtru je nutné dbát na systém vyhazovačů, protože dochází k brzděnému smršťování apod. Právě nutnost osazení dalších vyhazovačů může blokovat dodatečnou instalaci filtru, když není možné zvětšit desku vyhazovačů apod. Alternativou k pěnovým filtrům jsou lisované. Jedna z velkých výhod lisovaných filtrů je jejich pevnost, tzn. že při zavírání kokily a nedokonalé poloze filtru v komůrce nedochází tak lehce k odlomení části filtru, která může být odplavena do odlitku. Vměstek části filtru v odlitku představuje jednu z nejkritičtějších vad pro třískové opracovatele.

Závěr

Pochopit, co vlastně chceme filtrovat, je klíčové pro celý proces filtrace. V slévárně nic nezmůžeme filtrací, pokud se nedodrží základní pravidla technologické kázně, tj. vrat tvoří max. 80% vsázky, netaví se naráz znečištěný vrat (tj. ani vtokové jamky, kde vždy skončí oxid z naběračky), ošetřují se kvalitně tavící a udržovací agregáty a přepravní pánev, je dobře nastavené kvalitní odplyňovací zařízení, perfektně se shrne hladina na udržovací peci po „dusíkování“ a udržuje následně čistá po celou dobu dávkování kovu a především se z naběračky odstraní případné oxidické blány po předchozím odlití. Filtry je vhodné integrovat do technologie již v přípravné fázi projektu – později je to vždy jen dražší a někdy vzniknou limity použití právě nejvhodnější filtr. Filtr nikdy nesmí obtékat tavenina a filtrační komůrku je nutné udržovat rozměrově přesnou v rámci preventivní údržby nářadí. Během odlévání je nutné dbát na čistotu dělicí roviny a filtrační komůrky a správnou polohu filtru. Určitý typ filtrů není vhodné integrovat do vratného materiálu, neboť musím garantovat, že filtry, resp. jejich části, odstraním z taveniny již při tavícím procesu. Kontrola technických parametrů filtrů na vstupní kontrole je součástí standardního kontrolního plánu.

Ano, lze vyrábět špičkovou kvalitu odlitků i bez filtrace. Avšak **filtry činí výrobní proces více robustním** a materiálové náklady navýšené o cenu filtru se vracejí v nízké, udržitelné neshodě kvality produktu.