

VÝROBA ODLITKŮ HLAV VÁLCŮ Z HLINÍKOVÝCH SLITIN PRO AUTOMOBILOVÝ PRŮMYSL – VOLBA TECHNOLOGIE GRAVITAČNÍHO LITÍ DO KOKIL

Marko Grzinčič
Rautenbach Slovakia s.r.o.
Žiar nad Hronom, Slovensko

Abstract:

The cylinder heads present a product that follows the requirements of an increasing comfort, functionality, safety and reliability. The automotive industry suppliers face a strong pressure in the area of costs. The gravity die casting technology achieves a success in this area and offers a high improvement potential. The foundries, enforcing at the supplier market of cylinder heads castings, are the proprietors of a strong know-how. NEMAK company reinforces its position at the market. The new technologies are coming across with regard to the condition optimization of a mould cavity fulfilling. The aim isn't just to assure the non-leakage castings but also the higher mechanical properties.

Keywords: zylinder head, gravity pouring, rautenbach

1 Úvod

Automobilový průmysl je celosvětově hybnou silou současného slévárenství a stále větším hospodářským tahounem ekonomik nových členských států Evropské unie. Z pohledu potřeby odlitých polotovarů zaujímají bloky motorů a hlavy válců tradičně nejdůležitější postavení po stránce nákladové, hmotnostní i know-how. Náročné know-how/význam produktu jsou důvodem, proč si automobilky ze strategických důvodů ponechávají ve vlastnictví slévárny pro výrobu hlav válců a bloků motorů. V roce 2004 se celosvětově vyrobilo 55,8 miliónů hlav válců pro 20,6 miliónů bloků motorů z Al-slitin 35,2 miliónů bloků motorů z železných slitin. V roce 2009 se očekává 62 miliónů setů bloků motorů a hlav válců. Osobní automobily využívají již jen hlavy válců z Al-slitin. Z uvedeného jasně plyne, jaký významný trh se výrobcům hlav válců nabízí.

2 Role skupiny NEMAK

Rautenbach Slovakia s.r.o. byla založena v r. 1999. Od II/2005 patří slovenský závod do skupiny Nemak se sídlem v Mexiku. Nemak je joint venture společností Mexico's Grupo Alfa a Ford Motor Co. Roční objem výroby představuje 14 mil. kusů odlitků bloků motorů a hlav válců.



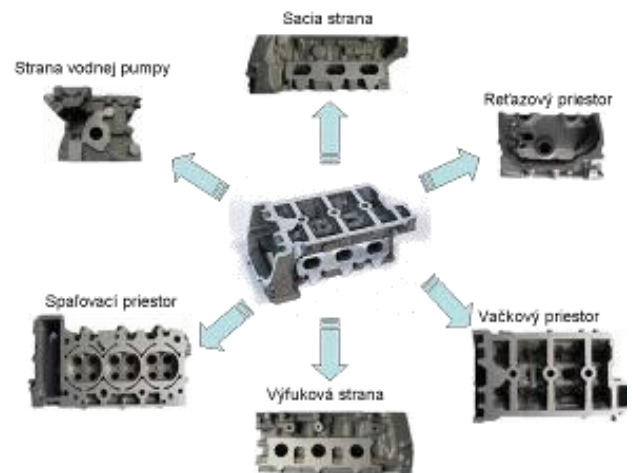
Obr. 1 Přehled zákazníků skupiny Nemak

3 Požadavky na hlavy válců

V posledních měsících se společnost rozšířila akvizicí 6 sléváren Teksid Aluminium Ltd. a k již 3 závodům

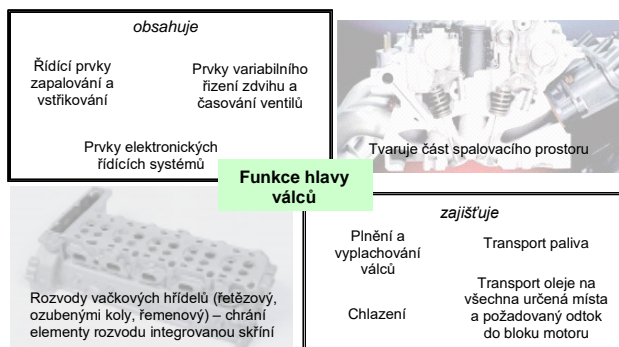
v Evropě přibyla 4 závody Norsk Hydro ASA's European. Nemak se tímto krokem stal firmou s celosvětovým pokrytím trhů, zvětšuje dvojnásobně objem výroby a dodává odlitky bloků motorů a hlav válců pro téměř všechny automobilky, obr. 1. Sloučení firem, které používají různé technologie v různých lokalitách, poskytuje společnosti Nemak schopnost reagovat na veškeré potřeby výrobců motorů.

Hlava válců je reprezentativní díl pro obor kokilového lití hliníkových slitin a patří k nejsložitějším a nejkomploxejším odlitkům v branži vůbec. Tenkostěnná konstrukce hlavy válců je vystavena cyklickým tepelným a mechanickým zatížením. V kanálech, olejovém prostoru a na opracovaných plochách musí být odlitek těsný. Mechanická zatížení u nových spalovacích motorů stoupají i v prostoru vačkových hřídelí, což opět zvyšuje požadavky na slévárenskou technologii.



Obr. 2 Šest různých pohledů na hlavu válců má charakteristické označení

Hlava válců má své charakteristické části a dle toho označujeme její strany, jak označuje obrázek č. 2. Sací kanály mají vždy větší průměr než výfukové kanály, aby se zajistilo co nejrychlejší plnění spalovacího prostoru. Hlava válců zajišťuje víc jak jiný z dílů motoru určujícím způsobem vlastnosti s ohledem na provozní chování. Stavba motoru určuje koncepci konstrukce odlitku hlavy válců. Hlava válců uzavírá kompresní prostor válců a je opatřena minimálně jedním sacím a jedním výfukovým kanálem k zajištění transportu vzduchové směsi a spalin. Obr. 3 shrnuje funkce hlavy válců.



Obr. 3 Funkce hlavy válců

Hlava válců je díl, kde jsou výkresem předepsány nejvyšší mechanické hodnoty na straně spalovacího prostoru. Vzhledem k vyšším spalovacím tlakům vznětových motorů jsou požadavky na hlavy válců tohoto určení omezeny hodnotami vzdáleností sekundárních os dendritů DAS 19 až 25 μm v dané vzdálenosti od lící kůry. Při sériové výrobě se po tepelném zpracování každá šarže uvolňuje zkouškou tvrdosti dle Brinella. Zkoušky tahem na vzorcích odebraných z odlitků jsou realizovány v týdenní až měsíční frekvenci. Obr. 4 dokumentuje vlastnosti materiálu hlavy válců směrem od spalovacího prostoru k přírubě prostoru vačkového hřídele, který je náliťkovan.

4 Rozhodovací kritéria pro výběr technologie

Při poptávkových řízeních pracovníci nákupu výrobců automobilů vychází ze specifikací daných většinou již na výkrese dílu. Konstrukteři přímo předepisují technologie pro výrobu dílu, v některých případech i technologii výroby jader. Dáno je to úzkým napojením dodavatelů polotovarů na vývojová oddělení automobilek. Dodavatelé jsou poptáváni již ve fázi vývoje prototypů a další kroky určuje typ sériové technologie, který se mnohdy liší od prototypové.

Při volbě technologie se dají definovat následující kritéria, která se vzájemně ovlivňují:

- volnost uspořádání
- velikost dílu
- požadované mechanické vlastnosti
- požadovaná přesnost rozměrů a kvalita povrchu
- výrobní náklady (velikost série, investice do nářadí, výrobní zařízení, obslužnost, ...)

Charakteristické v branži výrobců hlav válců je velká setrvačnost prosazování konvenčních technologií. Dáno je to extrémními investičními náklady do výrobní technologie vzhledem k velkosériovosti poptávek a neméně vysokými vývojovými náklady. Např. lost-foam výroba hlav válců se vyvíjela v BMW přibližně 8 let. V závodu Nemak Dillingen (SRN) bylo s ohledem na náběh nových produktů v letech 2002 - 2005 investováno 100 mil €, přičemž technologie odlévání bloků motorů do jádrových paketů zůstává zachována. Až vysoký konkurenční boj na trhu způsobil prosazování revolučních myšlenek či optimalizaci konvenčních technologií.

Obr. 5 znázorňuje přehled výrobních technologií, které se prakticky uplatnily při produkci hlav válců alespoň v rámci prototypových výrob. Extrémní provozní nároky na kvalitu materiálu na straně spalovacího prostoru určují nutnost intenzivního chlazení této strany odlitku a podmiňují usměrněného tuhnutí směrem k víku hlavy válců. Kokilové lití je kompromisním řešením pro nalezení

řešení dvou základních požadavků – uspokojivých mechanických hodnot při konkurenceschopné ceně odlitku.

Gravitační lití stacionární lze rozlišovat dle plnění dutiny formy. Společnost Rautenbach (ale i VW Hannover) je známá uplatněním plnění dutiny formy horem – tj. zářezy jsou umístěny do příruby prostoru vačkového hřídele. Tímto způsobem se začaly odlévat hlavy válců ve společnosti Honsel před přibližně 40 roky. Výhodou proti konvenčnímu zavtokování je možnost velmi intenzivně chladit základovou desku a transport kovu k náliťkům nejkratší cestou, tj. bez negativního ochlazování v dutině formy. Negativním jevem plnění dutiny formy horem je „nekontrolovatelné“ proudění kovu po opuštění zářezů zprovázené oxidací kovu. Oxidace povrchu plnicí fronty v dutině formy nepředstavuje takový riziko, jako oxidace odtržených proudů kovu od hlavní plnicí fronty, nebo změna směru hlavní plnicí fronty. Kov oxiduje a při zalití stoupající hladinou může oxidická blána způsobit nětěsnost odlitku. Odlitky zákazník kontroluje přetlakem až 0,3 MPa. Podmínkou úspěchu technologie „Kopfguss“ je precizní zvládnutí plnění vtokového systému a následně dutiny formy a vysoká kvalita tekutého kovu. Nutno i podotknout, že tvar stěny odlitku pod zářezy, tvarová komplikovanost jader stojících v cestě plnicí frontě, tloušťka stěn odlitku v kritických partiích či délka odlitku jsou omezujícími podmínkami uplatnění principu lití horem.

Stále zvyšující se komplexnost konstrukce hlav válců a zvyšující se požadavky na materiálové vlastnosti vyžadují alternativní postupy. Těmi jsou technologie NDCP (Nemak Dynamic Casting Process) nebo Rotacast (vyvinutý prof. Kahnem a firmami Fill a Mandl&Berger). Prakticky se jedná o sklopné lití, které zná slévárenský obor od svého vzniku. Odlévání Al-slitin gravitačním způsobem bez ochranné atmosféry se dokáže bránit vnitřním nehomogenitám materiálu ve formě oxidických vměstků jen eliminací turbulentního proudění.

Gravitační lití do kokil je perspektivní způsob výroby hlav válců pro nejnáročnější zákazníky a dovoluje výrobcům produkovat odlitky za konkurenceschopné ceny i při nejvyšší sériovosti, kterou automobilový průmysl zná. Tlak na snižování nákladů nutí optimalizovat technologii vlastní, materiál nářadí, organizaci práce, nutí zeštíhlovat výrobu, zdokonalovat logistiku. S tím souvisí i uspořádání pracoviště odlévání. V závodech Nemak je realizována řada řešení. Nejproduktivnější jsou lící karusely, flexibilní je uspořádání Tridem, Flexiline nebo nejnovější Common European Flexible Pouring System (CEFPS).

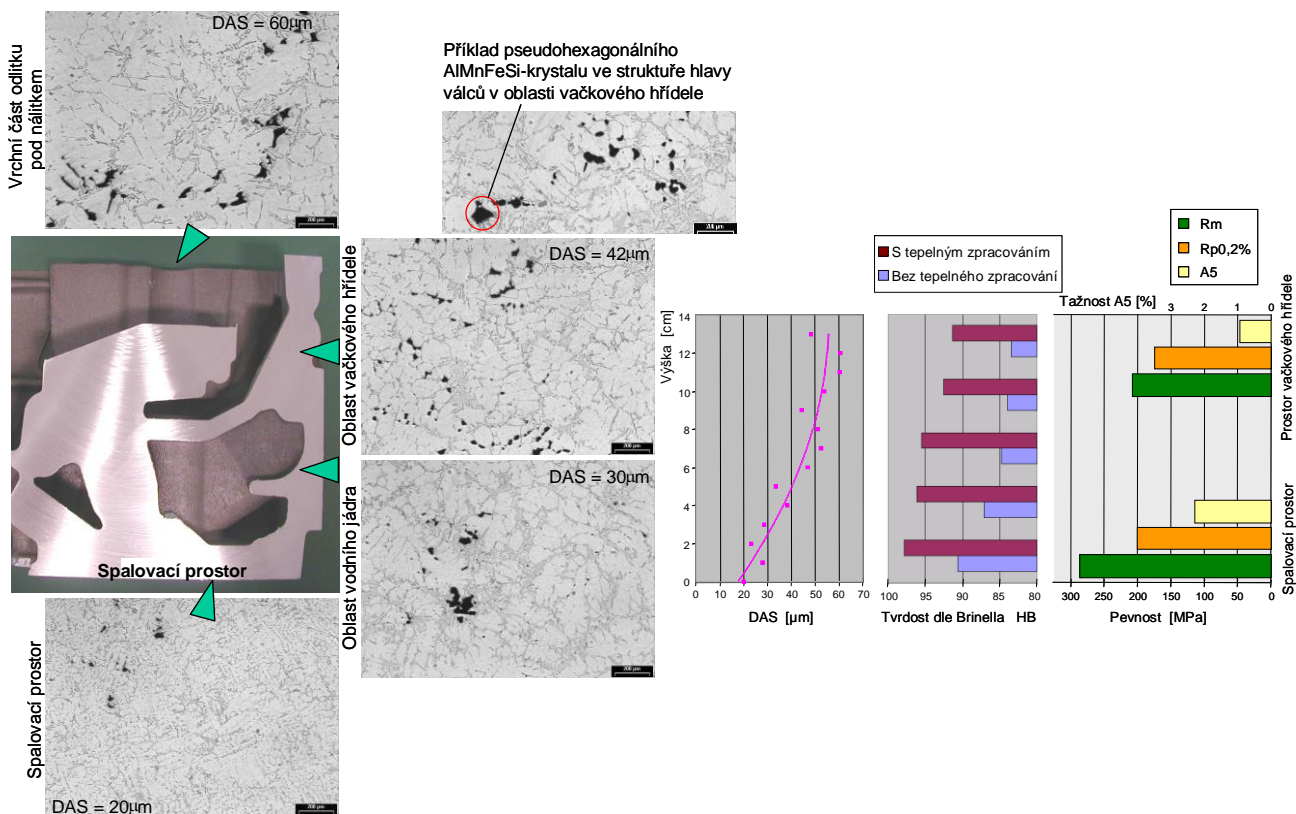
Další roky rozvoje posílené skupiny Nemak ukážou, kterým způsobem se bude ubírat vývoj licích strojů a zařízení, technologií lití, materiálů. Očekávat lze zvyšování technické vyspělosti s cílem zvyšovat kvalitu odlitků, snižovat výrobní náklady, zajistit flexibilitu výrobního portfolia.

Literatura

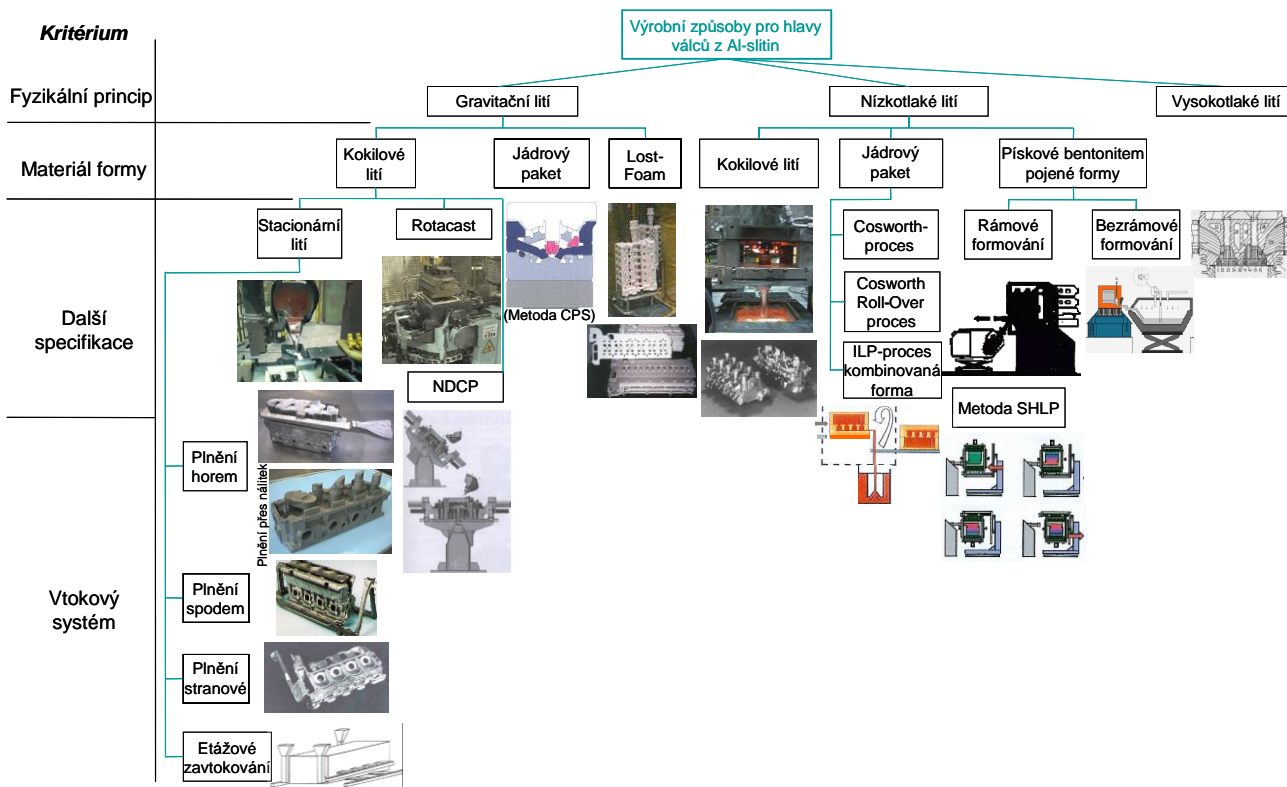
- [1] Bähr, R. – Saewert, H.Ch. : Požadavky na automobilové odlitky a vývoj postupů lití. Slévárství 54, 10 – 11/2006.
- [2] Fuoco, R. - Correa, E.R. – Cavalcanti, A.H. : *Evaluation of Mould Roll-Over Technique in A356 and A319 Castings: Microporosity Reduction and Mechanical Properties Increase*. AFS Transactions, 2005.
- [3] Grzinčič, M. : *Výroba velmi náročných odlitků z hliníkových slitin pro automobilový průmysl – hlav válců*. Slévárství 48, 9/2000.

[4] Grzinčič, M. : *Gießvorgänge beim Kokillenguss von Al-Legierungen*. Dizertační práce, Otto-von-Guericke Universität Magdeburg, 2002.

[5] Smetan, H. : *Zukunftsweisender Motorenleichtbau im Spannungsfeld der Gießverfahren und Werkstoffe*. Giesserei 93, 11/2006.



Obr. 4 Řez hlavou válců ze slitiny AlSi6Cu4 s ukázkami struktury a mechanických vlastností



Obr. 5 Výrobní způsoby k produkci hlav válců