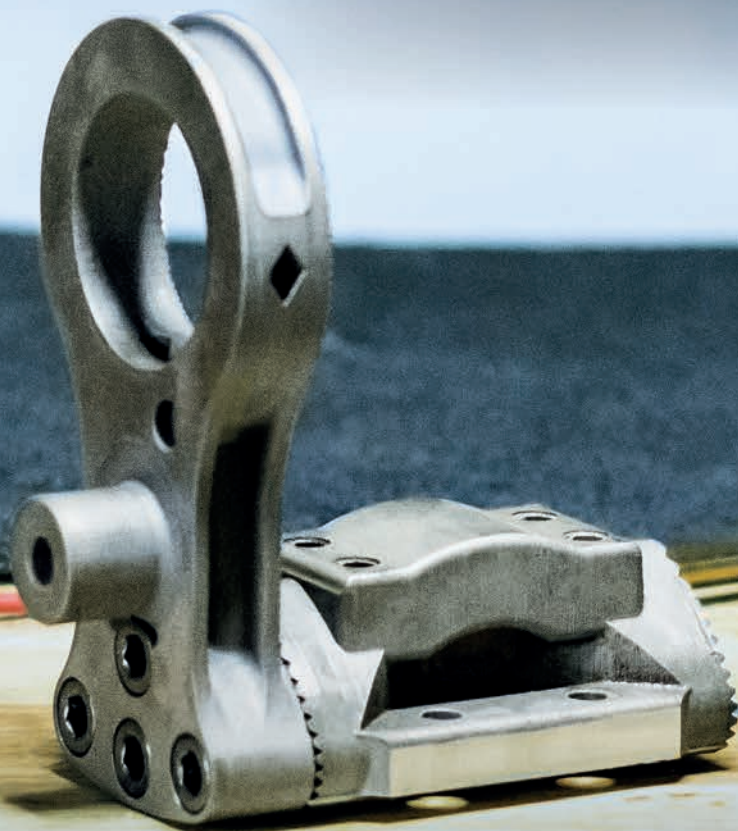




Lumenium

Studio System™ pro rychlou výrobu prototypů: Společnost se sídlem ve Virginii našla příležitost ke zkrácení vývoje produktů o 25 %.





Sestavené sedlo a výkyvné rameno vedle nainstalovaného výkyvného ramena v testovacím motoru IDAR

Přehled

LUMENIUM LLC je nová společnost se sídlem ve Virginii vyvíjející inovativní řadu motorů s vnitřním spalováním. Jejich inverzní rotační motor s asymetrickým pohybem (IDAR) je novinkou a zcela ojedinělým designem pro výkonné a efektivní vnitřní spalování. Unikátní design motoru umožňuje mimořádný, ale přesto efektivní výkon z malého, lehkého motoru při spotřebě menšího množství paliva a generování menšího množství emisí.

Výzva

Rychlá výroba prototypů je zvláště důležitá u start-up společností. Pro společnost Lumenium je schopnost rychlých iterací kritickým faktorem pro rychlost uvedení na trh a funkčnost motoru. Aktuálně používá společnost Lumenium pro výrobu prototypů interní CNC stroj a elektroerozivní drátové řezání (EDM), což dělá tento proces časově náročný a nákladný. Hledají rychlejší, úspornější řešení pro výrobu prototypů pro sestavu motoru.

Díly společnosti Lumenium musí odolávat extrémním teplotám a zatížením působícím při provozu spalovacího motoru. Každá součást motoru musí splňovat specifické požadavky, včetně vysoké rozměrové přesnosti, pevnosti při dynamickém zatížení a malé tepelné roztažnosti. Hmotnost jednotlivých dílů pak má neodmyslitelný dopad na celkový výkon a účinnost motoru. Aditivní výroba umožňuje společnosti Lumenium splnit tyto požadavky a vypořádat se se složitými geometriemi dílů. Příkladem jsou vnitřní chladicí kanály pro zlepšení funkce motoru. Studio System dokáže přinést tuto technologii do stávajícího pracovního prostoru společnosti a nabídnout rychlejší iteraci designu a funkční výrobu prototypů.

Aplikace

Motory s vnitřním spalováním představují trh o objemu 350 mld. dolarů. Můžeme sem zařadit tři kategorie motorů: tradiční pístové motory, motory s protiběžnými písty a rotační motory. Technologie motorů IDAR společnosti Lumenium je čtvrtou kategorií. Můžeme ji umístit mezi tradiční technologie motorů, ale přichází s novým přístupem v produkci výkonu. Při práci motoru vzniká značné teplo a působí velké síly, takže jeho komponenty musí odolávat při spalování dynamickému zatížení, tlaku 1500 psi a teplotám 1500 °C.

Navrhování složitých produktů s extrémně vysokými nároky na funkčnost vedlo k vytvoření několika generací designu motoru, přičemž každá jednotlivá generace vyžadovala dlouhou konceptuální fázi navrhování, výroby prototypu a iterací. Schopnost provádění častých designových změn má výrazný pozitivní vliv na konečnou funkčnost motoru. Úplný cyklus vývoje motoru pro jednotlivou generaci motoru IDAR trvá od tří do pěti let. Nalezení rychlejší a úspornější výroby prototypů je kritickým aspektem vývoje motoru IDAR a schopnost vyrobení lehčích dílů, které zároveň splní požadavky kladené na mechanické vlastnosti, tak má přímý dopad na funkčnost motoru.

Aktuální časové schéma pro vývoj produktu

Interní 3D tisk kovu dokáže zkrátit konceptuální fázi o čtvrtinu, fázi vytváření designu o třetinu a fázi výroby/iterací o polovinu, což ve výsledku přináší zredukování vývojového cyklu produktů u společnosti Lumenium o 25 %.

Výroba a iterace

1 rok Vývoj konceptu

1 rok Detailní design

1 rok Konstrukce a odladění

6 měsíců Test

Omezení obrábění

- Vysoké režijní náklady
- Vyžaduje školenou obsluhu stroje
- Doba programování stroje
- Zlomené nástroje a díly

Tisk vs. obrábění

Společnost Lumenium vyrábí přibližně 20 prototypových dílů měsíčně. Většina (okolo 95 %) se vyrábí interně pomocí 5-ti osého CNC obrábění a drátového EDM. Obrábění komplexních geometrií technologií CNC zahrnuje řadu komplikovaných drah nástrojů a někdy více než 80 různých operací obrábění. Každá operace vyžaduje nové programování, což často zahrnuje i vlastní upnutí do přípravku a opakované ustavování dílu obsluhou. I když je vyžadováno následné obrábění tištěného dílu, tak počet celkových operací obrábění je výrazně nižší. Programování CNC stroje vyžaduje zaškolenou specializovanou obsluhu a může trvat týdny pro jedinou složitější úlohu – od designu po vytvoření dráhy CNC nástroje, upevnění do přípravku a obrábění. Některé díly vyžadují následné zpracování externími dodavateli. V takovém případě je potřeba připočítat k době potřebné pro výrobu 3 týdny.

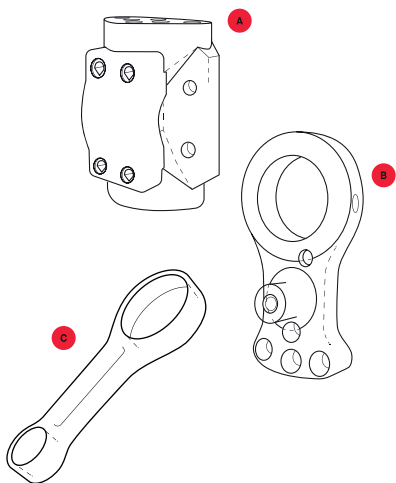
Zbývajících 5 % prototypových dílů – typicky konvenční, kulaté díly – se odesílá na externí obráběcí pracoviště, kde trvá výroba v průměru tří týdny. Dlouhý čas potřebný pro výrobu omezuje schopnost společnosti Lumenium provádět iterace designu, což má přímý dopad na funkčnost motoru.

Vedle dlouhé doby potřebné pro výrobu a vysokých nákladů nabízí obrábění jen omezené možnosti pro odlehčení dílů. Hmotnost je kritická pro funkčnost motoru, protože 50% snížení hmotnosti motoru může zdvojnásobit jeho jmenovité otáčky (RPM) a jeho výstupní výkon. Pro snížení hmotnosti obráběcími metodami nemohou inženýři udělat o moc více než zvolit lehčí materiál. Bez změny materiálu vyžaduje snížení hmotnosti typicky změnu geometrie dílu, což prodlužuje čas a zvyšuje složitost a může mít za následek slabá místa ve struktuře dílu. Ranné verze motoru používaly díly vyrobené obráběním z plných bloků hliníku, lehké slitiny. Hliník se ale s rostoucí teplotou rozpíná, což je nežádoucí vlastnost pro součásti motoru, který pracuje při vysokých teplotách. Ocel má koeficient teplotní roztažnosti o 68 % nižší než hliník.

Řešení Studio System tiskne díly s výplní s uzavřenými buňkami – vnitřní mřížkovou strukturou vytištěnou napříč dílem. Uživatelé mohou nastavit rozestupy výplně tak, aby byly splněny požadavky na pevnost i hmotnost. Díly tištěné s výplní mají výrazně menší tepelný přenos. Snižuje se tedy hmotnost dílu, ale zůstává zachována požadovaná pevnost a společnost Lumenium může použít pro díl ve svém řešení jako materiál ocel.

Porovnání dílů

Společnost Lumenium poskytla pro prvotní porovnání tři díly. Tyto tři díly tvořily dohromady podsestavu motoru IDAR. Na dílech byly provedeny určité úpravy designu kvůli přizpůsobení pro tisk s použitím řešení Studio System. Pro všechny tři díly se ukázalo řešení Studio System jako rychlejší a levnější varianta než obrábění. Abychom získali lepší představu o výrobním procesu a výhodách, podíváme se blíže na nosič sedla.



Tištěné díly Lumenium

- A** Nosič sedla
- B** Výkyvné rameno
- C** Ojnice

Požadavky na díl

- Rozměrová přesnost
- Odolání tlaků při spalování 1500 psi
- Odolání dynamickému zatížení
- Malá tepelná roztažnost
- Nízký přenos tepla

ÚSPORA NÁKLADŮ

74%

ÚSPORA ČASU

43%

SNÍŽENÍ HMOTNOSTI

39%

Výroba s použitím Studio System

Technologie	Bound Metal Deposition™
Typ materiálu	AISI 4140 ocel
Odstupy výplně	2,8 mm
Hmotnost dílu	933 g
Doba potřebná pro výrobu	4 dny
Náklady na díl	148 USD

Předchozí výrobní metoda

Technologie	CNC obrábění z plného kovového bloku
Typ materiálu	4340 ocel
Hmotnost dílu	1518 g
Doba potřebná pro výrobu	7 dní
Náklady na díl	980 USD

Konstrukční návod

Samonosná konstrukce: „kapka“

U většiny metod 3D tisku na bázi vytlačování materiálu, včetně metody Bound Metal Deposition, vyžadují vodorovné díry pro zachování tvaru použití vnitřní podpory. Úpravou tvaru díry ale lze potřebu výztuh eliminovat. Společnost Lumenium upravila konstrukci a změnila kruhové díry na tvar s větším úhlem (kapkovitý), který nepotřebuje při výrobě výztuhy.



Normální

Kapka

Podstata výplně

Hmotnost motoru s vnitřním spalováním je kritickým parametrem pro jeho funkčnost. S řešením Studio System může společnost Lumenium použít výplň s uzavřenými buňkami a vyrobit tak lehké díly s vnitřní voštinou. Díky tomu pak může používat pevné kovy jako ocel nebo titan, které lehce splní požadavky kladené na vlastnosti součástí.

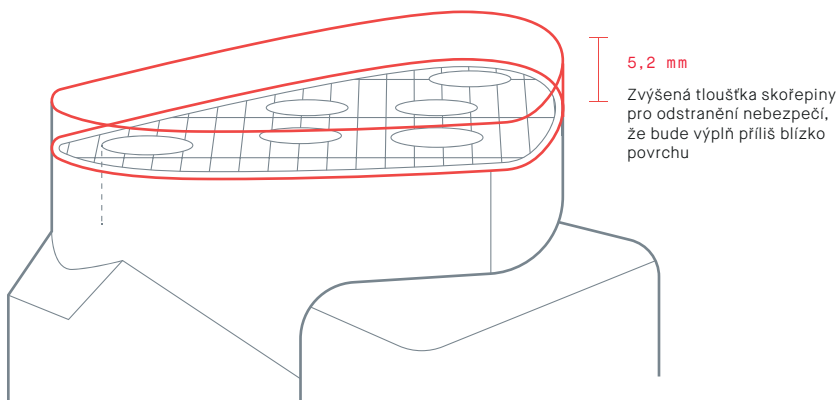
Obráběný ocelový díl: 1500 g

Tištěný ocelový díl (s výplní): 933 g

Obráběný hliníkový díl: 522 g

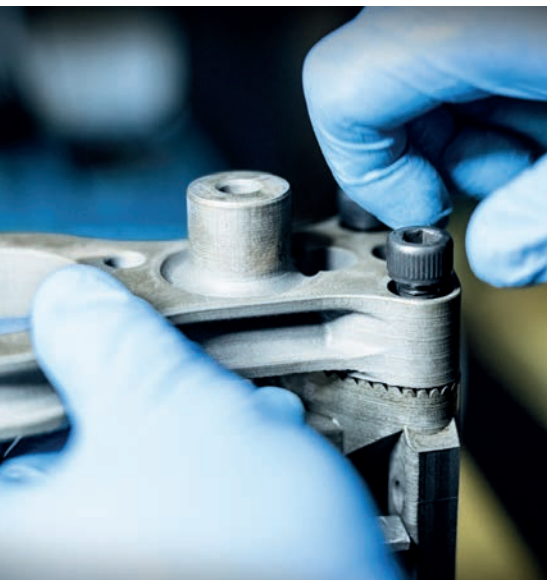
Nastavitelná tloušťka skořepiny

Konstrukce sedla společnosti Lumenium zahrnuje vroubkování podél horního a spodního okraje, které zapadá do výkyvných ramen. Vroubkování pomáhá, aby komponenty odolaly silám motoru a obrábění těchto kritických charakteristik umožňuje vytvoření hladké a přesné styčné plochy, jaké nelze dosáhnout pouhým tiskem. V softwaru Fabricate mohou uživatelé selektivně nastavit tloušťku skořepiny. Je důležité poznamenat, že tento faktor nemá vliv na rozměry dílu. Prostě se zvýší tloušťka pevné skořepiny okolo dílu, aby se zamezilo obnažení výplně dílu při obrábění. Společnost Lumenium zvýšila tloušťku skořepiny pouze na charakteristikách směřujících nahoru a dolů na 5,2 mm. Brala přitom v úvahu materiál, který by byl odstraněn v průběhu obrábění vroubkování.



Následné zpracování

Po vyrobení provedla společnost Lumenium na vytištěných dílech kritické kroky následného zpracování. To zahrnuje CNC obrábění a drátové EDM. Při porovnání s díly vyráběnými pouze za použití obráběcích procesů je počet kroků následného obrábění nižší a jejich realizace je relativně snazší díky menšímu počtu upínání do přípravku a programování. Společnost Lumenium obráběla kritické povrchy sedla, přidala nahoru a dolů vroubkování — vyvrtala díry a vyřezala závity. Po dokončení spojila sedlo a výkyvné rameno šrouby.



Shrnutí

Pro společnost Lumenium je rychlá výroba prototypů kritickým faktorem pro vývoj a dokončení produktu, protože motor IDAR se blíží do fáze komerčního využití. Design a funkce jednotlivých dílů v sestavě jsou kritické, takže schopnost rychlého vyladění a iterací má přímý dopad na celkovou funkčnost motoru. Předcházející metody obrábění jednotlivých prototypových dílů – buď interní, nebo na externích obráběcích pracovištích – jsou časově náročné a nákladné. Vytisknuté sedlo, výkyvné rameno a ojnice ukazují časové a finanční úspory, které systém přináší.

Vezmeme-li v úvahu čas potřebný pro programování CNC strojů, náklady na práci a konstrukční omezení, dokáže řešení Studio System zkrátit dobu potřebnou pro iteraci designu motoru na polovinu. Protože celý vývojový cyklus trvá 3 až 5 let, má časová úspora skutečně významný dopad na vývojový cyklus produktu a výnosnost.

Druhá část této případové studie se zaměří na funkční testování tištěných komponentů motoru a prozkoumání možností kompromisu mezi odlehčením a odolností pro různé konfigurace výplně.



Copyright © 2017 Desktop Metal, Inc. 63 3rd Ave, Burlington MA USA 01803
Všechna práva vyhrazena.

Podléhá změnám bez oznámení.
DM-0020 v2 02-18



MCAE Systems, s.r.o.
Kníničná 1771/6, 664 34 Kuřim
Česká republika
mcae@mcae.cz, www.mcae.cz

Společnost MCAE Systems je oficiálním distributorem společnosti Desktop Metal pro Českou a Slovenskou republiku.

O řešení Desktop Metal™

Společnost Desktop Metal, Inc. se sídlem v Burlingtonu ve státě Massachusetts urychluje transformaci výroby s použitím komplexního řešení pro 3D tisk kovů. Byla založena v roce 2015 předními osobnostmi v oblasti pokročilé výroby, metalurgie a robotiky. Tato společnost se zaměřuje na výzvy rychlosti, nákladů a kvality v 3D tisku kovu, které potřebují inženýři a výrobci po celém světě. V roce 2017 byla společnost vybrána asociací World Economic Forum jako jeden z 30 nejslibnějších technologických průkopníků na světě a nedávno byla zařazena na seznam 50 nejchytřejších společností asociací MIT Technology Review. Více informací naleznete na stránkách www.desktopmetal.com.

O společnosti Lumenium

Společnost Lumenium sídlí ve státě Virginia a zabývá se pokročilou technologií motorů a R&D vysoce inovativní řady motorů s vnitřním spalováním (IDAR), jehož konstrukce představuje nový přístup v produkci výkonu. Společnost Lumenium je již od svého založení v roce 2004 financována výhradně soukromým kapitálem poskytnutým loajální skupinou investorů s rozsáhlými a různými průmyslovými odbornostmi. Více informací naleznete na stránkách www.lumenium.com.