

Odlehčené konstrukce zemědělské techniky

umožňuje topologická optimalizace a nové výrobní metody

Redakce

Společnost Amazone vyvíjí a vyrábí inovativní zemědělské stroje s vysokou úrovní kvality, které umožňují a podporují moderní a ekonomické způsoby zemědělského hospodaření. Aby těchto standardů mohla společnost Amazon dosáhnout a uspět u svých zákazníků, využívá pokročilé vývojové nástroje, procesy a výrobní metody.



Zemědělské stroje se používají ve velmi drsných a extrémně rozdílných podmínkách. Kromě kvalitních servisních služeb a dostupnosti náhradních dílů je pro zemědělce klíčovým nákupním kritériem životnost stroje. Při vývoji nového produktu musí být výrobci nejen cenově

konkurenceschopní, ale musí také zohlednit požadovanou životnost výrobku, jelikož tento aspekt ovlivňuje pověst výrobce na trhu.

Nové výrobní metody pro vyšší životnost a ekonomickou životaschopnost

Zemědělské stroje a strojní zařízení zaznamenaly v posledním desetiletí obrovské zvýšení efektivity. Díky lepší průchodnosti terénem, rozšířeným řezacím jednotkám a větším nádržím se výrazně zvýšila jejich produktivita. Zařízení musí být dostatečně robustní pro drsné provozní podmínky a vylepšená konstrukce nesmí vést k vyšším cenám produktu pro zákazníka.

A zde přicházejí ke slovu nové vývojové a výrobní procesy. Kromě úspory materiálu během výroby díky optimalizované konstrukci dle provozního zatížení lze prodloužit životnost a snížit hmotnost produktu bez dodatečných nákladů pro koncového uživatele. Součástí optimalizace vývojového procesu je totiž zároveň i zohlednění výrobních postupů a omezení.

Společnost Amazone nedávno realizovala projekt, v rámci kterého byla provedena analýza a optimalizace závěsného zařízení pro jednotku na orbu půdy, s cílem vyhodnotit využití materiálu a životnost. Touto jednotkou byla tahací

Klíčové informace

• Průmysl

Zemědělská technika, stroje a strojní zařízení

• Výzva

Přepracovat původní svařovaný díl na odlitek, snížit hmotnost a zvýšit životnost

• Řešení společnosti Altair

Topologická optimalizace pomocí programu Inspire od solidThinking

• Výhody

- Zvýšení životnosti 2,5x
- Snížení hmotnosti o 8%
- Snížení výrobních nákladů
- Vyšší flexibilita pro zákazníky v nastavbových modulech

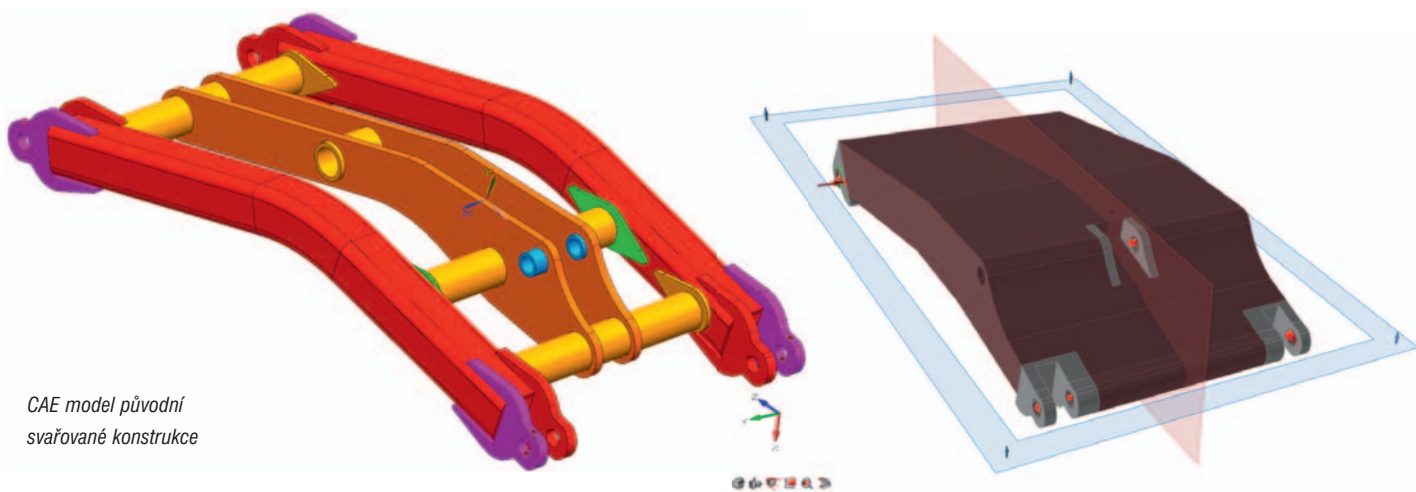




úkoly byly řešeny pomocí strukturálního řešiče a optimalizačního nástroje OptiStruct od společnosti Altair Engineering a také optimalizačním nástrojem Inspire od firmy solidThinking.

Inženýři očekávali od odlévání součásti několik výhod. Vzhledem k tomu, že díl může být odlit z jednoho kusu a nepotřebuje žádné svary, je výroba mnohem jednodušší a proces méně náchylný k chybám a výrobním zmetkům. Inženýři očekávali významné snížení nákladů a optimalizaci výrobního procesu, vyplývající z nového konstrukčního návrhu vytvořeného pomocí optimalizačních nástrojů.

Pro optimalizaci struktury využili inženýři software Inspire od firmy solidThinking. Nejdříve definovali možný návrhový prostor a okrajové podmínky, jako jsou zatížení, poža-



CAE model původní svařované konstrukce

kompaktní talířová brána Catros-2TS, která je tažena traktorem a může být použita v různých konfiguracích. Kompaktní talířová brána se používá pro intenzivní promíslení půdy a povrchové kypření (do pracovní hloubky 15 cm).

Odlehčení tohoto dílu nabízí další výhodu pro zemědělce. V případě lehčího závěsného zařízení má více možností pro výběr doplňkových zařízení. Například pokud je to nutné, může si vybrat těžší válec pro intenzivnější zpevnění půdy a zároveň by nedošlo k překročení celkového zatížení náprav s tímto lehčím závěsným zařízením.

Od svařované konstrukce k odlitku

Původně byla Catros-2TS poměrně složitá svařovaná součást o hmotnosti 245 kg, včetně 16,5 m dlouhých svarových švů potřebných ke spojení jednotlivých dílů. Tolik svařování je velmi výrobně

náročné časově i nákladově. Každý rok se vyrábí přibližně 350 kusů těchto dílů. Aby bylo možné splnit cíle optimalizace výrobního procesu a zvýšit jeho životnost, podívali se inženýři společnosti Amazone pozorněji nejen na konstrukci dílu, ale také zhodnotili potenciální výhody, které by mohl nabídnout nový výrobní postup v kombinaci s topologickou optimalizací.

Simulace a technologie lití pro optimalizované závěsné zařízení

Prvním krokem bylo posoudit úsporu hmotnosti a vylepšit tvar tak, aby bylo možné díl efektivně vyrábět odléváním. Za tímto účelem byla provedena předběžná topologická optimalizace. Společnost Amazone navíc použila tzv. simulací řízený návrh designu, aby eliminovala zbytečné vývojové iterace mezi konstruktéry a výpočtáři a aby rychleji dosáhla konečného návrhu. Tyto

Kromě návrhového prostoru byly v programu Inspire od SolidThinking definovány také oblasti, kde nesmí být konstrukce modifikována, a to například na podpůrných místech nebo na válcových vazbách.

dovaná tuhost a výrobní omezení. Rovněž byly vymezeny prostory, kde nesmí dojít během optimalizace ke změnám, například na opěrných místech nebo válcových vazbách. Výpočetní čas byl ještě snížen díky definování roviny symetrie, která přispěla k rychlejším výsledkům. Pomocí těchto vstupů software vypočítal, kolik materiálu je potřeba a na jaké pozici je nutné ho umístit, aby se vyhovělo požadavkům, jako jsou strukturální pevnosti apod.

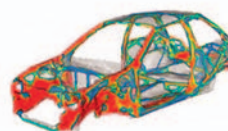
Z výsledku optimalizace vytvořili inženýři detailní konstrukci, která byla následně pevnostně analyzována nástrojem OptiStruct, který pracuje

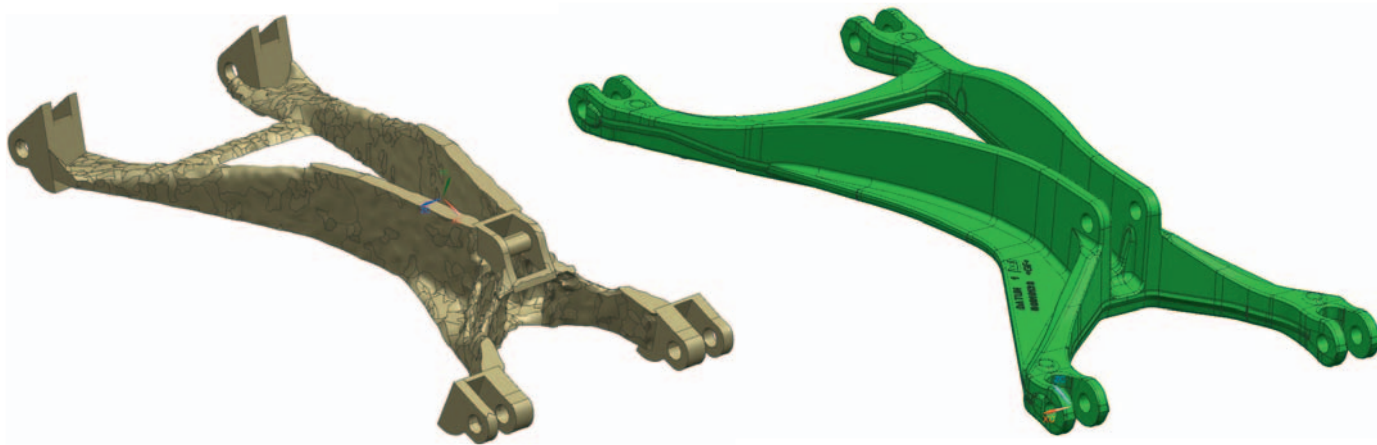
inzerce



HyperWorks - platforma pro inovace

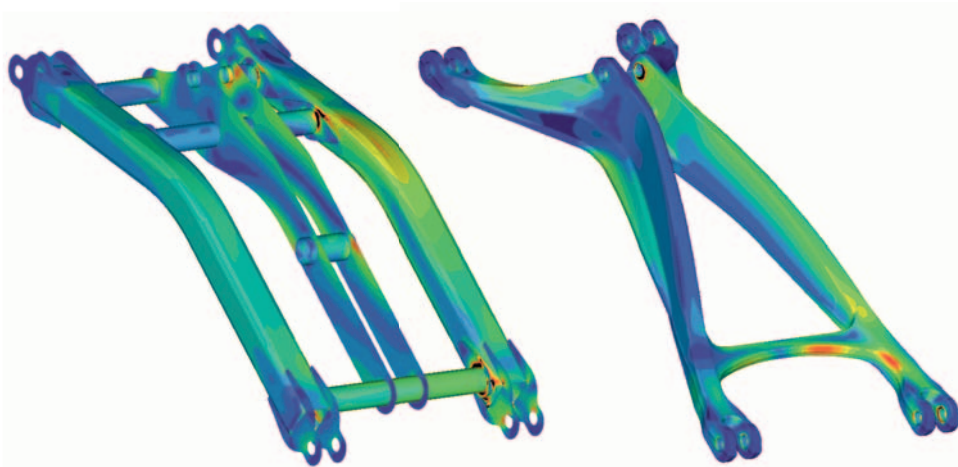
- Altair nabízí nejkomplexnější set nástrojů pro analýzy kompozitních konstrukcí
- HyperWorks je jednou z hlavních CAE platform pro statické, quasi-statické a dynamické výpočty
- Optistruct je v mnoha porovnáních oceněný optimalizační nástroj pro různé druhy optimalizace
- NVH analýza od fy. Altair je jedním z nejpokročilejších NVH řešení komplet. složitých modelů





Na základě dříve definovaných zatížení a okrajových podmínek Inspire od solidThinking vypočítá optimální strukturu.

Vylepšování optimalizované geometrie v Inspire od SolidThinking.



Ve srovnání se svařovanou konstrukcí (vlevo) měla realizovaná odlitá verze nižší hmotnost a hladší tvarové přechody konstrukce, což vedlo k menším odchylkám v tuhosti.

na základě metody konečných prvků. V porovnání se svařovanou konstrukcí má odlitek nižší hmotnost a hladší tvarové přechody v konstrukci, což vedlo k menším odchylkám v tuhosti. Celkové napětí v odlitém materiálu nového dílu bylo podstatně nižší ve srovnání se zatížením ve svařovaných spojích původní sestavy. Díky specifické

konstrukci odlitku dle zatížení pak následné reálné zkoušky prokázaly, že se životnost zvýšila 2,5×, zatímco hmotnost se snížila o 8 %.

Výhody a perspektiva

Nová verze závěsného zařízení je již v provozu a snížila výrobní náklady společnosti Amazone

o jednu třetinu ve srovnání s předchozí svařovanou konstrukcí. Díky opětovné použitelnosti lící formy byly náklady na lící formu rychle amortizovány. Zákazníci mají prospěch z vyšší flexibility v doplňkových modulech a z prodloužené životnosti produktu.

V současné době inženýři společnosti Amazone prověřují u dalšího odlitku možnou optimalizaci konstrukce a výrobního procesu, s využitím topologické optimalizace a 3D tisku. Altair představil nejlepší praktickou ukázkou tohoto přístupu společně se svým partnerem voxjet. V tomto procesu je forma ztraceného vosku vytvořena pomocí 3D tisku a struktura součásti je optimalizována a inspirována přírodními tvary, které dokonale odpovídají tomu, co lze realizovat 3D tiskem. Simulační a optimalizační výpočty již proběhly a vedly k další možné úspoře hmotnosti o zhruba 11 % při zachování životnosti a tuhosti na stejné úrovni jako u odlité části. Kalkulace konečných nákladů jsou doposud nedořešeny a budou jedním z klíčových faktorů rozhodnutí společnosti Amazone, zda tento postup použijí pro sériovou výrobu. ■



Příběh o úspěchu Amazone

„Pro optimalizaci konstrukce jsme použili program Inspire od firmy solidThinking. Díky specifické struktuře odlitku dle zatížení se zvýšila životnost 2,5×, zatímco hmotnost byla snížena o 8 procent. Strojní zařízení dle nové konstrukce je již v provozu a i díky změně výrobní technologie se snížily výrobní náklady ve společnosti Amazone o jednu třetinu.“

Sebastian Kluge
Amazone