

RYCHLÁ A LEVNÁ VÝROBA NÁSTROJŮ PRO TVÁŘENÍ MALÝCH SÉRIÍ PLECHOVÝCH DÍLŮ METODOU HYDROFORMING

Pavel Šuchmann¹, Michal Duchek¹

¹ COMTES FHT s.r.o., Plzeň, Česká republika psuchmann@comtesfht.cz,
mduchek@comtesfht.cz

Abstract

Hydroforming is a modern and efficient technology for production of complex shaped parts from tubes and metal sheets. It is commonly used in the production of car bodies and chassis as well as in manufacturing of various machine parts. The main disadvantage of hydroforming consists in the high fix costs connected with purchasing of hydroforming presses and manufacturing of special hydroforming tools. For this reason, hydroforming is mostly used only in production of large batches. The research team of the FORTECH Research Centre of Forming Technology developed technical approaches, which enable both rapid and cost-efficient manufacturing of hydroforming tools. These tools can be used for production of small and middle-sized batches of metal sheet parts or prototypes of them. Experiments are being performed, which should approve the usability of the developed approaches in the industrial production.

1 ÚVOD

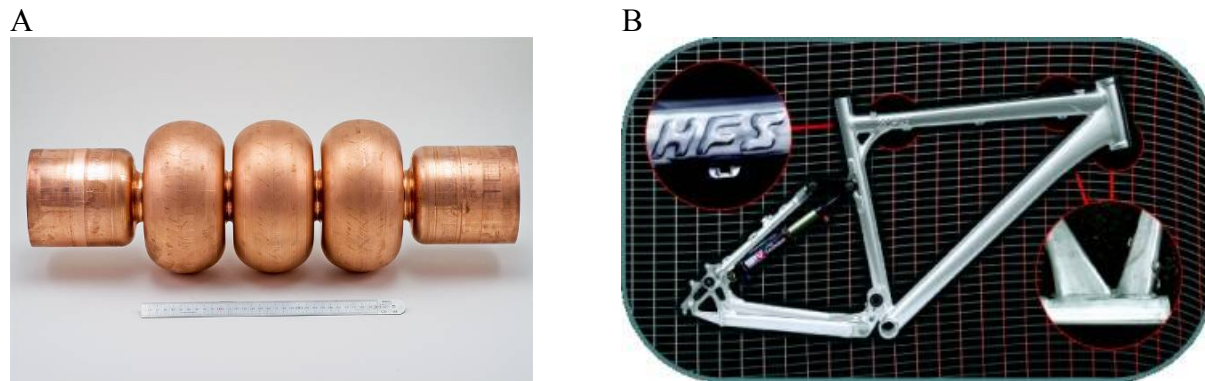
Technologie tváření plechů a trubek kapalným médiem (hydroforming) začala být v průmyslové výrobě uplatňována již v 70. letech 20. století. K jejímu intenzivnímu rozvoji došlo zejména v 90. letech 20. století v souvislosti s růstem požadavků zejména automobilového průmyslu na výrobu velkých sérií plechových dílů se složitou geometrií. Technologie hydroforming umožňuje efektivní výrobu těchto dílů z jednoho polotovaru bez použití svařování dalších spojovacích metod. Možnost hospodárné výroby komplexně tvarovaných součástí vede dále k rozšíření možností vytváření geometrických výztuh tvaru [1], což představuje značný potenciál pro úspory hmotnosti zejména u automobilových karosérií [2].

V současné době se součásti tvářené metodou hydroforming uplatňují kromě stavby karosérií také v dalších oblastech automobilového průmyslu - typickým příkladem jsou duté vačkové hřídele, na kterých jsou vačky nalisovány metodou hydroforming (**obr. 1**).



Obr. 1: Dutý vačkový hřídel s vačkami nalisovanými metodou hydroforming

Další příklady součástí vyráběných metodou hydroforming v jiných oborech, než je automobilový průmysl, jsou znázorněny na **obr. 2**.



Obr. 2: Příklady součástí vyráběných metodou hydroforming (A - tepelné výměníky, B - designové prvky a tvarové výtzuhy rámu jízdních kol)

Hlavní nevýhodou hydroformingu jsou vysoké fixní náklady spojené s pořízením potřebného strojního vybavení a se zhotovením příslušných nástrojů. Z tohoto důvodu je technologie hydroforming využívána téměř výhradně pro velkosériovou výrobu.

Projekt řešený v rámci Výzkumného centra tvářecích technologií Fortech (www.fortech.zcu.cz) si klade za cíl vyvinutí a praktické odzkoušení technologických postupů, které umožní rychlou a levnou výrobu nástrojů pro tváření menších plechových součástí v malých sériích metodou hydroforming. Nástroje mají být konstruovány tak, aby tváření bylo možné provádět i bez speciálního lisu na hydroforming - pokud možno v libovolné tlakové komoře, která má odpovídající rozměry a umožní vyvinout dostatečný tlak potřebný pro plastické přetvoření materiálu. Předkládaný příspěvek popisuje průběžné výsledky řešení tohoto projektu.

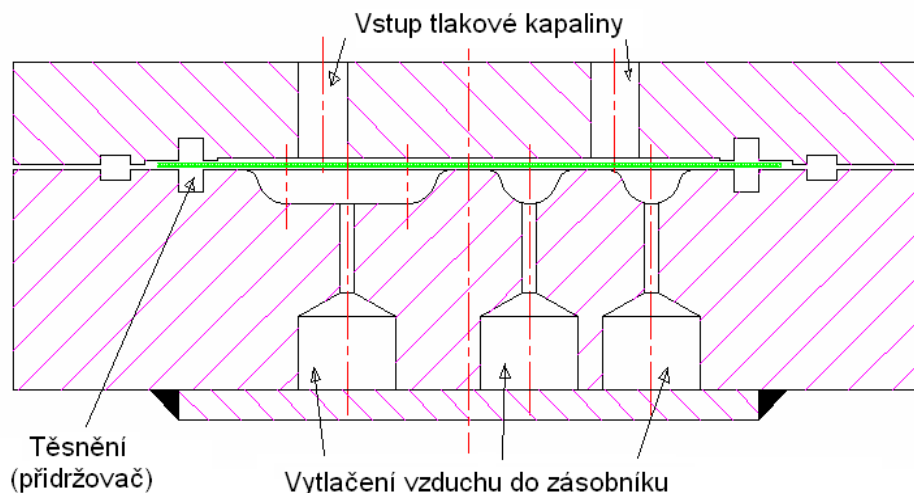
2 EXPERIMENTÁLNÍ ZAŘÍZENÍ

2.1 Zkušební stroj

Experimenty s tvářením metodou hydroforming jsou prováděny na izostatickém lisu s válcovou tlakovou komorou o průměru 400 mm, který je schopen vyvinout maximální tlak 4 000 barů. Zvolená geometrie nástroje (viz kapitola 2.2) však umožňuje použít libovolnou tlakovou komoru, ve které je možné vyvinout odpovídající tlak.

2.2 Geometrie zkušebního nástroje

Geometrie první verze nástroje (**obr. 3 a 4**) byla zvolena tak, aby dobře demonstrovala výhody hydroformingu oproti jiným technologiím tváření plechu (hluboké tažení apod.). Oválné prolisy umístěné těsně vedle sebe, přičemž podélná osa není u všech prolisů orientována stejným směrem, by se konvenčními metodami vyráběly velmi obtížně, a to zejména kvůli omezenému přísunu materiálu do míst s největší lokální deformací. Technologie hydroforming naproti tomu umožňuje díky nižšímu tření mezi nástrojem a polotovarem snazší tok materiálu a v kritických oblastech proto nedochází tak často ke vzniku trhlin.

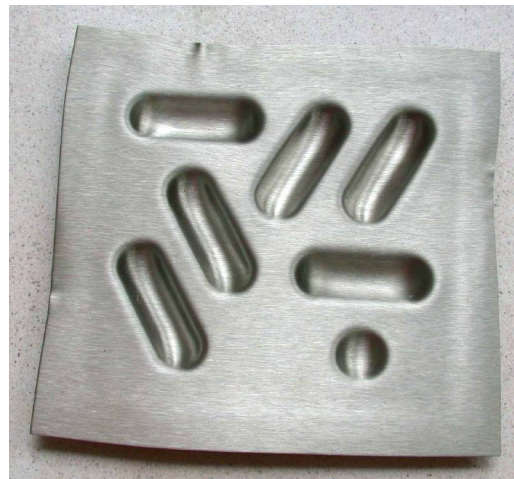
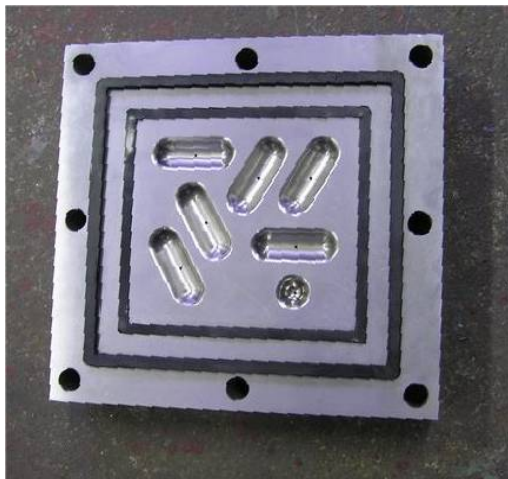


Obr. 3: Schéma konstrukce zkušební nástroje

3 KONSTRUKČNÍ VARIANTY NÁSTROJE

3.1 Varianta 1 – konvenční nástroj

První verze zkušební nástroje byla vyrobena konvenčním způsobem – tvarovým frézováním z ocelového bloku (viz obr. 4 vlevo). Tento nástroj je používán jako srovnávací varianta pro další konstrukční verze, které jsou popsány v následujících odstavcích, a je možné s ním bez technologických problémů vyrábět výlisky z plechu o tloušťce 1 mm z hlubokotažné oceli a z hliníku (viz obr. 4 vpravo).



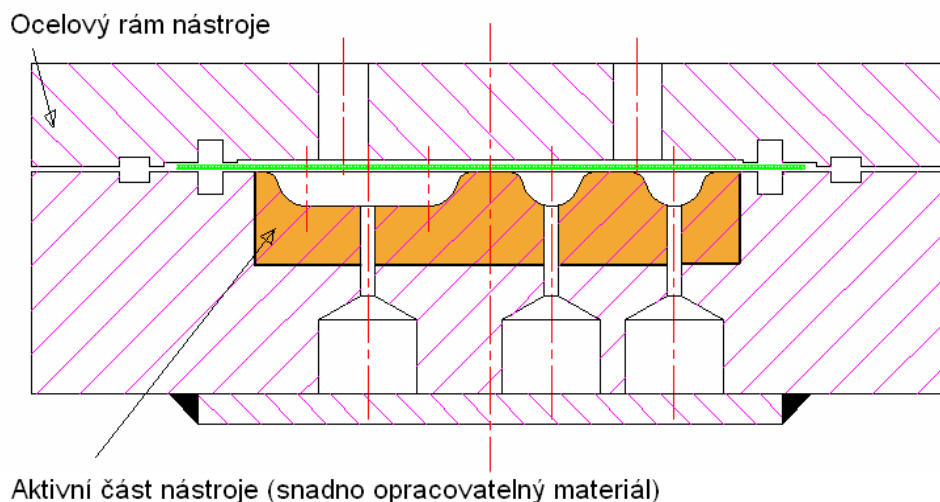
Obr. 4: Snímek konvenční varianty zkušební nástroje (vlevo) a příklad zhotoveného výlisku (vpravo)

3.2 Varianta 2 – nástroj ze snadno obrobitelného materiálu

První testovanou konstrukční variantou, která splňuje požadavky na rychlou a levnou přípravu nástrojů pro malosériovou výrobu, je nástroj, jehož aktivní část je vyrobena ze snadno obrobitelného plastu (viz obr. 5). Při změně výrobního programu je možné plastovou

aktivní část nástroje vyměnit, případně frézováním upravit tvar stávajícího nástroje. Další možností je výroba aktivní části nástroje z rychletuhnoucí hmoty zaformováním podle modelu nebo prototypu výlisku.

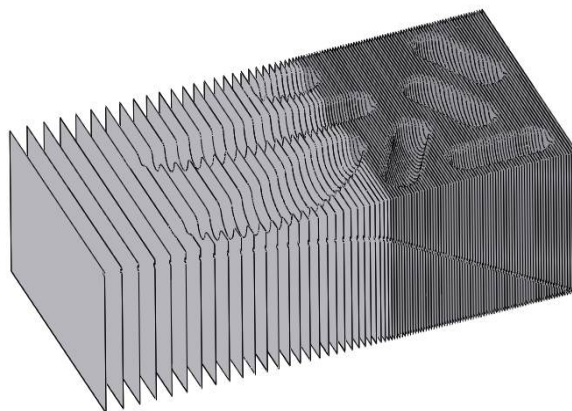
V současné době jsou prováděny praktické zkoušky této konstrukční varianty nástroje. Zkoušky jsou zaměřené především na srovnání životnosti takto řešeného nástroje s konvenční variantou popsanou v kapitole 3.1 a na porovnání geometrické přesnosti výlisků vyrobených oběma nástroji.



Obr. 5: Nástroj s aktivní částí ze snadno obrobitelného materiálu

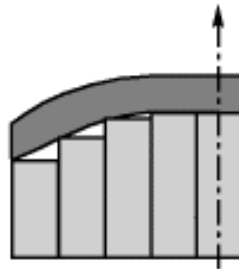
3.3 Varianta 3 – nástroj složený z vrstev

Další variantou, která umožňuje rychlou a levnou přípravu nástrojů pro technologii hydroforming, je konstrukce znázorněná na **obr. 6**. Aktivní část nástroje je rozdělena na tenké vrstvy vyrobené z ocelového plechu. Celý nástroj je pak namísto frézování do ocelového bloku složen z jednotlivých vrstev, které je možné s výhodou vyrobit například řezáním vodním paprskem nebo jinou operativní technologií.



Obr. 6: Nástroj složený z vrstev

Kromě nižší ceny a rychlejší výroby je klíčovou výhodou takto řešeného nástroje snadná renovace v případě intenzivního lokálního opotřebení. V místě s nejvyšším opotřebením je možné vyměnit příslušné vrstvy a nahradit je plechy s původním tvarem. Celková doba renovace nástroje je tak nesrovnatelně kratší, než v případě renovace klasické ocelové formy. Nevýhodou nástroje složeného z vrstev je naopak nižší geometrická přesnost, která je dána „odstupňováním“ všech geometrických přechodů podle vrstev. Čím vyšší je tloušťka jednotlivých vrstev, tím nižší je geometrická přesnost nástroje. Přechody mezi jednotlivými vrstvami rovněž negativně ovlivňují tření mezi nástrojem a polotovarem. Těmto negativním jevům je možné do určité míry předcházet například použitím pružné fólie na stykové ploše nástroje a polotovaru (viz **obr. 7**). Tato fólie umožňuje částečné vyrovnání tvarových nerovností na povrchu nástroje a zlepšuje tak tok materiálu v kritických oblastech. Tloušťku fólie je třeba volit s ohledem na složitost geometrie nástroje a na tloušťku jednotlivých vrstev, ze kterých je nástroj složen.



Obr. 7: Princip vyrovnání tvarových nerovností na povrchu skládaného nástroje pomocí pružné fólie

Výroba výlisků metodou hydroforming pomocí nástroje skládaného z vrstev je v současné době rovněž testována. Testy jsou zaměřeny především na vliv tloušťky jednotlivých vrstev na geometrickou přesnost výlisků a na tření mezi nástrojem a polotovarem.

4 SHRnutí

V rámci provedených experimentů byla prokázána možnost reprodukovatelné výroby plechových výlisků metodou hydroforming v tlakové komoře izostatického lisu. Výlisky byly vyrobeny pomocí konvenčního ocelového nástroje. Dále byly navrženy dvě konstrukční varianty, jejichž využití umožňuje operativní výrobu nástrojů pro tváření metodou hydroforming, a to i pro menší série výlisků. Testy navržených nástrojů, které v současné době probíhají, by měly potvrdit jejich použitelnost v malosériové výrobě.

Tento příspěvek popisuje výsledky vytvořené v projektu 1M06032 Výzkumné centrum tvářecích technologií Fortech (www.fortech.zcu.cz). Projekt je řešen v rámci programu Výzkumná centra (1M) a podporován z účelových prostředků státního rozpočtu na výzkum a vývoj.

LITERATURA

- [1] M. CELEGHINI, O. KREIS, „Integrierte Fertigung durch Umformen, Trennen und Fügen in einem IHU-Werkzeug“, 5. Sächsische Fachtagung Umformtechnik, 4.-5.12. 2001, Freiberg (DE), ISBN 3-86012-158-8
- [2] A. KRÖFF, B. A. BEHRENS, U. EGGERS, R. SCHULZ, „ATLAS - Innovative Werkstoffe und Fertigungstechnologien zur Realisierung eines Stahl-Spaceframes“, 10. Sächsische Fachtagung Umformtechnik, 14.-15.10. 2003, Chemnitz (DE), ISBN 3-928921-98-3