

ŘADICÍ OBJÍMKA VYROBITELNÁ TECHNOLOGIÍ PRÁŠKOVÉ METALURGIE

Jiří Pakosta, Gabriela Achtenová, Dalibor Hanka

ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel

jiri.pakosta@fs.cvut.cz, gabriela.achtenova@fs.cvut.cz, dalibor.hanka@fs.cvut.cz

SHIFTING SLEEVE MADE BY POWDER MATERIAL TECHNOLOGY

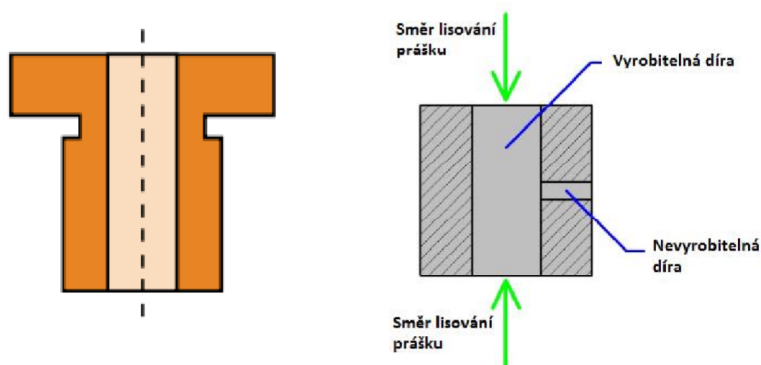
Abstract: *The article is focused on the design of the powder metal shift sleeve of the synchroniser of the automotive manually shifted gearbox. Different designs of standard and powder metal optimised sleeve are presented. The functional steel prototype (manufactured with standard tip procedure) was fabricated and experimentally verified. The results of the testing on the inertia test stand are described in the article.*

Key words: *Shifting Sleeve, Shift Fork, Powder Metallurgy, Gearbox*

ÚVOD

V hromadné produkci automobilového průmyslu roste tlak na co nejnižší výrobní náklady současně s rychlostí výroby. Jednou z možností snížení výrobních nákladů, zvýšení efektivity výroby a hospodaření s materiálem je využití technologie práškové metalurgie místo konvenčního třískového obrábění. Prášková metalurgie zažívá v dnešní době rozmach a je již používána k výrobě celé řady součástí automobilu. Pokud se bude touto technologií zhotovovat co nejvíce nových komponent jednoho výrobního celku, sníží to díky úspoře podílu fixních nákladů i cenu již vyráběných dílů touto technologií a do ceny dílů vyráběných nově zmíněnou technologií se nepromítnou veškeré náklady na zavedení inovovaných výrobních metod jako v případě, kdyby se chtěla zavést tato metoda pouze pro jeden nový výrobek.

Práškovou metalurgii, která má nevýhodu ve vysokých nákladech na nástroje, je efektivní použít především pro výrobu dílů se složitým tvarem, pro které by se musely polotovary odlévat, kovat nebo obrábět za cenu velkého podílu objemu třískového odpadu. Tato technologie má ovšem svá omezení, která v určitých konkrétních případech neumožňují výrobu totožné součásti jako pomocí stávajících technologií. Nejdůležitější konstrukční omezení tvaru spočívá v tom, aby bylo možné výrobek po dokončení vyjmout z formy. Díry mohou být vyrobeny pouze ve směru lisování a nelze vytvořit díry kolmé ke směru komprese prášku. U rotačních součástí je výhodné vyrábět lisováním prášku ve formě takové tvary, aby jejich obvod tvořily konvexní výstupky a nikoliv konkávní dutiny. Mezi součásti s nevhodným tvarem patří v automobilových převodovkách zpravidla řadicí objímky, které mají po obvodu drážku pro zasunutí řadicích kamenů. Tento článek se zabývá shrnutím opatření, která by umožňovala výrobu řadicích objímek rychlostních stupňů v automobilové převodovce technologií práškové metalurgie. [1]



Obr. 1 Nevyrobitelná drážka a díra technologií práškové metalurgie [2]

TVAR ŘADICÍCH OBJÍMEK

Řadicí objímka slouží k řazení rychlostních stupňů v automobilových převodovkách. V synchronizovaných převodovkách, které se používají nejčastěji, je umístěna po obvodu synchronizačního mechanismu a proto má tvar vycházející ze silnostěnné trubky. Aby bylo možné s řadicí objímkou osově posouvat, má po obvodu zpravidla hlubokou drážku, do které zapadají řadicí kameny uložené na koncích řadicích vidliček.



Obr. 2 Řadicí objímka s obvodovou drážkou [2]

TVAR ŘADICÍCH KAMENŮ

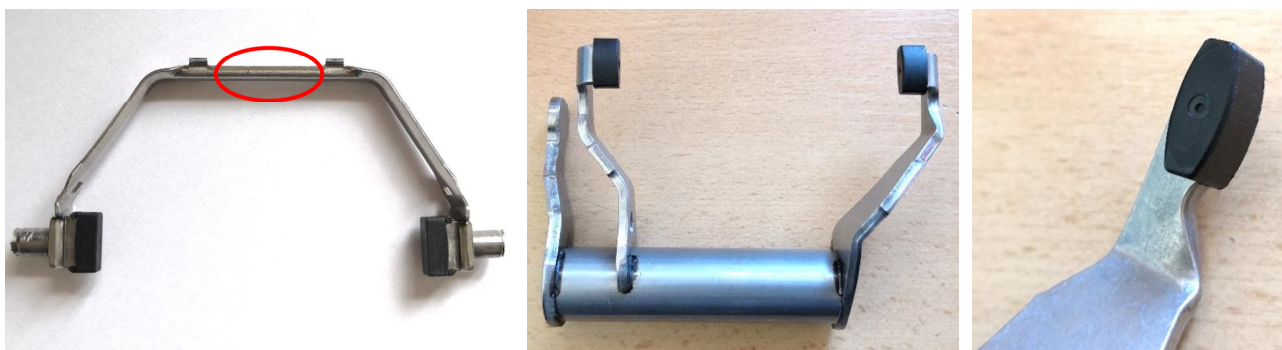
Řadicí kameny obvykle zapadají do obvodové drážky a mohou s ní osově posouvat. Řadicí objímka v převodovce rotuje společně s hřídelí, na níž je umístěna, ovšem řadicí kameny připojené ke konci řadicí vidličky jsou přes ni svázány se skříní převodovky. Proto mezi drážkou objímky a bokem řadicího kamene dochází k relativnímu pohybu, a aby se povrchy nadměrně neopotřebovaly, je často řadicí kamen vyroben z kovového materiálu s vhodnými kluznými vlastnostmi. Aby se řadicí objímka při posuvu nekřížila, musí být řadicí kameny umístěny po obvodu rovnoměrně. S ohledem na snadnou montáž převodovky se zpravidla používá jejich minimální počet dvou kusů rozmístěných po 180 stupních. Pokud je řadicí mechanismus zkonstruován tak, že se

řadicí vidličky v prostoru natáčí a jejich konec společně s řadicím kamenem opisuje pohyb po kružnici, je řadicí kamen v řadicí vidličce zpravidla umístěn otočně tak, aby tlačil na boky drážky v řadicí objímce vždy celou plochou. Pro zabránění vzájemného křížení nezávisle uložené dvojice řadicích kamenů se můžeme v některých aplikacích setkat s půlměsícovým řadicím kamenem s trojbodovým stykem. Tříbodový styk kamene s objímkou nezajišťuje přenos řadicí síly třemi body, ale zajišťuje, že jsou po celou dobu pohybu kameny natočené kolmo na dosedací plochu objímky.



Obr. 3 Otočné řadicí kameny (vlevo), sestava řadicí vidličky s řadicími kameny (uprostřed) a půlměsícový řadicí kamen s trojbodovým stykem (vpravo) [2]

V posledních letech se použití plastových materiálů rozšiřuje i na mechanicky více namáhané díly strojních součástí a proto se můžeme setkat z důvodů nižší ceny a menší hmotnosti i s plastovými řadicími kameny. Ty mohou být tvořeny ocelovým jádrem a plastovým návkem v případě otočných kamenů, nebo plastovým pláštěm nasunutým přímo na konec řadicí vidličky, který tvoří nepohyblivý řadicí kamen.



Obr. 4 Půlměsícový řadicí kamen s plastovými návkem a zakroužkovaným tříbodovým stykem (vlevo), řadicí vidlička s nepohyblivými řadicími kameny (uprostřed) a detail zakřivení boků nepohyblivého řadicího kamene [2]

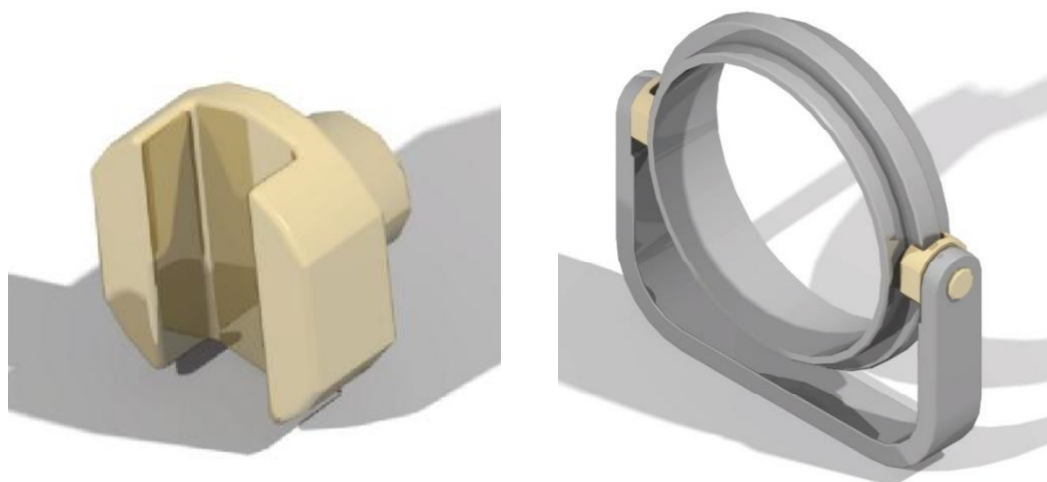
INVERZNÍ USPOŘÁDÁNÍ ŘADICÍ OBJÍMKY A KAMENŮ

Vnitřní osová díra řadicí objímky je ve směru lisování prášku a splňuje požadavek na vyrobiteľnosť technológií práškovej metalurgie, ovšem obvodová drážka je za běžných podmínek nevyrobiteľná. Soustava tvořená drážkou v objímce a výstupkem řadicího kamene představuje tvarový styk, který by se dal realizovat i inverzním uspořádáním. Toto inverzní uspořádání lze zkonstruovat jako řadicí objímku s výstupkem, který zapadá do drážky v řadicích kamenech. Změna tvaru řadicí objímky tedy přímo ovlivní i tvar řadicích kamenů, případně i řadicích vidliček. [2]



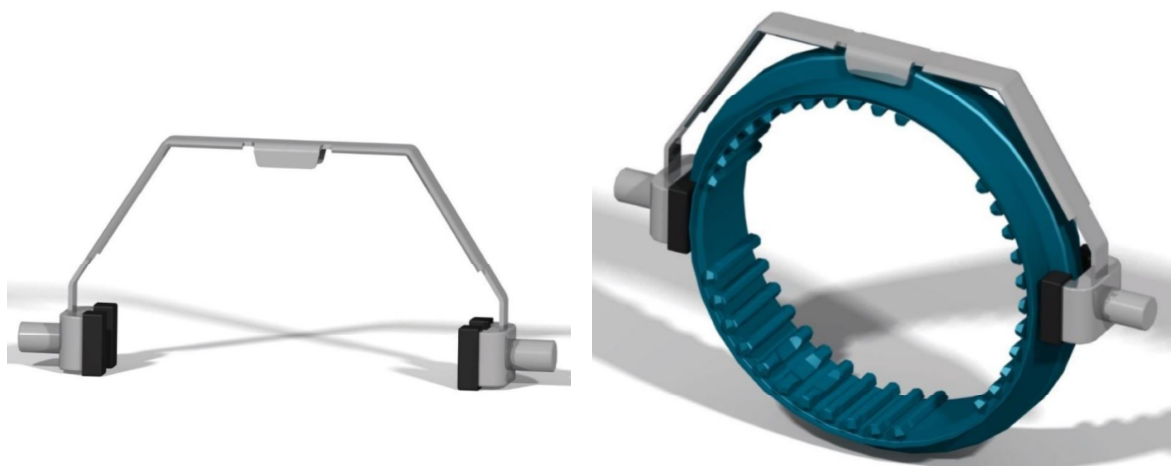
Obr. 5 Model upravené řadicí objímky s výstupkem [2]

Řadicí kameny byly zkonstruovány ve dvou provedeních. V prvním případě se jedná o bronzové otočné řadicí kameny. [2]



Obr. 6 Bronzové otočné řadicí kameny s drážkou [2]

Ve druhé variantě byl proveden návrh půlměsícového řadicího ocelového kamene s plastovými návleky a třibodovým stykem. [2]



Obr. 7 Půlměsícový řadicí ocelový kámen s plastovými návleky a třibodovým stykem [2]

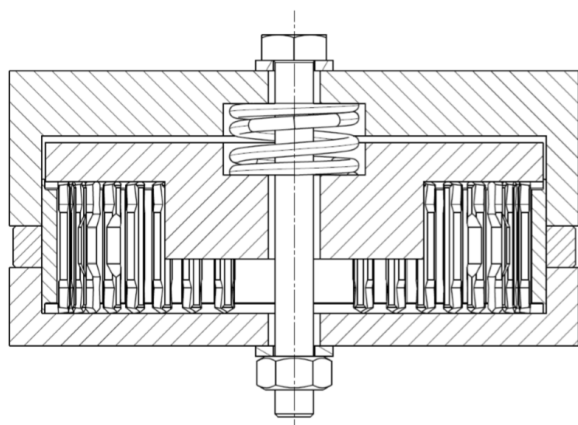
FUNKČNÍ ZKOUŠKA INVERZNÍHO USPOŘÁDÁNÍ ŘADICÍ OBJÍMKY A ŘADICÍCH KAMENŮ

Pro ověření funkčnosti navrženého inverzního uspořádání byl vyroben prototyp řadicí objímky a řadicích kamenů a tato sestava byla testována na zkušebním stanovišti. Zkouška nových dílů probíhala v automobilové převodovce MQ200 a díly byly zkonstruovány tak, aby nahradily část původního řadicího mechanismus a testování mohlo proběhnout s co nejnižším počtem změněných komponent. Jako zkušební stanoviště byl použit setrvačnickový stav pro zkoušky řazení s pneumatickým řadicím robotem [3].

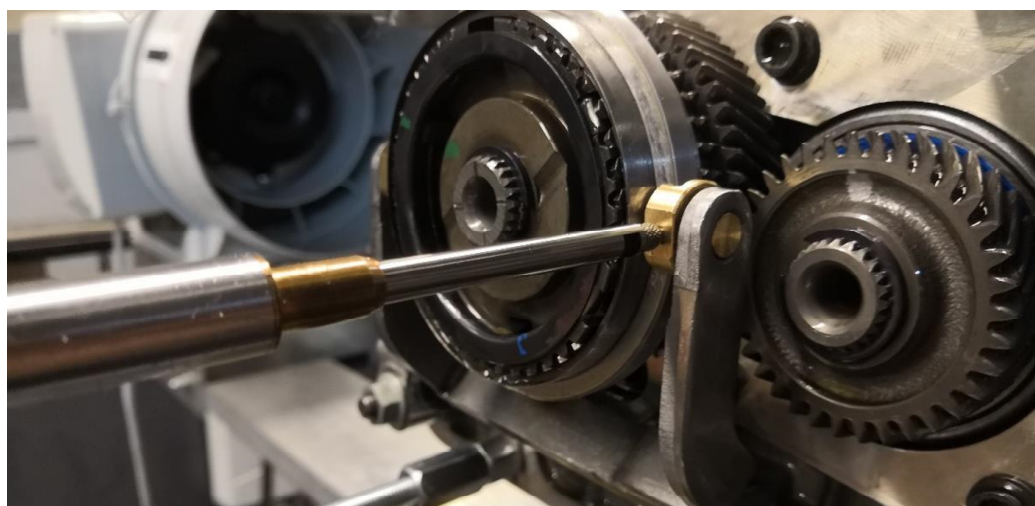
Konstrukce automobilové převodovky MQ200 s letmo uloženým pátým rychlostním stupněm umístěným mimo odlitek skříně převodovky a krytý plechovým víčkem umožňuje snadné zkoušení inovovaného řadicího mechanismu právě pro řazení tohoto pátého rychlostního stupně. Pro vyhodnocení úspěšnosti přeřazení je použit senzor polohy dotýkající se řadicího kamene, který by se dovnitř skříně umisťoval obtížně.

Prototyp inverzního tvaru objímky byl vyroben z důvodů jednoduchosti osoustružením přebytečného materiálu na původní řadicí objímce a přilepením kroužku tvořícího výstupek. Pro zajištění správné vzájemné polohy lepeného kroužku a osoustružené řadicí objímky byl vytvořen přípravek.

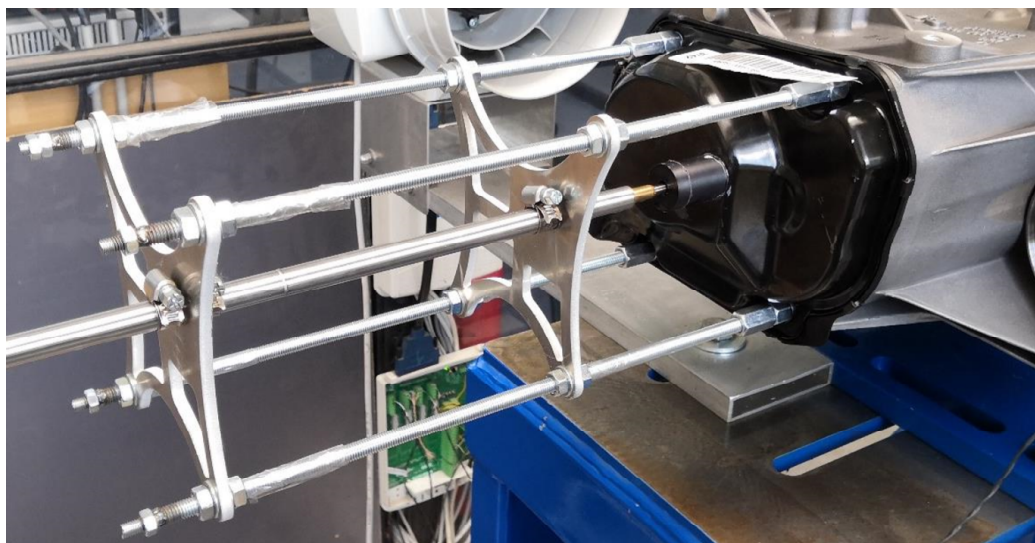
Pro výrobu prototypu řadicích kamenů bylo zvoleno první provedení obráběných bronzových otočných kamenů, které lze přímo namontovat do stávající řadicí vidličky převodovky. [2]



Obr. 8 Přípravek pro lepení osoustružené řadicí objímky a kroužku (vlevo) a prototyp řadicí objímky s výstupkem [2]

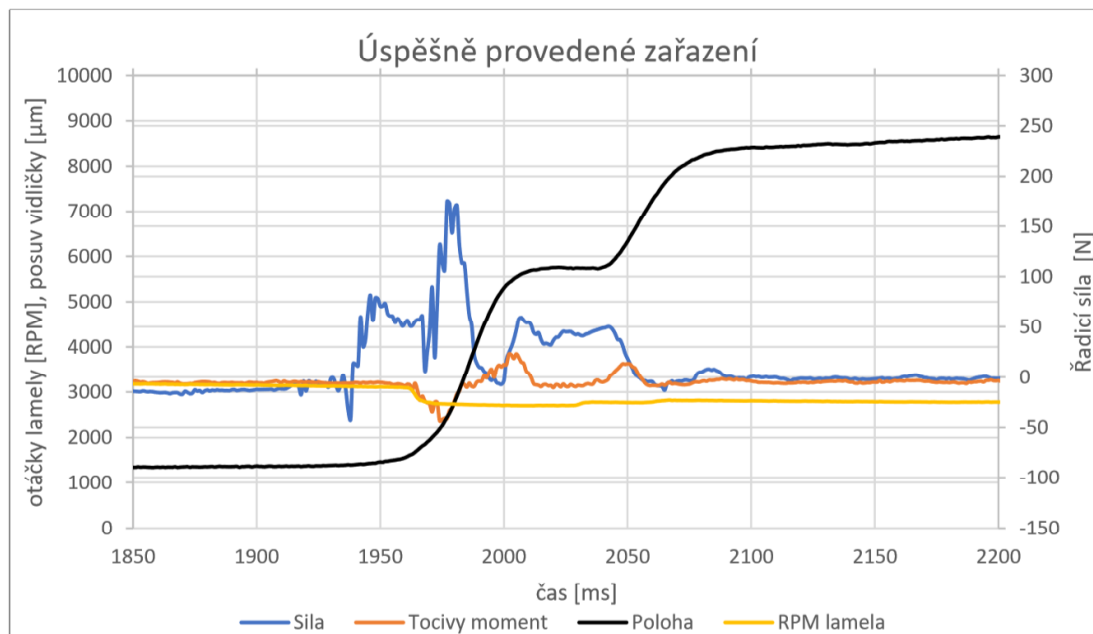


Obr. 9 Senzor polohy měřící posuv řadicího kamene a s ním kinematicky svázané řadicí objímky [2]



Obr. 10 Umístění senzoru polohy ke skříni převodovky [2]

Byla provedena přeřazení ze IV. na V. rychlostní stupeň pro různé varianty otáček vstupní hřídele převodovky odpovídající různým rychlostem jízdy automobilu. Vyhodnocením průběhu posuvu řadicího kamene a řadicí objímky s viditelnou oblastí práce synchronizační spojky a s úplným zasunutím řadicí objímky byla potvrzena správná funkce nového inverzního uspořádání. [2]



Graf 1 Průběh úspěšného přeřazení ze IV. na V. rychlostní stupeň

ZÁVĚR

Byla zkonstruována úprava stávajících komponent řadicí objímky a řadicích kamenů tak, aby se stala řadicí objímka z konstrukčního hlediska vyrobitelná technologií práškové metalurgie.

LITERATURA

- [1] POWDER METALLURGY FOR MANUFACTURING. The Library Of Manufacturing [online]. [Citace: 2019-06-18]. Dostupné z: https://thelibraryofmanufacturing.com/powder_processes.html
- [2] HANKA D.: Konstrukce řadicí vidličky. Diplomová práce ČVUT v Praze, fakulta strojní, ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel. Praha, 2019.
- [3] PAKOSTA J., ACHTENOVÁ G.: Návrh setrvačnickového zkušebního stavu pro zkoušky řazení převodovek. In: 41. Mezinárodní konference kateder dopravních, manipulačních, stavebních a zemědělských strojů. Harrachov 27.-28.4.2015. Liberec: Technická universita v Liberci, 2015. ISBN 978-80-7494-196-2.

Acknowledgement

This research has been realized using the support of The Ministry of Education, Youth and Sports program NPU I (LO), project # LO1311 Development of Vehicle Centre of Sustainable Mobility. This support is gratefully acknowledged.