
Nové prototypy pneumatických pružných hriadeľových spojok a ich očakávané vlastnosti

Matej Urbanský, Ing., PhD.*

Katedra konštrukčného a dopravného inžinierstva, Strojnícka fakulta,
Technická univerzita v Košiciach,
Letná 1/9, 042 00, Košice-Sever.
E-mail: matej.urbansky@tuke.sk, Tel.: +421 55 602 2368

Robert Grega, prof. Ing., PhD.

Katedra konštrukčného a dopravného inžinierstva, Strojnícka fakulta,
Technická univerzita v Košiciach,
Letná 1/9, 042 00, Košice-Sever.
E-mail: robert.grega@tuke.sk, Tel.: +421 55 602 2524

Lucia Žuľová, Ing., PhD.

Katedra konštrukčného a dopravného inžinierstva, Strojnícka fakulta,
Technická univerzita v Košiciach,
Letná 1/9, 042 00, Košice-Sever.
E-mail: lucia.zulova@tuke.sk, Tel.: +421 55 602 2524

Jozef Krajňák, Ing., PhD.

Katedra konštrukčného a dopravného inžinierstva, Strojnícka fakulta,
Technická univerzita v Košiciach,
Letná 1/9, 042 00, Košice-Sever.
E-mail: jozef.krajnak@tuke.sk, Tel.: +421 55 602 2373

New prototypes of pneumatic flexible shaft couplings and their expected properties

Abstract: In our workplace, we deal with research of pneumatic flexible shaft couplings in the long term. Our main goal is to minimize dangerous torsional vibration in mechanical systems, using pneumatic flexible couplings as torsional vibration active tuners. Therefore, many pneumatic couplings prototypes have to be manufactured and tested. In this article, two new prototypes of pneumatic flexible shaft couplings and their expected properties are presented. The couplings were manufactured according to granted patents.

Keywords: pneumatic flexible shaft couplings, prototypes, patents, properties.

ÚVOD

V súčasnosti sú pružné hriadeľové spojky najpoužívanejšími časťami strojov pre pružný prenos záťažového krútiaceho momentu v strojoch s rotačným prenosom výkonu, najmä preto, aby sa predišlo nebezpečným účinkom torzných rázov a vibrácií v mechanických sústavách. Preto sa musí pre každú konkrétnu aplikáciu starostlivo zvoliť pružná spojka s vhodnými dynamickými vlastnosťami, najmä dynamickou torznou tuhosťou, napr. [1-4], inak môže dôjsť k vážnym poruchám, napr. [5-7].

Pružné členy hriadeľových spojok sú vyrobené z rôznych materiálov, najmä z gumy, plastu a kovu. Počas prevádzky mechanických sústav dochádza k únave a starnutiu najmä gumových a plastových

pružných členov a k únave a opotrebovaniu kovových pružných členov použitej pružnej spojky, napr. [8]. V dôsledku toho stráca použitá pružná spojka svoje pôvodné dynamické vlastnosti a tým aj schopnosť vykonávať svoje dôležité funkcie v mechanickej sústave, najmä vyladenie mechanickej sústavy z hľadiska torznej dynamiky. Nevýhody uvedených pružných členov je možné eliminovať použitím pneumatických pružných členov, napríklad vzduchových pružín [9, 10]. Pružný prenos krútiaceho momentu je zabezpečený takmer výlučne stlačeným plynným médiom, ktoré netrpí únavou ani starnutím. Hlavnou výhodou pneumatických pružných hriadeľových spojok je možnosť meniť ich torznú tuhosť, ktorá závisí od hodnoty tlaku plynného média v ich pneumatických pružných členoch. To

umožňuje vhodne prispôbiť dynamickú torznú tuhosť pneumatickej spojky dynamike mechanickej sústavy pri rôznych prevádzkových režimoch.

Na našom pracovisku sa zaoberáme vývojom, výskumom a aplikáciou pneumatických pružných hriadeľových spojok v mechanických sústavách. Zameriavame sa najmä na kontinuálne ladenie mechanických sústav počas ich prevádzky z hľadiska veľkosti torzného kmitania s použitím pneumatických pružných hriadeľových spojok ako aktívnych ladičov torzného kmitania. Pre plynulé ladenie používame nami vyvinuté elektronické regulačné systémy. Naš rozsiahly výskum v oblasti pneumatických ladičov torzného kmitania a torznej dynamiky vedie aj k neustálemu vývoju a optimalizácii našich pneumatických ladičov a riadiacich systémov, napr. [1-4, 11, 12]. Pre dosiahnutie špecifických prevádzkových vlastností boli navrhnuté a vyrobené dva nové prototypy pneumatických ladičov. Ich výroba bola financovaná z grantového projektu VEGA 1/0528/20: *Riešenie nových prvkov ladenia mechanických sústav*. Cieľom tohto článku je predstavenie týchto prototypov z hľadiska konštrukcie a očakávaných vlastností, nakoľko mechanické vlastnosti uvedených pneumatických spojok ešte neboli experimentálne stanovené. Prototypy sú chránené udelenými patentmi SK 278152 B6 „Pneumatická spojka so zväčšeným kompresným priestorom“ [11] a SK 288879 B6 „Pneumatická pružná reťazcová hriadeľová spojka“ [12].

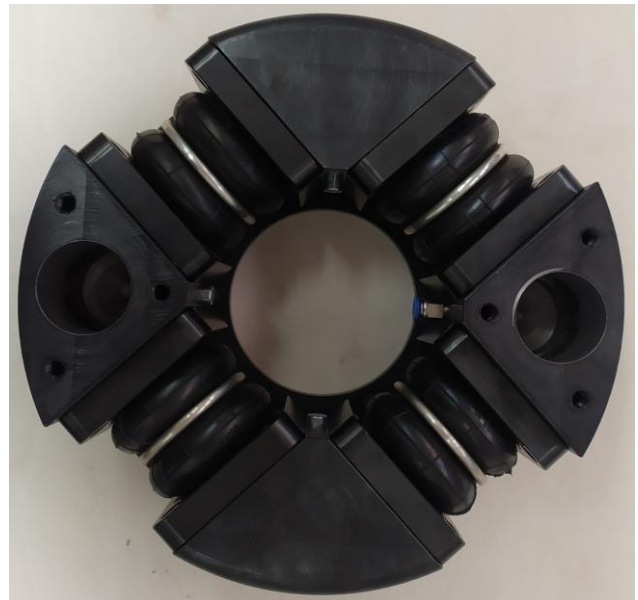
1 PNEUMATICKÁ SPOJKA SO ZVÄČŠENÝM KOMPRESNÝM PRIESTOROM

Na nasledujúcom obr. 1 je možné vidieť vyrobený prototyp pneumatickej pružnej hriadeľovej spojky tangenciálnej so zväčšeným kompresným priestorom.

Na obr. 2 vidíme vnútorné usporiadanie pneumatickej spojky znázornenej na obr.1. Vidíme, že štyri pneumatické pružiny typu *Rubena* [10] (*DUNLOP* 2 3/4'' x 2) sú usporiadané tangenciálne a sú navzájom prepojené pomocou špeciálnych trojuholníkových prvkov, ktoré sú duté.

Dané trojuholníkové prvky vidíme podrobne na obr. 3. Dutiny, ktoré sú vytvorené v trojuholníkových prepojavacích prvkoch, zväčšujú pôvodný kompresný objem, pričom pôvodný kompresný objem je určený hlavne objemom štyroch pneumatických pružín, prepojavacích hadíc a hadicových spojok, ako je to pri štandardnom tvare pneumatickej pružnej spojky tangenciálnej typu 4-2/70-T-C (obr. 4a).

Použitie trojuholníkových prepojavacích prvkov namiesto prepojavacích hadíc zároveň poskytuje spoľahlivejšie a estetické riešenie vzájomného prepojenia pneumatických pružín.



Obr. 1. Pneumatická spojka tangenciálna so zväčšeným kompresným priestorom



Obr. 2. Vnútrorné usporiadanie pneumatickej spojky tangenciálnej so zväčšeným kompresným priestorom

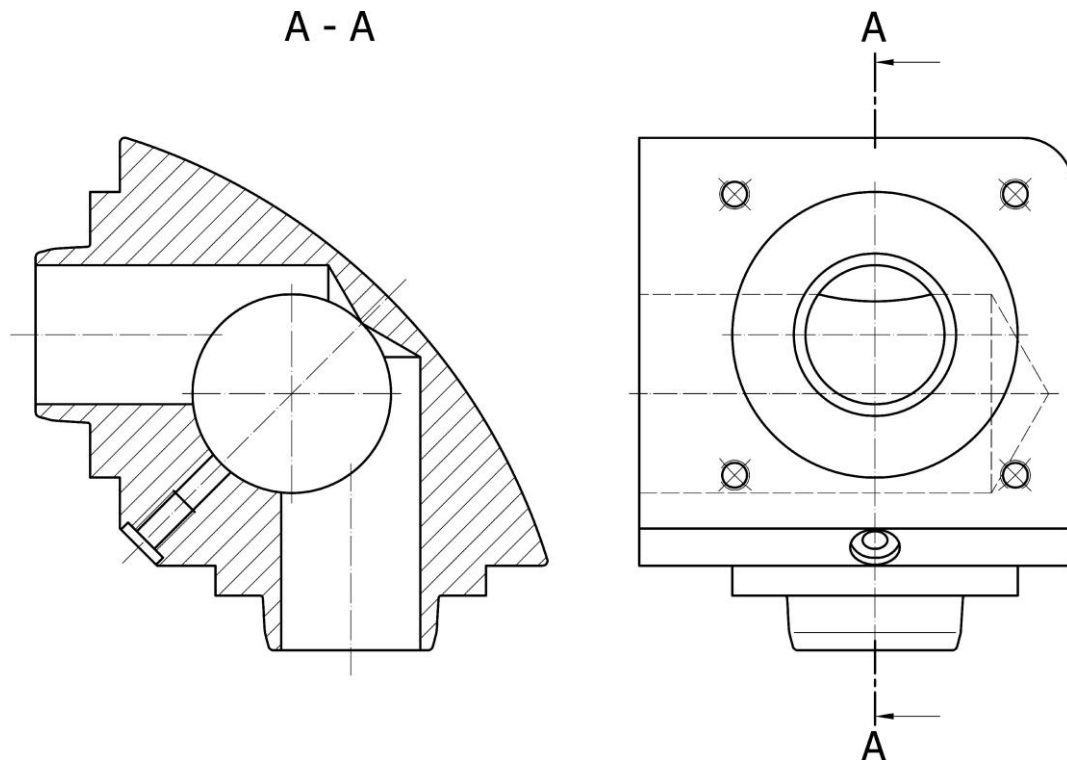
Z hľadiska mechanických vlastností pneumatickej spojky so zväčšeným kompresným priestorom očakávame že jej statické zaťažovacie charakteristiky (závislosti záťažového krútiaceho momentu M_k na uhle skrútenia spojky φ pri rôznych počiatkových hodnotách pretlaku v kompresnom priestore spojky) budú lineárnejšie ako v prípade pneumatickej pružnej spojky tangenciálnej typu 4-2/70-T-C štandardného tvaru (obr. 4b). Je to tak pretože pri skrúcaní prototypovej spojky bude vo väčšom kompresnom priestore miernejšie narastať pretlak vzduchu.

1 PNEUMATICKÁ PRUŽNÁ REŤAZCOVÁ HRIADEĽOVÁ SPOJKA

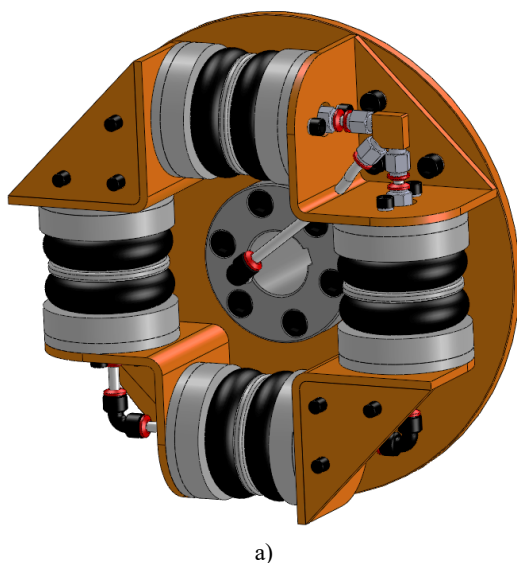
Na nasledujúcom obr. 5 je možné vidieť vyrobený prototyp pneumatickej pružnej reťazcovej

hriadeľovej spojky. Na obr.6 vidíme vnútorné usporiadanie pneumatickej spojky znázornenej na obr. 5.

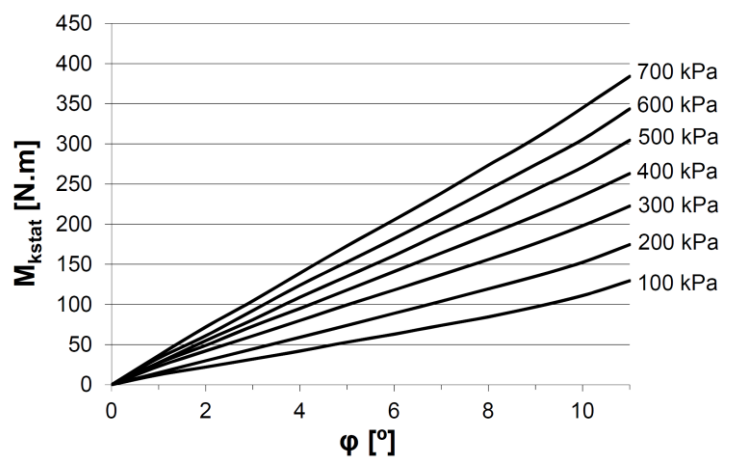
smere. Konštrukcia spojky sa zameriava na vytvorenie vysokopružnej spojky, teda spojky s nízkou hodnotou pomernej torznej tuhosti, podľa



Obr. 3. Dutý prepojovací trojuholníkový prvok



a)



b)

Obr. 4. a) Štandardný tvar pneumatickej pružnej spojky tangenciálnej typu 4-2/70-T-C, b) jej statické zaťažovacie charakteristiky

Vidíme, že osem pneumatických pružín typu *Rubena* [10] (*DUNLOP 2 3/4'' x 3*) sú usporiadané tangenciálne, pričom stabilita takto vytvorených pružných „reťazcov“ v radiálnom smere je zabezpečená pomocou telies otočných na stredovom čape. Všetky pneumatické pružiny v reťazcoch sú vzájomne prepojené kanálikmi vytvorenými v telesách spájajúcich pružiny. Z konštrukcie tejto konkrétnej spojky vyplýva, že je určená na prenos zaťažovacieho krútiaceho momentu len v jednom

rovnice (1):

$$k_0 = \frac{k_{DN}}{M_N} [\text{rad}], \quad (1)$$

kde k_{DN} je dynamická torzná tuhosť spojky pri jej menovitom krútiacom momente M_N .

Jedným z predpokladov pre dosiahnutie nízkej hodnoty pomernej torznej tuhosti spojky je dosiahnutie vysokého uhla skrútenia spojky. Tento

prototyp pneumatickej pružnej reťazcovej hriadeľovej spojky je možné podľa prvotných meraní skrútiť o 62° s maximálnym prenášaným krútiacim momentom vyše 1000 N.m.



Obr. 5. Pneumatická pružná reťazcová hriadeľová spojka

Pomocou vysokopružných hriadeľových spojok je možné vyladiť mechanickú sústavu tak že rezonancie od harmonických zložiek budenia torzného kmitania

sa nachádzajú v oblasti nízkych otáčok, teda hlboko pod voľnobežnými alebo pracovnými otáčkami stroja. Vývoj a využitie vysokopružných spojok ako dvojhmotových zotrvačiek automobilov je súčasným trendom napríklad v automobilovom priemysle.

ZÁVER

Ďalší výskum oboch prototypov pneumatických pružných hriadeľových spojok bude zameraný na určenie statických a dynamických vlastností spojok, čo znamená okrem iného určenie statických zaťažovacích charakteristík, statickej a dynamickej torznej tuhosti, tlmiacich schopností atď. Určenie týchto vlastností je kľúčové pre určenie dynamického správania torzne kmitajúcich mechanických sústav, v ktorých budú spojky aplikované. Výsledky budú následne publikované v odbornej technickej literatúre.

Podakovanie

Príspevok bol vypracovaný v rámci riešenia grantových projektov:



Obr. 6. Vnútorne usporiadanie pneumatickej pružnej reťazcovej hriadeľovej spojky

KEGA 037TUKE-4/2024: Vytvorenie interaktívneho nástroja pre zvýšenie zručností a kompetencií študentov v rámci výučby predmetov zameraných na tvorbu konštrukčnej dokumentácie.

VEGA 1/0573/25: Výskum, vývoj a testovanie ladičov torzných vibrácií.

LITERATÚRA

[1] HOMIŠIN, J. (2016): *Characteristics of pneumatic tuners of torsional oscillation as a result of patent activity*. In: Acta Mechanica et Automatica 10 (4): 316-323. ISSN 1898-4088. DOI: 10.1515/ama-2016-0050.

[2] HOMIŠIN, J. (2018): *Contribution and perspectives of new flexible shaft coupling types - pneumatic couplings*. In: Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport. Vol. 99: 65-77, ISSN 0209-3324. DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2018.99.6>.

[3] HOMIŠIN, J. (2008): *Dostrajanie ukadóv mechanicznych drgajacych skretnie przy pomocy sprzegie pneumatycznych*. Bielsko-Biala: ATH. ISBN 978-83-60714-55-3.

[4] HOMIŠIN, J. (2002): *Nové typy pružných hriadel'ových spojok: Vývoj-Výskum-Aplikácia*. Košice: Vienala. ISBN 80-7099-834-2.

[5] MALÁKOVÁ, S. a kol. (2023): *Analysis of damage origin of bevel gear wheels*. In: Engineering Failure Analysis. Amsterdam (Nemecko) : Elsevier č. 146, pp. [1-14] [print, online]. ISSN 1350-6307.

[6] MALÁKOVÁ, S. a kol. (2020): *Meshing Stiffness—A Parameter Affecting the Emission of Gearboxes*. In: Basel (Švajčiarsko) : Multidisciplinary Digital Publishing Institute Roč. 10, č. 23, pp. [1-12] [online]. ISSN 2076-3417 (online).

[7] STURM, M. - PEŠÍK, L. (2017): *Determination of a Vibrating Bowl Feeder Dynamic Model and Mechanical Parameters*. In: Acta Mechanica et Automatica, 11(3): 243-246. ISSN 1898-4088. DOI: 10.1515/ama-2017-0038.

[8] GURSKÝ, P. (2011): *Identifikácia vplyvu pracovných cyklov na charakteristiky pružných spojok a ich porovnanie*. Dizertačná práca, Technická univerzita v Košiciach.

[9] IMI: *Compact air bellows*. Accessed: 01.09.2025. Dostupné na internete: <https://www.imi-precision.com/uk/en/list/actuators/air-bellows>

[10] RUBENA. „Air Springs”. Accessed: 01.09.2025. Dostupné na internete: https://www.rubena.eu/underwood/download/files/rubena_vlnovce_trelleborg_2019.pdf

[11] HOMIŠIN, J. (1996): *Pneumatická spojka so zväčšeným kompresným priestorom*. Patentový spis SK 278152 B6. Banská Bystrica: ÚPV SR. 5s.

[12] URBANSKÝ, M. (2021): *Pneumatická pružná reťazcová hriadel'ová spojka*. Patentový spis SK 288879 B6. Banská Bystrica: ÚPV SR. 8s.