

Konštrukčné riešenie špeciálneho motora s permanentnými magnetmi

Design of a Special Motor with Permanent Magnets

Ján Kaňuch¹, Andrej Dučay²

¹jan.kanuch@tuke.sk, ²antars01@centrum.sk

¹ Katedra elektrotechniky a mechatroniky, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Technická univerzita v Košiciach, Letná 9, 042 00 Košice, Slovenská Republika

² Na Sihoti 20, 040 13 Košice, Slovenská Republika

Abstrakt—V tomto príspevku je prezentovaná nová konštrukcia motora s permanentnými magnetmi pre aplikácie s nízkym výkonom. Detailné konštrukčné usporiadanie a fungovanie magnetického motora nie sú tu popísané, pretože je to predmetom žiadosti o udelenie patentu. V súčasnej dobe pre elektrické motory, ktoré používajú magnetické a elektromagnetické polia sú známe rôzne technické riešenia. Prezentovaný magnetický motor pracuje len na základe odpudzovania sa permanentných magnetov. Dôležitým prvkom technického riešenia je použitie pomocných magnetov. Pomocné magnety axiálne pohybujú hlavnými hnacími magnetmi tak, že rotor sa môže plynulo otáčať v definovanom smere.

Kľúčové slová—magnetický motor, permanentný magnet, konštrukcia.

Abstract— Presented in this paper is a novel design of the permanent magnet motor for easy low power applications. Neither in-detail arrangement nor functioning of the magnetic motor are described herein for the device will be subject to patenting process. Currently, known are different technical solutions for electric motors that use magnetic and electromagnetic fields. The magnetic motor works only on the basis of repulsion of permanent magnets. The basis of the technical solution dwells is use of auxiliary magnets. Auxiliary magnets axially move the main drive magnets so that the rotor can be continuously rotated in defined direction.

Keywords—magnetic motor, permanent magnet, design.

I. ÚVOD

Stroje, pohybujúce sa samovoľne alebo s určitou malou pomocou, lákali už od nepamäti ľudí k rôznym pokusom o vyriešenie tohto problému. Vynaložené úsilie ľudí prinieslo mnohé veľmi cenné výsledky, ale problém sám nebol doteraz vyriešený k úplnej spokojnosti. Väčšina ľudí považuje takýto stroj za bláznovstvo a fantazírovanie. Ale veľa ľudí sa aj napriek tomu vydalo touto neistou cestou a snažili sa postaviť takýto stroj, alebo aspoň stále chcú postaviť tzv. magnetický motor.

Veľa odporcov magnetického motora tvrdí, že fungovanie takéhoto stroja odporuje fyzikálnym zákonom. Ale všetky zákony platia pre určitý stupeň poznania a nemôžeme sa odvolávať len na jeden zákon – teda zákon zachovania energie, pretože v prírode (a teda aj v makrosвете a mikrosвете) platia zákony, na ktorých objavenie ešte nestačia naše technológie a úroveň poznania. Ďalším častým argumentom odporcov je, že takéto zariadenie je v súčasnosti priemyselne nevyužiteľné. Ale

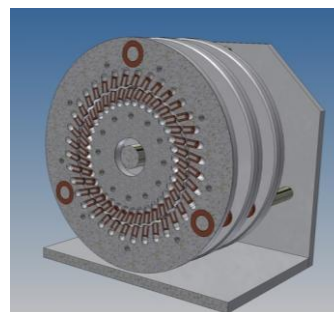
je tu otázka, či sa zariadenie nebude dať využiť v blízkej budúcnosti (ak nie na Zemi, tak napr. v kozmických technológiách, kde platia iné zákony). V súčasnosti postupuje vývoj technológii takým prudkým tempom, že čo sa pred niekoľkými rokmi zdalo neuskutočiteľné, tak sa dnes už bežne používa. Môžeme nájsť veľa patentov, ktoré našli uplatnenie až o niekoľko desaťročí neskôršie.

Vyššie uvedené tvrdenia podporuje aj fakt, že NASA úspešne otestovala elektromagnetický vesmírny pohon, odporujúci fyzikálnym zákonom [1]. V podstate tento pohon by teoreticky nemal fungovať, a predsa funguje. Elektromagnetická pohonná jednotka bola testovaná vo vákuu. Po úspešných predchádzajúcich výsledkoch testov NASA Eagleworks plánuje aj ďalšie interferometrické testy tohto pohonu vo vákuu [2].

II. KONŠTRUKCIE MAGNETICKÝCH MOTOROV

V súčasnosti existuje strašne veľa technických riešení magnetického motora, ktorý používa iba permanentné magnety a odpudivé a príťažlivé sily medzi magnetmi. Je podaných veľa patentov a žiadosti o priemyselné vzory. Spomeniem len niekoľko z najznámejších zverejnených riešení.

Vo svete je pravdepodobne najznámejší Perendevov motor. O tomto motore jeho vynálezca hovorí, že motor sa otáča len s využitím odpudivých síl permanentných magnetov (neodymové magnety). Model Perendevovho motora(3D) je uvedený na Obr. 1.

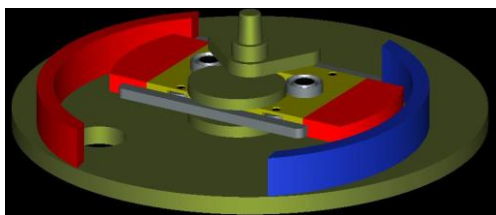


Obr. 1. Perendevov motor s permanentnými magnetmi [2]

Hoci konštrukcia Perendevovho motora je pomerne jednoduchá, tak ešte nikomu sa nepodarilo vyrobiť takú repliku motora, ktoré by sa točila bez prerušenia. Replika sa vždy otáča len chvíľu a potom je potrebné dodať ďalšiu vonkajšiu energiu (silu) na udržanie motora v chode (rotácii). To môže byť spôsobené napr. nesprávnym nastavením uhlov medzi

magnetmi, ich veľkosťou, orientáciou, tinením a ďalšími faktormi, ktoré tu hrajú veľkú úlohu.

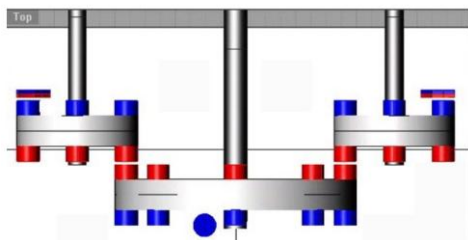
Americko-grécky vynálezca Achilles Ligeras tvrdí, že postavil funkčný prototyp magnetického motora (ALME) poháňaný výhradne permanentnými magnetmi so žiadnym iným vstupom energie (Obr. 2).



Obr. 2. ALME – model magnetického motora s PM [3]

Achilles Ligeras tvrdí, že jeho prvý funkčný prototyp dosiahol rýchlosť otáčania asi 1500 otáčok za minútu počas pätnástich minút a potom trvalo bežal nižšou rýchlosťou po dobu asi 48 hodín. Na konci tohto behu bol motor horúci na dotyk, ale nie tak príliš horúci, aby sa ho nebolo možné dotknúť. Jeho teplota sa s najväčšou pravdepodobnosťou zvýšila najmä kvôli mechanickému treniu súčasti motora (hlavne valčekov pre posúvanie jazdca a ozubeného prevodu) a treniu v ložiskách. Na motor bol mechanicky pripojený aj generátor, ktorý produkoval niekoľko wattov elektrickej energie. Druhý, viac profesionálne vyrobený prototyp bol tiež dokončený, ale bohužiaľ nefungoval.

Na Obr. 3 je zobrazený model Bowman-ovho magnetického motora s permanentnými magnetmi.



Obr. 3. Model Bowman-ovho magnetického motora s PM [4]

Motor pozostáva z troch rovnobežných hriadeľov, ktoré sú spriahnuté tak, aby sa stredný hriadeľ otáčal v opačnom smere ako vonkajšie hriadele. Na konci hriadeľov sú pripojené tri disky s permanentnými magnetmi (Obr. 3). Každý malý disk obsahuje štyri permanentné magnety a veľký disk je osadený ôsmimi AlNiCo magnetmi. Ako bolo spomenuté vyššie, krajné (menšie) disky sa otáčajú rovnakým smerom a stredný sa otáča opačným smerom ako krajné. Pomer veľkosti diskov je 2:1. Motor sa otáča rýchlosťou takmer pol otáčky za sekundu. Keďže všetky disky sú vzájomne prepojené (cez hriadele), tak pri pootočení jedného sa otočia aj ostatné. Ako prídavná hnacia sila je tu použitá vlastnosť zrezaného magnetu, ktorý má na zrezanej strane ďaleko menšie magnetické pole než pri nezrezanej strane. Zrezaný magnet smeruje svojou zošíkmenou stranou na veľký disk v jeho dolnej časti. Zrezaný magnet teda dodáva potrebnú energiu na rozbeh a udržanie celého zaradenia v chode.

Douglas A. Mann postavil repliku motora, ktorý sa otáčal takmer tri mesiace, než došlo k demagnetizácii a motor sa zastavil. Tento motor chcelo postaviť veľa nadšencov, ale

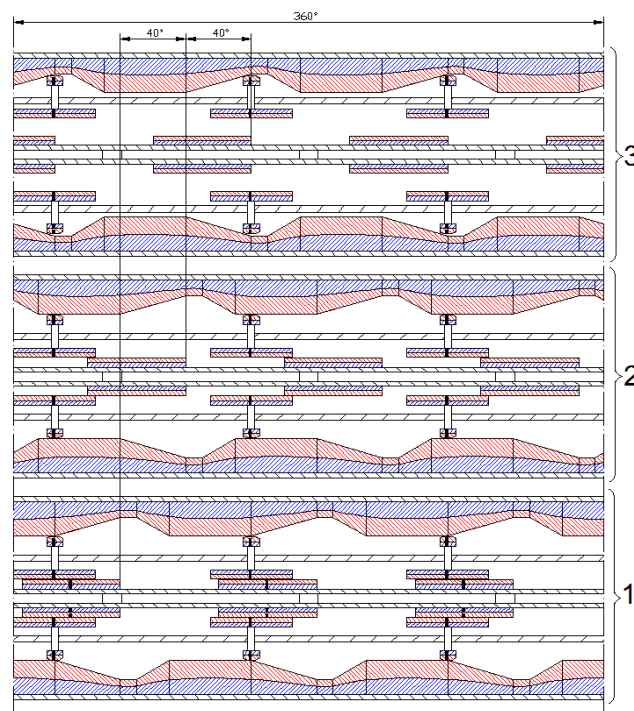
zatiaľ sa nepodarilo, aby aspoň jeden z nich spoľahlivo fungoval [5].

Keby sme chceli popísať všetky existujúce a zverejnené konštrukcie magnetických motorov (spomeniem len napr. závitový motor, Andyho motor, Hamelov motor, Mylowov magnetický motor, magnetický motor typ PM3, Walter Torbay-ov motor, Graham Clarke-ho motor, Schmalenbachov motor a pod.), tak by to bolo veľmi zdĺhavé, preto sú vyššie uvedené len tie tri najznámejšie.

III. TECHNICKÉ RIEŠENIE MAGNETICKÉHO MOTORA

Nevýhodou všetkých existujúcich technických riešení magnetického motora je ich pomerne zložitá konštrukcia, mechanické straty a často aj vysoká cena. Vyššie uvedené nevýhody podstatne eliminuje samostatným magnetický zdroj energie (SAMZEN) - magnetický motor novej konštrukcie.

Na Obr. 4 je znázornený schematický rozložený rez rozvinutým magnetickým obvodom magnetického motora cez stredný priemer permanentných magnetov.



Obr. 4. Rez rozvinutým magnetickým obvodom motora

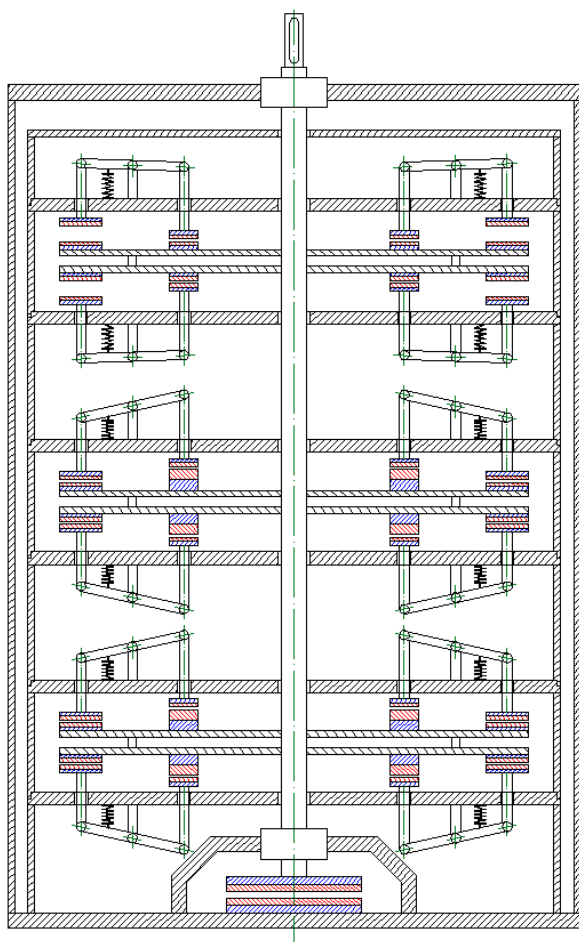
Základom technického riešenia magnetického motora je, že motor sa skladá z troch hlavných častí (na obr. 4 označené ako 1, 2 a 3), ktoré sú uložené nad sebou. Každá základná časť magnetického motora sa skladá z dvoch satorov a dvoch rotorov. Rotory a statory sú v tvare disku. Všetky rotory sú pripojené k jednej hriadeľi. Na každom rotore sú tri hlavné magnety a jeden preklápací magnet v tvare medzikružia s presne definovaným rozmerom, ale rôznej hrúbky.

Hlavné magnety rotora majú tvar kruhového výseku s uhlom 60° a šírku 25 mm. Hlavné satorové magnety majú tiež tvar kruhového výseku, ale s uhlom 50° a šírkou 20 mm. Rotory sú v jednotlivých častiach motora (1 až 3) posunuté voči sebe navzájom o 40° . Veľmi dôležitá je remanencia a tvar preklápacieho magnetu. Tento preklápací magnet aj s pomocnou pružinou kontinuálne nastavuje vzdialenosť medzi hlav-

nými satorovými a rotorovými magnetmi v jednotlivých častiach motora. Bez toho nie je možná prevádzka motora.

IV. KONŠTRUKCIA MAGNETICKÉHO MOTORA

Táto kapitola popisuje konštrukciu motora s permanentnými magnetmi. Celková konštrukcia navrhnutého magnetického motora je znázornená na Obr. 5. Motor má tri identické časti uložené nad sebou, ale magnety na rotorových diskoch jednotlivých základných častí sú posunuté voči sebe navzájom o 40°. V dôsledku toho sa mení aj vzdialenosť medzi hlavnými satorovými a rotorovými magnetmi v jednotlivých častiach motora.



Obr. 5. Návrh konštrukcie magnetického motora

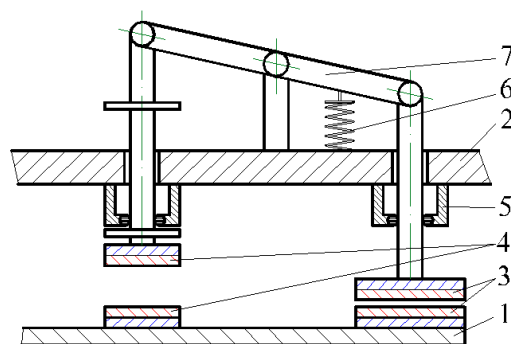
Na eliminovanie mechanických strát mal by byť hriadeľ motora uložený v magnetických ložiskách. Na spodnom konci hriadeľa je magnet, ktorý pôsobí proti gravitačnej sile rotora. Tento magnet slúži súčasne aj ako zotrvačník.

Dôležitou súčasťou je preklápací mechanizmus. Detail konštrukcie preklápacieho mechanizmu je znázornený na Obr. 6.

Popis jednotlivých základných častí preklápacieho mechanizmu na Obr. 6:

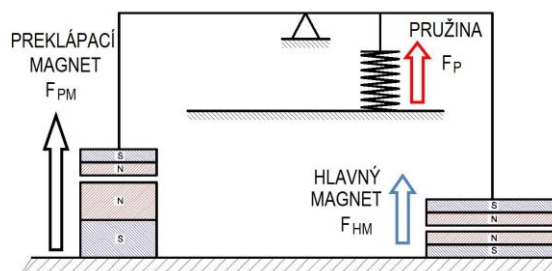
- | | |
|--------------------------|----------------------|
| 1 – rotorový disk, | 5 – vedenie, |
| 2 – satorový disk, | 6 – tlačná pružina. |
| 3 – hlavné magnety, | 7 – preklápacia tyč, |
| 4 – preklápacie magnety. | |

Preklápací mechanizmus plynule nastavuje vzdialenosť medzi hlavnými satorovými a rotorovými magnetmi v jednotlivých častiach magnetického motora.



Obr. 6. Návrh konštrukcie preklápacieho mechanizmu

Na Obr. 7 je znázornené potrebné rozloženie síl v preklápacom mechanizme nevyhnutné pre správnu funkciu motora (pri minimálnej vzdialenosti hlavných magnetov).



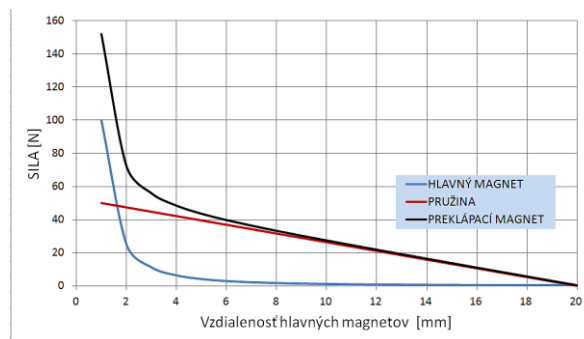
Obr. 7. Rozloženie síl v preklápacom mechanizme

Rozloženie síl v preklápacom mechanizme pri správnej funkcii motora musí byť podľa nasledujúceho vzťahu:

$$F_{HM} + F_P < F_{PM} \quad (1)$$

kde: F_{HM} je sila hlavných magnetov, F_P je sila pružiny a F_{PM} je sila preklápacích magnetov.

Pri minimálnej vzdialenosti hlavných magnetov odpudivá sila preklápacích magnetov pôsobí proti odpudivej sile hlavných magnetov a proti sile pružiny. Všeobecne platí, že odpudivá sila magnetov, v závislosti na ich vzájomnej vzdialenosti, klesá kvadraticky. Priebeh sily pružiny v závislosti na jej stlačení je lineárny, ako je to názorne vidieť na Obr. 8.

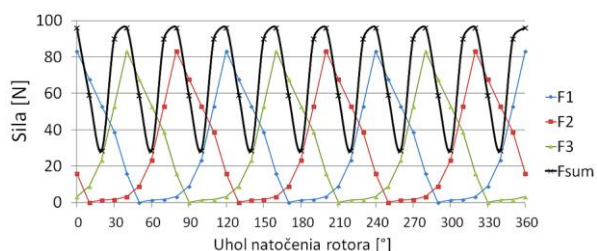


Obr. 8. Vypočítané priebehy síl v preklápacom mechanizme

Platnosť rovnice (1) je dosiahnuteľná zmenou hrúbky a variabilnou remanenciou preklápacieho magnetu. Tak, ako je znázornený na Obr. 8, napr. vo vzdialenosti hlavných magnetov 10 mm, preklápací magnet prekonáva už len silu pružiny. V maximálnej vzdialenosti od hlavných magnetov (20 mm), odpudivá sila je minimálna, preto aj sila pružiny a odpudivá sila preklápacieho magnetu môže byť tiež minimálna. Potrebná

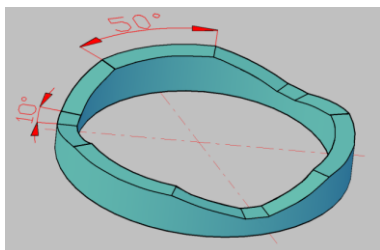
sila pružiny môže byť nastavená aj vzdialenosťou pružiny od osi otáčania preklápacieho mechanizmu. Všetky sily je možné meniť aj zmenou polohy osi otáčania preklápacieho mechanizmu.

Na Obr. 9 sú zobrazené vypočítané sily pôsobiace medzi hlavnými magnetmi magnetického motora pri otočení rotora o 360° (jedna otáčka). Pri výpočte boli použité základné rovnice pre určenie odpudivej sily dvoch magnetov a dostupná literatúra [6, 7, 8].



Obr. 9. Vypočítané priebehy síl v magnetickom motore

Vysvetlenie k Obr. 9: F1, F2, F3 sú sily v jednotlivých troch hlavných častiach motora a Fsum je celková odpudivá sila medzi hlavnými magnetmi. Zvýšenie minimálnej hodnoty celkovej sily Fsum je možné zmenou tvaru preklápacieho magnetu (zmenou uhla nábehu a výbehu pri ponechaní konštantného uhla 50° pri minimálnej vzdialenosti hlavných magnetov), ktorého súčasný tvar je zobrazený na Obr. 10.



Obr. 10. Konštrukcia a tvar preklápacieho magnetu

Toto je prvý návrh konštrukcie magnetického motora. Konštrukcia a hlavne výpočet síl v magnetickom motore v budúcnosti bude overený pomocou simulácie vo vhodnom simulačnom programe.

V. ZÁVER

V tomto článku sú uvedené prvé výsledky konštrukčného riešenia magnetického motora s permanentnými magnetmi. Nie sú tu uvedené detaily o konštrukčnom usporiadaní motora a ani podrobne popísané fungovanie magnetického motora, pretože tento motor je predmetom patentového konania.

Pre overenie činnosti motora bude vytvorený originálny 3D model, ktorý bude použitý na simuláciu jeho vlastností a parametrov s použitím vhodných simulačných programov s využitím metódy konečných prvkov. Keďže pri 3D simulácii sa jedna o kombinovaný (mechanický a magnetický problém), je potrebné navrhnuť vhodný systém riešenia s použitím simulačného programu s dvoma modulmi.

Taktiež sa predpokladá spracovanie analýzy a overenie vlastností v súčasnosti dostupných materiálov pre realizáciu

špeciálnych nekonvenčných permanentných magnetov vhodných na konštrukciu tohto magnetického motora.

Nakoniec ešte jedna krátka úvaha o budúcnosti motorov s permanentnými magnetmi. Čo prinesie budúcnosť pre motory s permanentnými magnetmi? Dôkazy naznačujú, že ich používanie bude aj naďalej rásť a budú používané v nových aplikáciách. Nové inovácie sú v oblasti vysoko energetických permanentných magnetov. Jednou z týchto inovácií sú nanokompozitné permanentné magnety. Tieto magnety sú z materiálov, ktoré majú „umelo“ vytvorenú magnetickú štruktúru (označované sú ako „metamateriály“) a vytvárajú veľmi silné permanentné magnety (nanoštruktúrne tvrdé aj mäkké kompozitné materiály). V súčasnej dobe sú využívané hlavne v biomedicíne, ako magnetické pamäťové médiá, na separáciu magnetických častíc, senzory, katalyzátory a pod. V budúcnosti sa predpokladá, že nanokompozitné magnetické materiály nájdu uplatnenie aj v budúcich generáciách elektromotorov s permanentnými magnetmi [9].

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporená projektom vedeckej agentúry podľa zmluvy č.: VEGA 1/0121/15.

POUŽITÁ LITERATÚRA

- [1] J. Jelinek, „NASA’s Electromagnetic Drive Shouldn’t Work, Works Anyway“, [Online], 2015, dostupné: <http://techaeris.com/2015/04/30/nasa-electromagnetic-drive-shouldnt-work-works-anyway/>
- [2] J. Rodal, J. Mullikin, N. Munson, „Evaluating NASA’s Futuristic EM Drive“, [Online], 2015, dostupné: <http://www.nasaspacesflight.com/2015/04/evaluating-nasas-futuristic-em-drive/>
- [3] A. Munsey, „OS:Achilles Ligeras’ Magnetic Engine (ALME)“, [Online], 2016, dostupné: <http://peswiki.com/os:achilles-ligeras-magnetic-engine-alme->
- [4] R. H. Calloway, „The Bowman permanent magnet motor“, [Online], 2016, dostupné: <http://www.fdp-energy.com/bowman/default.asp>
- [5] A. Rogges, „Bowman magnetic motor“, Flying Dutchman Project, [Online], [citované 10.02.2015], 2015, dostupné: <http://www.pureenergysystems.com/os/MagneticMotors/BMM/>
- [6] T. Glinka, *Maszyny elektryczne wzbudzone magnesami trwałymi*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2002.
- [7] E. Król, R. Rossa, „Silniki z magnesami trwałymi o dużej przeciążalności momentem“, *Maszyny Elektryczne - Zeszyty Problemowe*, číslo 81, strany 27 -31, 2009.
- [8] J. Kołodziej, M. Kowol, E. Mendrela, „Moment i siła elektromotoryczna w nowym synchronicznym silniku tarczowym z magnesami trwałymi o wydatnych biegunach stojana“, *Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne*, číslo 4, strany 77 -82, 2014.
- [9] J. Ping Liu, E. Fullerton, O. Gutfleisch, D. J. Sellmyer, *Nanoscale Magnetic Materials and Applications*. Springer, 2009.

J. Kaňuch - je absolvent Vysokej školy technickej v Košiciach, Elektrotechnická fakulta, Katedra elektrických pohonov v odbore Silnoprúdová elektrotechnika so zameraním na elektrické stroje a prístroje (Ing. 1986). Odvtedy pracuje na danej katedre (v súčasnosti Katedra elektrotechniky a mechatroniky na Fakulte elektrotechniky a informatiky Technickej Univerzity v Košiciach) ako odborný asistent. V roku 2006 získal titul PhD. v odbore Silnoprúdová elektrotechnika.

Oblasti profesijného a odborného záujmu: Elektrické stroje a prístroje, Grafické CAD systémy, Elektrické pohony, Automobilová elektrotechnika a mechatronika, EMC, Priemyselná elektronika a Technická dokumentácia.