

# PRACTICAL INDUSTRIAL USAGE OF TEFLON ADDED MATERIALS IN SLIDE CONTACT

**Lukáš Mišinger**

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xmisin00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: František Veselka

E-mail: veselka@feec.vutbr.cz

**Abstract:** This paper is focused to present practical examples of industrial usage of teflon added materials in slide contact and its results. Tested devices are with rotary and linear slide contact in electrical machines and electrical traction vehicle with comparison laboratory and real usage on vehicle. These examples were realized on real devices used in industry.

**Keywords:** slide contact, teflon, innovation, industrial usage, electrical machine, electrical traction

## 1. ÚVOD

Ověření aplikace využití teflonu v kluzném kontaktu, bylo již nejen laboratorně provedeno, ale s kladnými výsledky uplatněno v praxi. Tento článek se zabývá prezentací ověřených návrhů, jak byla tato technologie využita v průmyslové praxi. Realizace technologie „sT“ spočívá v nanesení teflonu na náběhovou / odběhovou hranu kartáče, dále pak v nanesení teflonové vrstvy na kontaktní povrch v držáku kartáče. Efekt spočívá v kombinaci snížení jiskření kluzného kontaktu, zlepšení kluzných vlastností kontaktních povrchů, snížení opotřebení kartáčů a tím i snížení nákladů na údržbu a samotný provoz.

## 2. PROBLEMATIKA KONTRUKCÍ POUŽÍVANÝCH KLUZNÝCH KONTAKTŮ

Kluzný kontakt (dále jen KK) slouží k přenosu el. proudu ze statické části elektrického stroje na část pohyblivou a naopak. KK lze realizovat nejen pro pohyb rotační (točivý), ale i translační (posuvný) v závislosti na konstrukční provedení KK pro daný elektrický stroj. Zde se konstrukce liší podle pohyblivé části KK a to na komutátor a sběrací kroužky (rotační), el. vedení (translační) a podle druhu el. proudu, tedy stejnosměrný a střídavý. V následujícím textu jsou představeny zástupci z těchto kategorií včetně dosažených výsledků.

## 3. MOŽNOSTI PRAKTICKÉHO PRŮMYSLOVÉHO POUŽITÍ TEFLONU V KLUZNÝCH

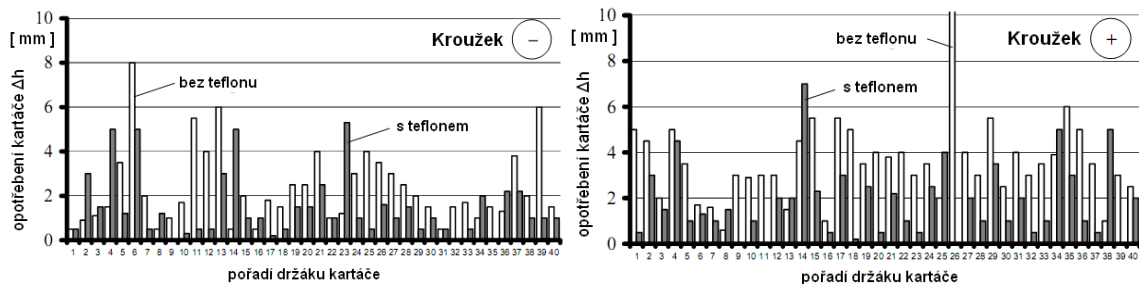
### 3.1. SYNCHRONNÍ GENERÁTOR TVF-120-2

Pracuje jako součást elektrárny města Omsk RF. Parametry testovaného stroje jsou  $S=125$  MVA,  $U_n=10,5$  kV,  $I_n=6875$  A,  $I_b=1715$  A. V tomto případě byly inovované kartáče „sT“ osazeny na sběrací kroužky buzení stroje. Zde má zásadní vliv polarita stejnosměrného budícího proudu. Experimenty byl prováděn v rozsahu 1112 až 1146 hodin. Z naměřených výsledků bylo zjištěno, že na kroužku kladné i záporné polarity vykazuje kartáč „sT“ menší opotřebení v porovnání se standardním kartáčem až o 37% až 51%. Takový výsledek je prokazatelně nezanedbatelný.

Výsledky je možné objasnit těmi složitými procesy, které probíhají v kontaktu. Značný vliv na výsledek mají stlačení v konkrétním kontaktu (kartáč – kroužek). Avšak tato veličina závisí od přítlačného ústrojí, výšky kartáče, síly tření v držáku kartáče, typu a znečištění kartáčového aparátu a mnoho dalšího.

Režim práce	Veličina opotřebení, mm					
	Střední $\Delta h$		Maximální $\Delta h$		Rychlost, $\gamma$ (mm/ 1000 h.)	
	-	+	-	+	-	+
Bez Teflonu	2,35	3,63	8,00	12,00	2,11	3,26
S Teflonem	1,48	1,83	5,30	7,00	1,29	1,60
$\Delta h / \Delta h_T$	1,59	1,98	1,51	1,70	1,64	2,04

**Tabulka 1:** Přehled opotřebení kartáčů standard. provedení a „sT“



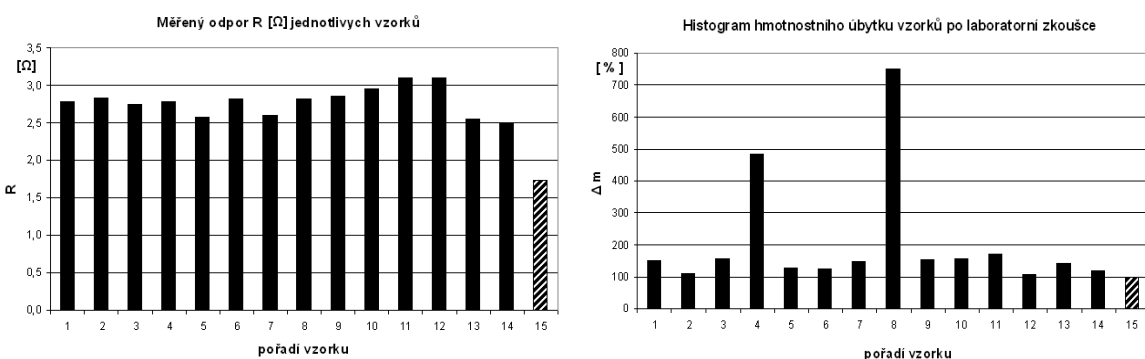
**Obrázek 1:** Opotřebení standardních a „sT“ kartáčů s respektováním pozice držáku kartáče na obvodu sběracího kroužku.

### 3.2. LINEÁRNÍ SBĚRAČ PROUDU

Příkladem pro translační pohyb je lineární sběrač proudu používaný na trakčních dopravních prostředcích - trolejbus. Zde je namáhána vložka po celé podélné ose. Je nutné uvést, že je třeba brát v úvahu mnoho faktorů, které mají vliv na přenos proudu a životnost vložek. Zejména počasí, proměnlivý přítlak sběrače k vedení, překážky na vedení (spojky, výhybky, atd.) způsobující mechanické nárazy a elektrická namáhání (el. výboj), terén projížděné tratě, styl jízdy řidiče vozu a další.

#### LABORATORNÍ EXPERIMENT

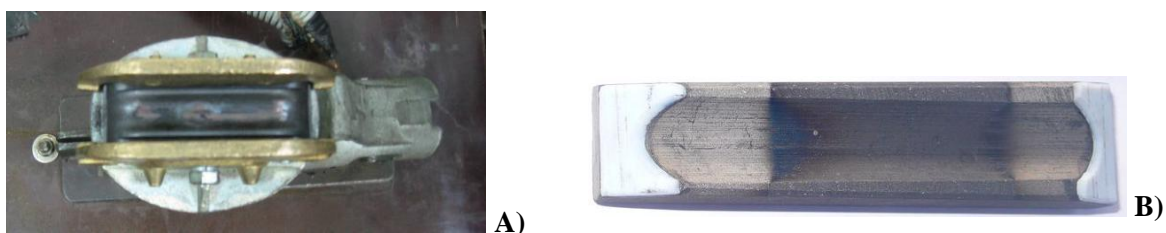
Inovovaná uhlíková vložka „sT“ byla spolu s dalšími čtrnácti vzorky (různé typy) podrobena dlouhodobé laboratorní zkoušce na experimentálním přípravku. Zkouška spočívá v simulaci nekonečného trolejového vedení za daných podmínek – okolní teplota vzduchu 22°C, relativní vlhkost vzduchu 72%, hodnota usměrněného proudu 50A, kontaktní přítlak 1 kg.



**Obrázek 2:** Histogramy výsledků laboratorních zkoušek porovnání uhlíkových vložek

Vzorek 1-14 jsou standardní uhlíkové vložky různých typů, vzorek č.15 je vložka „sT“. Výsledek zkoušky ukázal, že odpor vložky „sT“ je nižší oproti ostatním vzorkům v rozmezí 0,76-1,38Ω. Z hlediska opotřebení vykazaly vzorky 1-14 vyšší opotřebení v rozsahu 8 - 750%. Při dlouhodobé

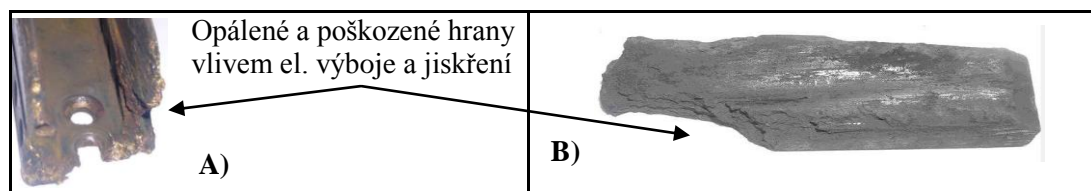
proudové zátěži dochází kvůli přítomnosti zuhelnatělým částicím k uvolňování charakteristického zápachu a při tomto dochází k přenosu mědi z kontaktního vedení na uhlíkovou vložku, zatímco samotný vodič se leští. V moment průchodu vodiče vložkou docházelo u vzorku 1-14 k typickému „měděnému“ zabarvení vložky – Obr.3A. U vložky č.15 „sT“ k zabarvení nedošlo.



**Obrázek 3:** A) Standardní vložka (vzorek 1-14) B) Inovovaná uhlíková vložka „sT“

#### PRAKTICKÁ ZKOUŠKA NA TROLEJBUSU

Při praktické zkoušce byla inovovaná uhlíková vložka umístěna do botky trolejbusového sběrače. Délka životnosti uhlíkových vložek je velice různá a záleží na mnoha faktorech. Proto byl zvolen jeden konkrétní trolejbus, trať a řidič pro zajištění co nejvíce možných počátečních podmínek. Některé další jako klimatické podmínky nelze vždy zaručit stejné. Výsledkem této zkoušky je 2 -3x delší ujetá vzdálenost mezi výměnou uhlíkových vložek „sT“ oproti standardním vložkám.



**Obrázek 4:** A) Poškozený držák uhlíkové vložky sběrače a B) Poškozená uhlíková vložka

Důležité je zmínit, že jako výsledek nelze uvažovat pouze delší životnost vložky „sT“, protože díky přítomnosti teflonu, který mění podmínky v kluzném kontaktu a jeho vlastnostem dochází i ke snížení jiskření při průchodu proudu, tím jsou menší proudové rázy a menší namáhání pohonu, izolace vodičů vozu, mechanická degradace držáku a vložky, atd. Dále teflon i podle laboratorní zkoušky pokrývá tenkým filmem trolejový vodič, čímž dochází k jeho ochraně a také k prodloužení jeho životnosti.

#### 4. ZÁVĚR

Príspevek dokumentuje aplikační možnosti teflonu v kluzném kontaktu. Podle uvedených příkladů v jednotlivých oblastech použití, se potvrdila laboratorní měření, která vykazovala velice pozitivní přínos přítomnosti teflonu v kluzném kontaktu. Vyhodnocené výsledky převážně dlouhodobých zkoušek představují významný přínos pro technickou praxi. Z jednotlivých příkladů, bylo vyhodnoceno, že přítomnost komponentů s technologií „sT“ prodloužila servisní intervaly výměny uhlíkových kartáčů. V případě uhlíkových vložek v trakčním sběrači na trolejbusu se doba výměny prodloužila 2-3x. V laboratorních zkouškách došlo u vložky „sT“ ke snížení odporu až o 80% a opotřebení až o stovky procent. Dále pak došlo k menšímu opotřebení, nebo poškození kluzných kontaktních povrchů pohyblivých částí KK, kde byla též prodloužena servisní perioda údržby, což má za následek i nemalé ekonomické úspory. Rozšíření do dalších technických aplikací není prozatím omezeno. Autor se po provedení laboratorních zkoušek zabýval dalšími vyhodnoceními dat zkoušek a experimentů, které probíhaly na zařízeních umístěných v reálném provozu.

#### REFERENCE

- [1] Авилов, В.Д.: Эксплуатация монтаж и наладка, Омск, 2009, Промышленная энергетика 5
- [2] Veselka, F.: Materiály dosažených měření a výsledků zkoušek technologie „sT“