

Motory téměř zadarmo

František Louda

V technické praxi, amatérskou z toho nevyjímaje, občas potřebujeme motor, který svými parametry vybočuje z nabízeného sortimentu elektromotorů, zpravidla asynchronních. Je to nejčastěji v těchto případech:

1. Potřebujeme motor, u něhož lze plynule regulovat rychlost otáčení. Přitom považujeme za nemravné zneužívat k takovému účelu drahou elektrickou vrtačku, kterou, konec konců, potřebujeme i k jiným účelům.

2. Potřebujeme motor s rychlostí otáčení větší než 2800 ot/min, kterou je schopen poskytnout asynchronní motor, např. pro různé dřevoobráběcí stroje, brusky, ventilátory atd.

3. Potřebujeme motor provozně bezpečný proti úrazu elektrickým proudem

(včetně přívodu), např. pro sekačky na trávu, tedy elektrický předmět III. třídy. Vystačíme-li s výkonem od 200 W až asi do 1 kW (v ojedinělých případech i více), lze jako motor použít automobilové dynamo, samozřejmě za předpokladu, že ho budeme napájet ze sítě přes oddělovací transformátor a usměrňovač. Náklady na zhotovení napájecí části (transformátor s usměrňovačem) se amortizují nižší cenou, za níž dynamo získáme, pokud jej již dokonce nemáme ve svých „depozitářích“ a chceme ho nějak účelně využít. Po vyřazení automobilu nebo traktoru z provozu končí s ním na šrotišti i dynamo, ačkoli by ještě řadu let, byť v jiné úloze, mohlo sloužit. Dynam, která lze na různých vrakovištech získat, je jen z produkce PAL-Magneton více než 30 typů, byť některá se

liši jen v nepodstatných detailech. K tomu nutno připočítat ty typy dynam z vozů, které k nám byly dováženy, případně i dynamy z vojenské techniky a letadel. Je tedy jasné, že není možno vypracovat návod univerzálně použitelný typu „vem, dej, vraž“ aneb „jak dynamo na motor přeškolit“. Úkolem článku je zájemcům podat informace z oboru, který sice již nestojí v popředí zájmu (poslední přístupná a srozumitelná publikace [1] vyšla počátkem šedesátých let), ale přitom stejnosměrné motory mají stále své nezastupitelné místo v technice pohonů, kde potřebujeme regulovat rychlost otáčení motorů. Zatímco návodů na regulátory v různých odborných časopisech včetně AR vyšlo již desítky, na vlastní regulovaný člen - motor - se neprávem zapomíná.

Již ze školních učebnic víme, že každý stejnosměrný stroj může pracovat jako dynamo nebo jako motor. Pokud zlákáme tímto poznatkem připojíme automobilové dynamo na stejnosměrný zdroj s jmenovitým napětím (dynamy) v očekávání, jak se rádo a ochotně adaptuje na motor, budeme asi zklamáni. Dynamy se sice bez zátěže jako

→

kapacity kondenzátoru C2 na asi 1 μF nebo zařazením rezistoru s odporem 8,2 k Ω až 12 k Ω mezi bázi a emitor spinacího tranzistoru T3.

Pro amatéry vlastnoručně si zhotovující desky s plošnými spoji a pro výrobce stavebnic je jednodušší použít účelově zjednodušené obrazce spojů. Upravené desky pro magnetická spínání stavebnicových konstrukcí číhák se třemi tranzistory, TDA7233 a MHB4011 jsou na obr. 69. Čtveřice pájecích bodů umožňuje použít jazýčkové kontakty ve skle o délkách tělísek 7,5 až 19 mm pro spínané proudy 0,1 až 0,5 A. Do pájecích bodů by bylo možné zapájet i senzory pro plošné spoje typů MK-6-4, MK-6-6, v konstrukcích však není dosti místa na nastavení optimální vzdálenosti změnou polohy magnetu na hřídeli.

Příslušné změny sestav otočných mechanismů vyplývají z popisu v článku Magnetické spínání (str. 51) a obr. 13. U číhátka s MHB4011 na rozdíl od prvků optoelektronického spínání, které byly na desce vlevo, jsou otáčivý magnet i senzor umístěny vpravo.

Při pájení senzorů do desky se volí taková délka jejich vývodů, která umožní nastavit polohu senzoru v podélném i příčném směru asi o 5 mm. Vývody senzoru se zkrátí až po zapájení do desky odstřížením. Správná vzájemná poloha senzoru a magnetu se nastaví tak, aby při otočení dvoupólového magnetu o 360° se spolehlivě sepnuly a rozpojily kontakty minimálně dvakrát, optimálně čtyřikrát.

Závěr

Záměrem autora bylo soustředit, utřídit a pro čtenáře přijatelným způsobem uceleně zpracovat dostupné informace o elektronických signalizátorech záběru ryby. V této souvislosti autor děkuje firmám Aquazona České Budějovice a Meder electronic (Říčany u Prahy) za ochotné a nezištné poskytnutí potřebných podkladů.

V práci uvedené praktické návody dokazují, že i při elektrické a mechanické jednoduchosti může amatérská konstrukce svými vlastnostmi a zejména levností úspěšně konkurovat drahým továrním výrobkům. V publikaci soustředěné zkušenosti a principy umožní amatérským konstruktérům nejen zhotovit některý z uvedených typů, ale také využít osobní tvůrčí fantazii k realizaci dokonalejší vlastní konstrukce.

Informace

Zájemci o koupi některého typu číhátka značky Optonic se mohou obrátit na firmu Aquazona, Nám. bří Čapků 9, 370 07 České Budějovice. Zájemce o získání úplné stavebnice amatérských číháků se třemi tranzistory, TDA7233 a MHB4011 uspokojí firma Jaromír Buček, elektronické součástky, Vranovská 14, 614 00 Brno.

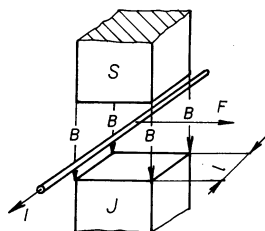
Seznam literatury

- [1] Macura, P.: Vstupní zesilovače pro přijímače optoelektronických systémů. Sdělovací technika č. 4/87, s. 131.
- [2] Vondrák, J.: Univerzální zesilovač s obvodem MBA915. AR-A č. 12/89, s. 472.
- [3] Belza, J.: Nf zesilovač 3. AR-A č. 3/93, s. 23.

- [4] Součástky pro elektroniku. GM-electronic: Praha, březen 1995.
- [5] Katalog elektronických komponentů. KTE: Praha 1994.
- [6] Katalog polovodičových součástek. TESLA: Praha 1989.
- [7] Little, A.: Chytání velkých kaprů, kap. Elektronické hlásiče. Nakladatelství Jiří Fraus: Plzeň 1994, s. 57.
- [8] Řiha, J.: 1000+1 rada pro rybáře. SZN: Praha 1989.
- [9] Vít, V. a kol.: Televizní technika, kap. XII. Základy kolorimetrie. SNTL: Praha 1979.
- [10] Walther, E. a kol.: Technické vzorce, kap. Fotometrie. ALFA: Bratislava 1984.
- [11] Oupický, P., Šolc, I.: Amatérské spojení v infračerveném oboru. AR-A č. 4/85, s. 149.
- [12] Toláš, J.: Nové polovodičové součástky, kap. Optoelektronické součástky. Sdělovací technika č. 11 a 12/83, s. 415, 455.
- [13] Hanouz, J.: Akustika prostoru při reprodukci, kap. Fyziologie sluchu. AR-B č. 1/80, s. 5, obr. 3.
- [14] „Lx“: Jak je to s výstupním výkonem zesilovačů? AR-A č. 11/81, s. 24.
- [15] - : 555-univerzální IO. AR-B č. 5/94.
- [16] Teska, V.: Integrované obvody CMOS, kap. Asynchronní čítače. AR-B č. 2/85, s. 67.
- [17] Balzer Angelgeräte 1995, kap. Elektronische Bißanzeiger, s. 60, Balzer GmbH, Lauterbach/Hess, BRD
- [18] Reed Sensoren (Senzory s jazýčkovými kontakty). Meder electronic GmbH, Singen, 1995.

motor roztočí rychlostí asi 1500 ot/min, ale, bude-li v okamžiku rozběhu již plně zatíženo, s největší pravděpodobností se vůbec nerozbehne. V porovnání se stejně rozměrným (o hmotnosti ani raději nemluvě) motorem asynchronním nebude jeho výkon nijak oslňovat. Navíc u celé řady typů zjistíme, že satorové vinutí po chvíli provozu nepříjemně hřeje. Z toho plyne, že pokud má automobilové dynamo pracovat trvale jako motor, bude ho nezbytné upravit. Rozsah bude do značné míry ovlivněn i účelem, k němuž chceme motor používat. Aby bylo zřejmé, proč je úprava třeba, bude asi užitečné zopakovat si něco málo teorie, pokud jsme ji již od školních let pozapoměli.

Tažná síla a tedy i točivý moment u elektromotoru vzniká silovým působením mezi magnetickým polem a vodičem, kterým protéká elektrický proud. Na vodič



Obr. 1. Princip působení síly na vodič v magnetickém poli

bude působit mechanická síla F , snažící se vodič vypudit z magnetického pole (obr. 1). Tento jev je vyjádřen vztahem

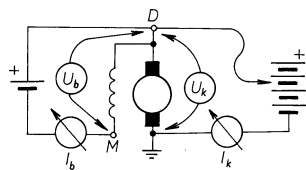
$$F = B \cdot I \cdot l \quad (1)$$

kde B je magnetická indukce, závislá na velikosti magnetického pole, vytvořeného budicím vinutím na pólech satoru, I je proud protékající vodiči (vinutím) kotvy, l je délka těchto vodičů, pohybujících se v magnetickém poli B . V mechanice potom platí, že součin síly (F) a dráhy ve směru síly je nazýván prací. Při otáčení hovoříme místo o síle F o momentu otáčení M a dráhu nahrazujeme úhlem otáčení. Protože výkon je vlastně rychlost, s níž je práce konána, je výkon poměrem práce a času. Udáváme-li práci např. v kilogrammetrech, potom výkonem jsou kilogrammetry vykonané za určitou dobu, např. za minutu, což lze známým způsobem převést na watty případně jiné jednotky výkonu. Z toho plyne, že výkon jakéhokoli motoru bude tím větší, čím větší bude jeho otáčivý moment, nebo čím větší bude rychlost jeho otáčení. Příkladem toho, že i při nepatrném momentu otáčení lze dosáhnout impozantních výkonů (bohužel jen několik sekund) jsou letecko-modelářské spalovací motorky: při obsahu 3 až 4 cm³ dosahují výkonu přes 1 kW, ovšem při 30 a více tisících otáček.

Naopak, budeme-li otáčky motoru regulovat tak, že jeho jmenovitou rychlost otáčení budeme zmenšovat (např. triaková regulace otáček ruční vrtačky), budeme současně zmenšovat i výkon, protože motor si v nejlepším případě zachová svůj točivý moment. Zvětšit točivý moment se zmenšujícími se otáčkami bez mechanických převodů dokázal jen jeden stroj, ale

to jenom zdánlivě. Pokud tedy chceme zvětšit výkon stejnosměrného motoru zvětšením síly F nebo momentu otáčení, potom jsme limitováni, jak plyne ze vztahu (1), délkou vodiče l , protože ta je neměnně dána délkou kotvy, případně pólu, proud I je omezen průřezem vodiče, kterým je kotva navinuta a tedy jeho přípustnou proudovou zatížitelností. Magnetická indukce B je dána počtem amperzávitů (Az) budicího vinutí a navíc omezena magnetickou vodivostí železa satoru stroje, tedy opět veličinami, které již nelze ovlivnit.

Cesta ke zvětšení výkonu vede tedy jen přes zvětšení počtu otáček. Budeme-li na budicí vinutí stejnosměrného motoru přivádět napětí U_b odpovídající jmenovitému napětí stroje, tj. v našem případě 6, 12 případně 24 V (obr. 2), potom lze z jiného



Obr. 2. Zapojení pro stanovení parametrů motoru

zdroje na kotvu stroje přivádět napětí U_k . Motor se rozeběhne a po prvním proudovém nárazu se proud, tekoucí kotvou, ustálí na určité velikosti. Budeme-li zvětšovat výhradně napětí U_k (napětí U_b musí zůstat zachováno!), bude se počet otáček kotvy zvětšovat, ale proud, tekoucí kotvou, se zvětší jen nepatrně (jakoby se zvyšováním otáček zvětšoval odpor kotvy R_k). V kotvě, rotující v magnetickém poli, se indukuje napětí U_z , které působí proti napětí U_k , takže se tato napětí odečítají. To je dáno vztahem

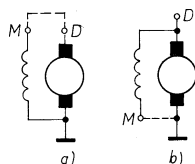
$$U_k = \frac{8k - 8z}{5k} \quad (2)$$

Otáčky budou tím vyšší, čím větší bude poměr mezi napětím U_z a magnetickou indukcí B :

$$n = \frac{U_z}{kB} \quad (3)$$

kde k je konstanta závislá na konstrukci stroje (průměr kotvy, počet drážek, počet vodičů v drážce atd.), n je počet otáček. Jak vyplývá z (3), stejného zvětšení počtu otáček lze dosáhnout i zmenšením indukce B . V tom případě však zmenšujeme i krouticí moment kotvy, což je patrné z rovnice (1), a to je v našem případě nežádoucí.

Automobilová dynamo byla vyráběna jako dvou nebo čtyřpólové derivační stroje. Schéma dynamo je na obr. 3. Jeden kartáček bývá zpravidla spojen s kostrou stroje (u čtyřpólových strojů to jsou dva protilehlé kartáčky), druhý kartáček je odizolován (u čtyřpólových strojů opět dva



Obr. 3. Základní zapojení automobilového dynamo

protilehlé, navzájem propojené) a je vyveden na svorku, označenou písmenem „D“. Všechna budicí vinutí na satoru jsou zapojena do série. Jeden konec je spojen buď s kostrou stroje (obr. 3a, nebo se svorkou „D“ (obr. 3b). Druhý konec budicího vinutí je vyveden na svorku „M“. V zapojení podle obr. 3a byl mezi svorky „M“ a „D“ připojen regulátor, podle obr. 3b byl regulátor připojen mezi svorku „M“ a kostru, což je častější případ. Na obou obrázcích je spoj, nahrazující regulátor, označen čárkovane.

Abychom stanovili velikost U_k pro požadované otáčky, doporučuji postup (obr. 2), ke kterému potřebujeme:

1. Regulovatelný zdroj stejnosměrného napětí, který bude schopen dodávat proud 10 až 20 A. Zdroj nemusí být filtrován. Pro zkoušky vystačíme stejně dobře třeba i s několika automobilovými akumulátory, zapojenými do série. Podmínkou je však možnost odebírat napětí z jednotlivých článků. Z tohoto zdroje bude odebíráno napětí U_k .

2. Zdroj ss napětí 6, 12 nebo 24 V, podle jmenovitého napětí stroje. Z tohoto zdroje bude odebíráno napětí U_b , takže by měl být schopen dodávat proud asi 2 až 3 A. Postačí např. nabíječka akumulátorů, pokud na ní lze požadované napětí s dostatečnou přesností nastavit.

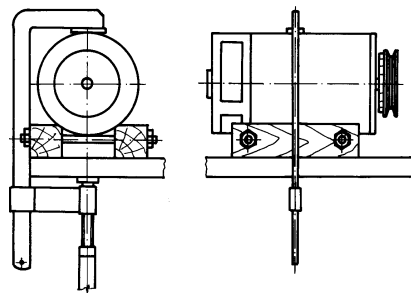
3. Ampérmetr do 6 A (Avomet).

4. Ampérmetr do 30 A nebo alespoň bočník pro tento proud k Avometu.

5. Voltmetr s přepínatelnými rozsahy.

6. Otáčkoměr.

7. Upínací přípravek, který umožní motor při zkouškách upevnit, aby při manipulaci, zejména brzdění, neputoval po stole (životu nebezpečné!). Stroj lze upnout do většího svěráku nebo do improvizovaného přípravku podle obr. 4.



Obr. 4. Provizorní upevnění stroje při zkouškách

Za předpokladu, že je dynamo v provozuschopném stavu, připojíme na svorku „M“ jeden pól zdroje U_b . Druhý pól připojíme přes ampérmetr buď na svorku „D“ nebo na kostru, podle toho, zda se jedná o dynamo podle obr. 3a nebo 3b. Změříme proud protékající vinutím satoru, čímž zkontrolujeme, není-li vinutí přerušeno nebo zkratováno. V opačném případě musíme závadu odstranit. Je samozřejmé, že napětí odebírané ze zdroje musí odpovídat jmenovitému napětí dynamo. Proud, který bude budicím vinutím protékat, by měl odpovídat průměru drátu, kterým jsou cív-

ky navinuty. O tom se přesvědčíme výpočtem. Změříme průměr drátu, kterým je buzení navinuto a dosadíme do vzorce

$$I = 2d^2 \quad [A; \text{mm}] \quad (4).$$

Tento vzorec platí pro zatížení kruhového měděného vodiče (drátu) proudem 2,5 A/mm², což je střední hodnota zatížitelnosti vinutí. Např. je-li budicí vinutí navinuto drátem o průměru 0,85 mm, potom

$$I = 2 \cdot 0,85^2 = 1,445 \text{ A},$$

zaokrouhleno 1,5 A.

Nebude-li proud protékající vinutím větší než 1,5 A, je vše v pořádku. Ve většině případů však naměříme proudy podstatně větší. To může mít dva důvody:

1. V cívkách jsou mezizávitové zkraty. O tom se přesvědčíme změřením napětí na jednotlivých cívkách, nebo změřením jejich odporu. Pokud budou změřené údaje rozdílné, je podezření potvrzeno a nezbuďte nic jiného, než cívkou vyměnit.

Pravděpodobnější je však důvod druhý: budicí cívkou, při plném využití A_z , pracují záměrně s přetížením. Na rozdíl od jiných typů dynam, která pracují třeba jako budiče alternátorů, záskokové zdroje apod. a jejich otáčky jsou úzkostlivě hlídány, musí automobilová dynam pracovat za nepříznivých podmínek ve velmi širokém rozpětí otáček. Od automobilového dynam požadujeme, aby již při volnoběžných otáčkách motoru zásobovalo alespoň nejdůležitější spotřebiče auta a naopak, aby nebyla ani při maximálních otáčkách motoru přetížena baterie nadměrným nabíjecím proudem. Aby tomuto požadavku bylo vyhověno, je činnost automobilových dynam regulována tak, že při volnoběžných otáčkách pracují sice cívkou buzení s určitým přetížením, ale, jakmile se otáčky při jízdě zvýší (což je po většinu „pracovní“ doby), jsou regulátorem do série s budícím vinutím zařazeny rezistory, takže vinutím naopak protéká proud menší, než na jaký je dimenzováno.

Máme tedy dvě možnosti: buď zmenšit napětí U_b natolik, aby budicími cívkami protéká proud odpovídající průměru vodiče, nebo cívkou buzení převinout, aby bylo dosaženo plné magnetické indukce (B) při respektování zátěže vodiče a navíc bylo umožněno motor napájet z jediného zdroje. To ovšem bude možno určit, až stanovíme také napětí U_k , potřebné k dosažení požadovaných otáček. Pokud stator nechceme převíjet a rozhodneme se pro první alternativu, zjistíme výpočtem, jak musíme zmenšit U_b . Známe průměr drátu, kterým je budicí vinutí navinuto, a tím i proud, kterým smíme vinutí dlouhodobě zatěžovat (vzorec (4)). Změříme ještě tedy odpor vinutí. Ten je však jen několik ohmů a přesný měřák není právě zařízení, které by měl každý k dispozici - odpor proto vypočítáme z proudu a napětí, které jsme na budícím vinutí naměřili

$$R = U/I \quad [\Omega; \text{V}, \text{A}] \quad (5).$$

Změřený nebo vypočítaný odpor potom znovu dosadíme do vzorce (Ohmův zákon), proud však dosadíme jen tak velký, jaký odpovídá průměru drátu vinutí. Např. máme dynamo 6 V a budícím vinutím při napětí 6 V protéká proud 3 A. Odpor celého vinutí (obě cívkou zapojené v sérii) je (5)

$$R = U/I = 6 : 3 = 2 \Omega.$$

Budicí vinutí je navinuto drátem o průměru 0,95 mm. Dovolená proudová zatížitelnost tohoto vodiče je (4)

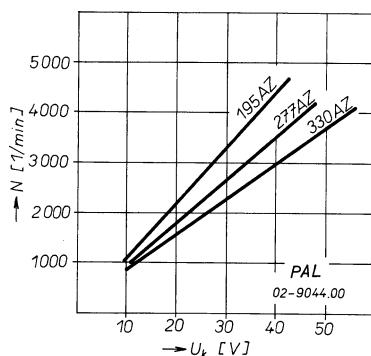
$$I = 2d^2 = 2 \cdot 0,95^2 = 1,8 \text{ A}.$$

Aby vinutím protéká vypočítaný proud, musí se napětí U_b podle (5) zmenšit na

$$U = IR = 1,8 \cdot 2 = 3,6 \text{ V}.$$

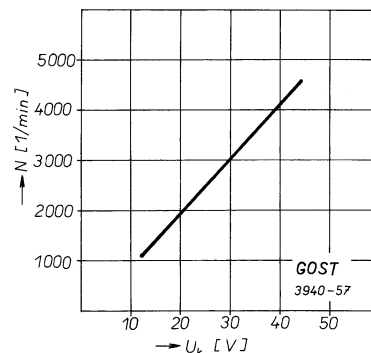
Potom sice nebude budicí napětí přetíženo, dosáhlo se toho však za cenu, že jsme zmenšili proud a tím i magnetickou indukci B (A_z), tj. zmenšili jsme i točivý moment (a stabilitu otáček).

Za předpokladu, že je budicí vinutí v pořádku a U_b připojeno, připojíme zdroj U_k přes ampérmetr jedním pólem na kostru stroje, druhý pól připojíme na svorku „D“. Napětí zdroje U_k je zatím nastaveno jen na jmenovitou velikost. Nejprve se přesvědčíme o smyslu točení. V některých případech jsou kartáčky vůči kolektoru postaveny šikmo (tangenciálně). V takových případech se kotva musí otáčet ve smyslu sklonu kartáčku. Pokud tomu tak není a uhlíky otírají kolektor „proti srsti“, změním smysl točení přeplovaním buď napětí U_b nebo U_k . Takový motor však nelze použít tam, kde bude požadován i opačný smysl točení (reverzace). Po připojení U_k vznikne proudový náraz. Pak se motor roztočí, počáteční proud se zmenší a ustálí na určité velikosti. Budeme-li napětí U_k zvětšovat, aniž bychom motor brzdili (zatěžovali), zjistíme, že se proud tekoucí kotvou zvětšuje jen nepatrně (asi o 0,1 až 0,5 A), zato se rapidně zvyšují otáčky. Závislost otáček motoru na napětí kotvy (U_k), naměřená na dynamu PAL 02-90044 (DGM 55.02) je na obr. 5. Toto dynamo



Obr. 5. Závislost otáček čtyřpólového motoru na napětí kotvy a na velikosti magnetické indukce

bylo jedním z nejrozšířenějších typů, používaly ho vozy Škoda 1200, 1202, 440, 450 a další. Na obr. 6 je stejná závislost pro dynamo sovětské výroby (patrně Moskvič) GOST 3940-57. Ačkoliv první stroj je čtyřpólový a druhý dvupólový, diagramy jsou téměř shodné. Navíc je z di-



Obr. 6. Závislost počtu otáček na stejných veličinách jako v obr. 5 u dvupólového motoru

agramu na obr. 5 patrně, jak se při zvětšující indukci B (větší počet A_z) zmenšuje strmost nárůstu otáček, čímž je potvrzen vztah (3). Kdyby po rozběhu motoru byl nešťastnou náhodou přerušen přívod U_b , nebo kdyby bylo budicí vinutí přerušeno, bude motor pracovat jen se zbytkovým magnetismem v železe, tedy s velmi malou indukcí B a nezatížený motor by se roztočil nekontrolovatelnými otáčkami tak vysokými, že by se mohl odstředivou silou roztrhnout kolektor nebo vytrhnout vinutí z kotvy.

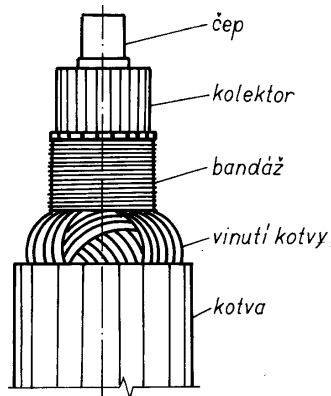
Pokud je ale vše v pořádku, otáčky odpovídají při chodu naprázdno příslušnému U_k . Bude-li motor zatěžován (brzděn), bude se zvětšovat i proud tekoucí kotvou a otáčky se částečně sníží a to tím méně, čím větší bude magnetická indukce B , ovlivňující velikost točivého momentu. Jinými slovy: při méně strmém zvyšování otáček jsou tyto stabilnější. V žádném případě však nelze počítat s takovou stabilitou otáček, jakou mají asynchronní motory.

Při volbě U_k (a tím i počtu otáček) doporučuji určitou skromnost. V první řadě je nutno pamatovat na odstředivý síly, které při vysokých otáčkách působí nejen na kotvu a kolektor, ale i na nástroj nebo stroj, který bude motorem poháněn. Bude-li to např. bruska, potom brusné kotouče mají výrobcem povolenou určitou obvodovou rychlost, kterou jsme povinni respektovat. Její překročení může mít za následek roztržení kotouče se všemi důsledky. Totéž platí i o kotoučích pilových. Má-li motor splňovat podmínku elektrického předmětu pracujícího s bezpečným napětím (III. třída), nesmí být toto napětí větší než 50 V. A do třetice je také dobře uvážit hmotnostní závislosti. Bude-li motor zatěžován tak, že kotvou bude protékat proud dosahující meze povolené výrobce (nabíjecí proud dynamu 10 až 15 A, u některých typů i větší), již při $U_k = 40 \text{ V}$ bude motor odebírat z transformátoru a usměrňovače kolem 0,5 kW a transformátor pak již není žádný drobeček, zejména tehdy, musíme-li ho přenášet.

Známe-li napětí, při němž motor dosahuje námi požadovaných otáček a jsme-li srozuměni s velikostí proudu, který protéká buzením, můžeme přikročit ke konečné úpravě. Dynamu rozebereme a vyčistíme. Kolektor, pokud nese stopy opotřebení (nebo pokud měníme kartáčky), přesustružíme. Před soustružením vyškrábeme slídovou izolaci mezi lamelami do hloub-

ky asi 1 mm. Kdybychom tuto práci odložili až po osoustružení, riskujeme, že vyskočí-li nástroj při škrábání z drážky, poničí osoustruženou plochu. Kolektor soustružíme zásadně v hrotech, protože čepy, kterými je kotva uložena v ložiskách, musí s povrchem kolektoru bezpodmínečně „běžet“. Soustružíme malou třískou při vyšších otáčkách a pouze tolik, co je bezpodmínečně nutné. Po soustružení zkontrolujeme, zda nůž „nevytáhl“ ostříny, které by vzájemně zkratovaly lamely. Dále zkontrolujeme kvalitu zapájení vodičů v kolektoru a izolaci mezi „železem“ kotvy a kolektorem. Kontrolujeme minimálně alespoň síťovým napětím. Bezpečnější je použít měřicí přístroje, pro tuto práci určené, jako je kupř. Megmet.

Vývody z kotvy do kolektoru musí být zabandážovány, aby na ně při vysokých otáčkách nepůsobila odstředivá síla, která by je z kolektoru vytrhala. Pokud toto opatření neprovedl již výrobce, omotáme kotvu mezi kolektorem a vinitím jednou vrstvou tenkého konopného provázku nebo tlustou reznou nití, kterou klademe závit vedle závitu, viz obr. 7. Šňůry ze

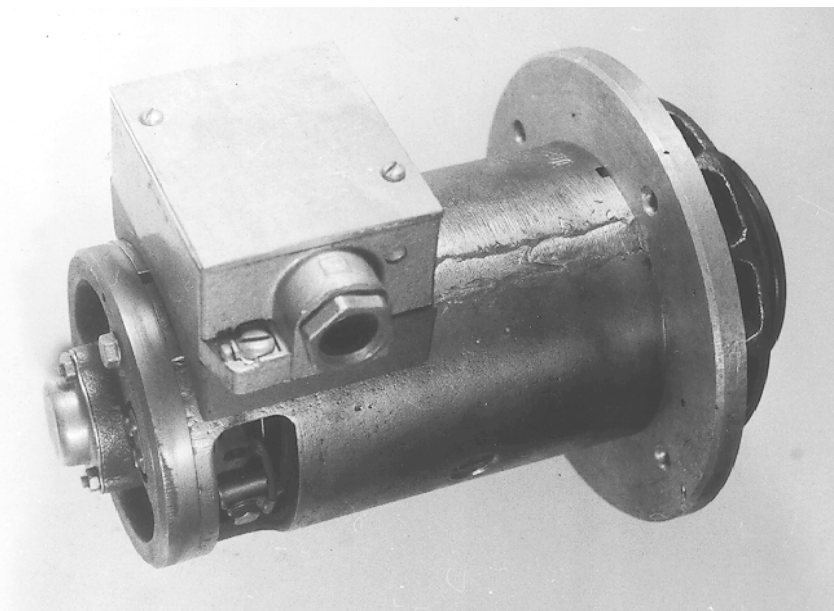


Obr. 7. Bandážování kotvy

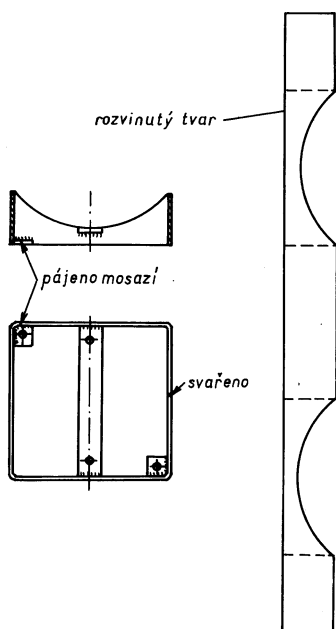
syntetických vláken pro tento účel nejsou vhodné, protože bandáž po dokončení musíme napustit impregnačním lakem (viz dále). Syntetické vlákno by tuto impregnaci nepřijalo a navíc bývá termoplastické, takže zahřátím vinití kotvy by se uvolňovalo.

Ložiska vypereme v tetrachloru nebo benzínu a opatříme novou tukovou náplní. Zjistíme-li u ložisek větší opotřebení, nahradíme je novými. Nezapomeneme obnovit plstěné prstence, které ložiska těsní proti prachu.

Abychom splnili požadavek bezpečnostní normy ČSN 33 22 00 (oddělení silových obvodů od neživých částí, zejména v těch případech, kdy při provozu budeme motor držet v ruce), izolujeme držáky kartáčků, které jsou vodičivě spojeny s kostrou, resp. se zadním ložiskovým štítem. Oba kartáčky (u čtyřpólových strojů vždy dva protilehlé, vzájemně propojené) vyvedeme na svorkovnici. Na samostatné svorky je vyvedeno i budící vinití. Svorkovnice je umístěna ve vhodné krabici, která zajistí potřebné krytí (obr. 8), např. v hliníkové instalační krabici pro vypínač „do vlhka“. Aby krabici se svorkovnicí bylo možno připevnit na válcový stator, je



Obr. 8. Fotografie hotového motoru

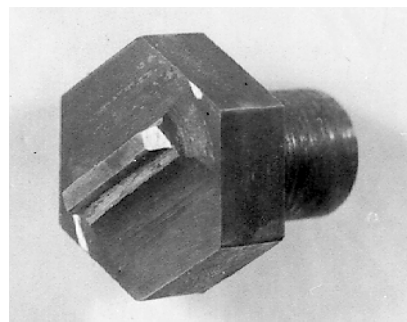
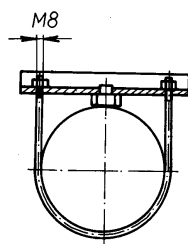


Obr. 9. Mezikus pro upevnění svorkovnice

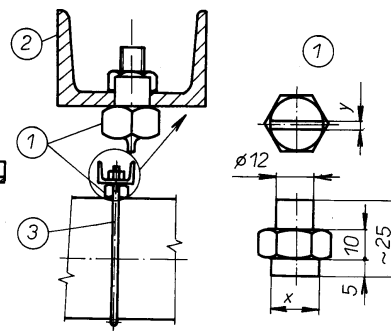
mezi nimi umístěn mezikus (obr. 9), svařený z plechu. Konkrétní rozměry nutno určit vždy podle skutečných rozměrů krabice a statoru. Krabice s mezikusem zakrývá otvory po svorkách „M“ a „D“, které nyní slouží jako průchozí otvory pro kabely. Na stator motoru nedoporučuji cokoli přivařovat, např. montážní patky apod. Ohřevem by se statorová roura zdeformovala

Obr. 10. Přípravek pro uvolnění statorových šroubů; 1 šroubovák, ocel, viz text, 2 - jho, profil U (ČSN 42 55 70 U50 nebo větší, 3 - třmen, tyč o průměru 8 až 10 mm (ČSN 42 65 10).

Rozměry přípravku je nutné určit podle konkrétního případu



Obr. 11. Fotografie „šroubováku“



x, y - podle šroubu

pokusech „orveme“ drážky šroubů natolik, že je bude nutno odvrát. Vlastní „šroubovák“ (obr. 11) musí být zakalen a proto je zhotoven z kalitelné oceli (19 083, 19 133 apod.). Je opatřen šestihranem, nebo alespoň dvěma protilehlými ploškami, za které bude možno pořádně zabrat stranovým klíčem, případně i nastaveným trubkou. Jho zabraňuje šroubováku z držáku vyskočit nebo chovat se jinak neukázněně.

Před rozebráním doporučuji označit pozici a polohu jednotlivých pólů, abychem je při zpětné montáži nemohli zaměnit a tím porušit soustřednost.

Po odstranění bandáže z některé z vjmutých cívek změříme rozměry cívky a spočítáme, kolik je na ní navinuto závitů. Výpočet budicího vinutí není nijak složitý ani náročný na znalosti matematiky, lze jej zvládnout s obyčejnou „kupeckou“ kalkulačkou, je však zdoluhavý. Musíme spolu sladit několik protichůdných požadavků, takže nutno počítat s tím, že výpočet budeme několikrát opakovat, než obdržíme optimální výsledek. Jedná se o čistě činný (ohmický) obvod, v němž se neuplatňuje žádná indukční reaktance, takže odpor vinutí (a tím i proud) určují výhradně průřez a délka vodiče, který bude pro vinutí použit. Nemá-li být vodič přetížen, musíme dodržet odpor vinutí pro dané napětí, naopak proud tekoucí vinutím musí vyvolat stejnou indukci B (takový počet Az), jakou mělo vinutí původní. Domněnka, že zvětšením počtu závitů zvětšíme i Az , může mít dopad právě opačný, protože zvětšením počtu závitů se zvětší i odpor vinutí a tím se pochopitelně zmenší proud. Připomíná to onen pověstný kocourkovský žebřík, který konšelé dole uřízli, aby ho nahoře mohli nastavit. Výpočet vinutí komplikuje i to, že jsme omezeni prostorem, do kterého vinutí musíme umístit.

Nejprve určíme prioritní veličiny, které nelze přizpůsobovat a které určují vlastnosti budoucího vinutí. Jsou to:

1. Napětí U_k , kterým budeme napájet kotvu, abychem dosáhli požadovaných otáček, pro něž musíme statorové vinutí navrhnut a navinout.

2. Počet Az , které nové vinutí musí mít, abychem dosáhli požadované magnetické indukce B .

3. Délka středního závitů l_s .

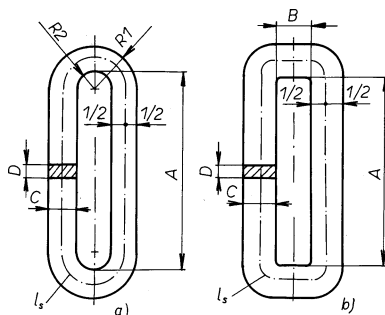
Poslední veličina není veličinou konečnou (neměnnou), jak později poznáme.

Pro výpočet však vycházíme z určitého předpokladu. Počet ampéřzávitů pro jednu cívku stanovíme násobením proudu, který cívku protéká (měřeno při zkouškách) počtem závitů jedné cívky:

$$Az = I \cdot n \quad (6).$$

Délku středního závitů vypočteme ze vzorce, který je závislý na tvaru cívky. V našem případě se mohou vyskytnout dva tvary cívek, obr. 12a nebo 12b. Pro tvar na obr. 12a platí

$$l_s = \pi \cdot (r_1 + r_2) + 2(A - 2r_2) \quad (7a).$$



Obr. 12. Alternativy budicích cívek

Pro cívku tvaru podle obr. 12b bude vzorec

$$l_s = \pi \cdot C + 2A + 2B \quad (7b).$$

Nejprve vypočítáme průřez vodiče, kterým bude cívka navinuta, aby při dané podílu U_k bylo dosaženo požadovaného počtu Az . Podílu napětí proto, že budicí cívky jsou zapojeny do série, dvě nebo čtyři podle počtu pólů, takže výsledné U bude jednou polovinou nebo jednou čtvrtinou U_k . Délku středního závitů l_s do vzorce dosazujeme v metrech. Průřez vodiče S bude

$$S = Az \cdot l_s / (48U) \quad [\text{mm}^2; \text{m}, \text{V}] \quad (8).$$

Vypočtený průřez vodiče převedeme na průměr buď podle tabulek, nebo opět výpočtem

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} \quad [\text{mm}] \quad (9).$$

Výsledek zaokrouhlíme na nejbližší vyráběný průměr vodiče, který máme k dispozici. Ten by se však neměl lišit od vypočítaného průměru více než o 10 %.

Z průřezu S vypočítáme proud, kterým vodič můžeme zatížit

$$I = S \cdot I/\text{mm} \quad [\text{A}, \text{A}/\text{mm}^2, \text{mm}^2] \quad (10)$$

Pokud se však průměr drátu výrazněji liší od vypočítaného průřezu S ze vzorce (8), do dalších výpočtů již dosazujeme průřez toho drátu, který máme k dispozici. Zatížení vodiče můžeme volit mezi 2 až 3,5 A na mm průřezu.

Známe-li proud, kterým můžeme vodič zatížit, vypočítáme počet závitů n , který musíme navinout na každou cívku. K výpočtu poslouží upravený vzorec (6):

$$n = Az/I \quad (11).$$

Odpor cívky potom bude:

$$R = n \cdot l_s / (G \cdot S) \quad [\Omega; \text{m}, \text{mm}, \text{S}, \text{mm}^2] \quad (12).$$

Délku středního závitů opět dosazujeme v metrech, G je vodivost v siemensích (převratná hodnota specifického odporu), pro měď je to 56,2 S. Z Ohmova zákona vypočítáme proud, který bude vinutím protékat:

$$I = U/R \quad [\text{A}; \text{V}, \Omega] \quad (13)$$

a výsledek porovnáváme s výpočtem (10). Pokud se výsledky neliší o více než $\pm 10\%$, počítali jsme správně. Pokud je rozdíl větší (za předpokladu, že jsme neudělali numerickou chybu ve výpočtu), upravíme velikost průřezu S vodiče nebo proudové zatížení $[A/\text{mm}]$. Vynásobením vypočítaného počtu závitů n a proudu I (ze 13) obdržíme skutečný počet ampéřzávitů, které budoucí cívka bude mít. Nakonec

musíme zkontrolovat, zda se vinutí, které jsme vypočítali, do prostoru pro něj určeného vůbec vejde. V těch případech, kdy původní vinutí bylo poddimenzováno a při plném využití Az pracovalo v přetíženém stavu, nové vinutí bude zaujímat podstatně větší prostor. Výška cívky D (obr. 12) musí zůstat zachována, protože ji omezuje tvar pólového nástavce. Do jisté míry lze zvětšit jen rozměr C . U dvoupólového stroje bývá sice více prostoru mezi cívkami, ale pozor! Nárůst se projeví i v prostoru mezi délkou pólových nástavců (rozměr A) a ložiskovými štíty. U čtyřpólového stroje zase nesmíme zapomenout, že mezi cívkami musí ještě projít svorníky nebo šrouby, které ložiskové štíty vzájemně stahují. Plochu průřezu cívky vypočteme tak, že počet závitů n dělíme počtem závitů příslušného drátu na 1 cm^2 . Tento údaj bývá uváděn v různých elektrotechnických příručkách, nebo ho bez dlouhého hledání vypočteme ze vztahu

$$n/\text{cm} = k \cdot (100/d^2) \quad (14),$$

kde d je průměr drátu v $[\text{mm}]$, k je konstanta plnění a je závislá na pečlivosti, s jakou bude cívka navinuta (tj. bude-li vinuta závit vedle závitů, bude-li prokládána atd. zde lze dosadit konstantu 0,8 až 0,9). Kdyby šířka vinutí (rozměr C) vycházela oproti téměř rozměru původní cívky podstatně větší, doporučuji celý výpočet, počínaje vzorcem (6) provést znovu, protože změnou C se zákonitě změní i délka l_s středního závitů, která pak ovlivňuje celý další výpočet.

Postup výpočtu, který zde byl uveden, má univerzální použití. Jeho pomocí lze např. navrhnout libovolné vinutí stejnosměrného elektromagnetu, ať již se jedná o relé, elmag spojku, ventil či jiné podobné zařízení.

Pro lepší pochopení výpočtu si uvedeme praktický příklad: Cívky čtyřpólového stroje mají tvar podle obr. 12b a rozměry $A = 65$, $B = 25$, $C = 20$, $D = 8$ mm, každá má 150 závitů a protékal jimi proud 2,2 A. Tyto cívky mají být nahrazeny novými pro napětí $U_k = 48$ V. Podle (6) má každá cívka

$$Az = I \cdot n = 2,2 \cdot 150 = 330 \text{ ampéřzávitů.}$$

Délka středního závitů (7) je

$$l_s = \pi C + 2A + 2B = 3,14 \cdot 20 + 2 \cdot 65 + 2 \cdot 25 = 242,8 \text{ mm,}$$

zaokrouhleno a převedeno na metry 0,243 m. Protože jsou 4 cívky zapojeny v sérii, bude napětí na jedné cívce

$$U = U_k/4 = 48/4 = 12 \text{ V;}$$

průřez vodiče stanovíme ze vzorce (8)

$$S = (Az \cdot l_s) / (48U) = (330 \cdot 0,243) / (48 \cdot 12) = 0,1392,$$

což odpovídá průměru (9)

$$d = \sqrt{4S/\pi} = \sqrt{4 \cdot 0,1392/3,14} = 0,421 - \text{zaokrouhleno na } 0,4 \text{ mm,}$$

odchylka je přípustná, asi 5 %.

Zatížení vodiče volíme střední, tj. 2,5 A/mm, takže podle (10) může cívku protékat proud $I = S \cdot I/\text{mm} = 0,125 \cdot 2,5 = 0,31$ A. Zde již byla velikost průřezu S odvozena nikoli od vypočítaného průměru

podle (9), ale od drátu o průměru 0,4 mm, který bude k navinutí cívky ve skutečnosti použit! Počet závitů na cívce bude (11)

$$n = Az/I = 330/0,31 = 1064.$$

Při tomto počtu závitů bude odpor jedné cívky (12)

$$R = (n \cdot l_c)/(G \cdot S) = \\ = (1064 \cdot 0,243)/(56,2 \cdot 0,125) = \\ = 36,8 \Omega.$$

Podle (13) ještě překontrolujeme, jaký proud poteče tímto vinutím při napětí U , tj. 12 V

$$I = U/R = 12/36,8 = 0,326 \text{ A.}$$

Výsledek se tedy od (10) liší o 16 mA, což je v daném případě zanedbatelné. Výsledný počet ampérvávitů (5) bude

$$Az = I \cdot n = 0,326 \cdot 1064 = 346,$$

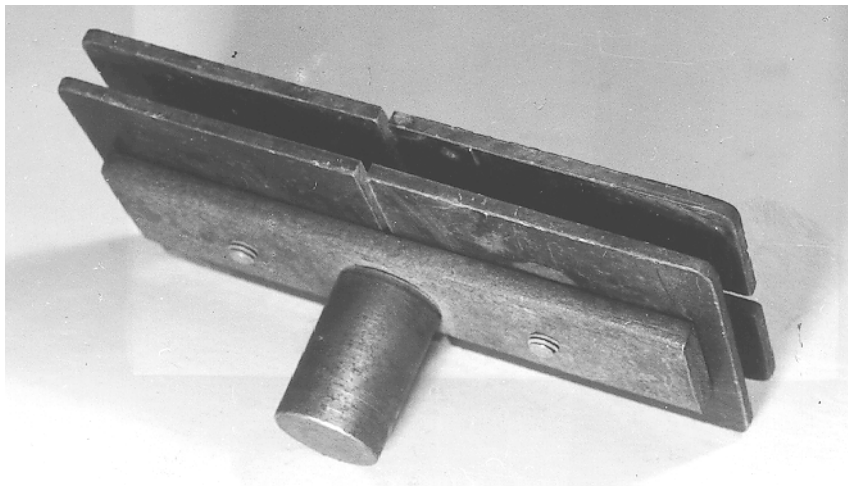
tedy výsledek odpovídá zadání. Pro průměr drátu 0,4 mm bude plnění podle (14) $n/cm = k \cdot (100/d^2) = 0,85 \cdot 100/0,4^2 = 530$,

průřez profilu cívky bude

$$n/(n/cm) = 1064/530 = 2 \text{ cm}^2.$$

Protože rozměr $D = 8 \text{ mm}$ musíme zachovat, bude šířka $C = 200/8 = 25 \text{ mm}$. Nová cívka bude tedy oproti původní širší o 5 mm, takže ani v tomto případě se nemusíme obávat, že by se neúnosně zvětšila délka středního závitu. Nepatrný nárůst délky naopak ve svém důsledku zmenší odchylku proudu (16 mA (13)).

Cívky vineme v navijecí šabloně podle obr. 13. Výkres rozměrově odpovídá cívce podle předchozího výpočtu. Materiálem vhodným k výrobě šablony (čel a jádra) může být textit, ale také kov za předpokla-



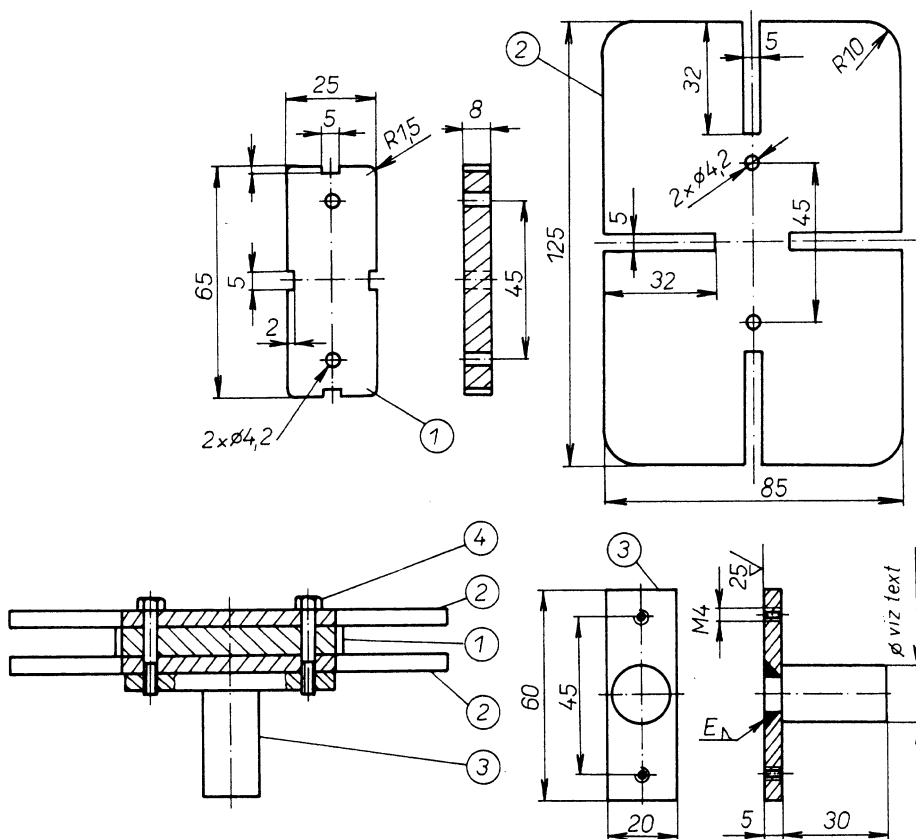
Obr. 14. Fotografie sestaveného navijecího přípravku

du, že pečlivě odstraníme všechny hrany, které by mohly odírat při navijení izolaci drátu. Čela přípravku musí být dostatečně pevná nebo vyztužená, aby je boční tlak drátu, navinutého na cívku, nedeformoval. Na obr. 14 je fotografie sestavené šablony. Tato šablona je uzpůsobena pro navijení na soustruhu nebo vrtačce, takže průměr upínacího čepu 3 volíme podle sklíčidla tohoto stroje. Pouhou výměnou středového jádra lze na ni vinout i cívky jiných rozměrů.

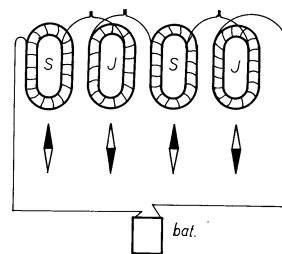
Po navinutí cívku ještě v přípravku svážeme reznou nití. K tomu slouží výřezy v čelech šablony. Po vyjmutí ze šablony ji zabandážujeme textilní tkanicí. Ta by měla být široká 15 až 20 mm, ale musí být co nejtenčí. Tkanice s tzv. keprovou vazbou, které lze v textilních galanteriích nejčastě-

ji koupit, nejsou vhodné, protože zabírají příliš mnoho místa. Bandážujeme tak, aby následující závit tkanice překrýval předchozí v polovině jeho šířky. Bandážování vyžaduje určitou rutinu, protože cívky musí být tkanicí co nejpevněji staženy, ale tkanice nesmí profil cívky deformovat, má-li být cívka schopná navlečení na pól. Není snad ani nutno připomínat, že vývozy z cívky jsou zhotoveny lanky s textilní nebo silikonovou, případně teflonovou izolací, které zvýšenou teplotu snášejí lépe než PVC nebo dokonce PE. Cívku zformujeme do oblouku podle průměru statorové roury bez obtíží v ruce, protože cívka je poměrně plochá.

Po ověření, že cívky lze do statoru skutečně umístit, impregnujeme je v bakelitovém laku, např. L 1901 nebo v hustém lihovém roztoku šelaku. Nejvhodnější je speciální syntetický impregnační lak S 1901, ten je však prodáván jen v baleních větších než 25 kg, tedy poněkud nadměrném. Navíc musí být bezpodmínečně vypalován při teplotě 125 až 130 °C, jinak i po dlouhé době stále lepí. Lak se vypaluje až po konečné montáži cívek do statoru. Cívky do statoru montujeme ve všech případech ne zcela suché, aby se snadněji doformovaly. Cívky pospojujeme ještě před vložením do statorové roury, což umožní (např. kompasem) ověřit jejich správnou polaritu (obr. 15). Za-

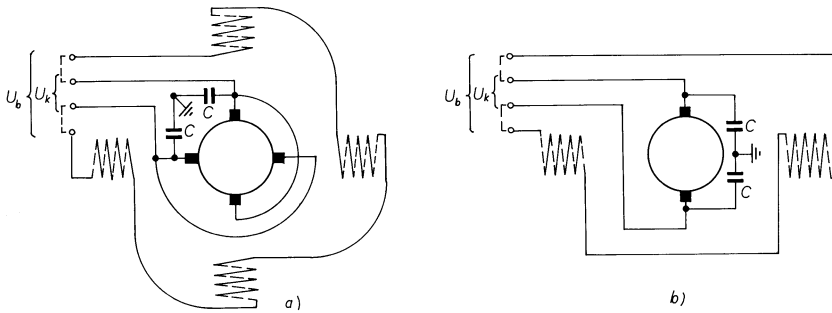


Obr. 13. Navijecí šablona; 1 - jádro, textit tl. 8 mm, 1 ks, 2 - čelo, textit tl. 5 mm, 2 ks, 3 - čep, viz text, 1 ks, výztuha, tyč plochá 1 ks, 4 - šroub M4x25 (ČSN 02 11 01) 2 ks



Obr. 15. Vzájemné propojení cívek statorového (budicího) vinutí

čátky a konce cívek musí být pospojovány tak, aby u dvoupólového stroje byl jeden pól jižní, druhý severní, u vícepólových strojů musí být polarita vystředána tak, aby



Obr. 17. Celkové zapojení hotového motoru; a) čtyřpólový stroj, b) dvoupólový stroj

vedlejší pól měl vždy opačnou polaritu pólu předchozího.

Všechny cívky jsou samozřejmě spojeny do série. Při zpětné montáži pólů dbáme, aby póly byly umístěny na svá původní místa a byla dodržena jejich rovnoběžnost s osou stroje. K definitivnímu dotažení pólů použijeme zase přípravek z obr. 10.

Kotva se musí ve statoru otáčet volně. Axiální vůli vymezují pružné podložky (košíčky) v pouzdrech ložiskových štítů. Na obr. 17a je celkové zapojení čtyřpólového motoru, dvoupólový motor je na obr. 17b. V obou případech jsou kartáčky i buzení vyvedeny na svorkovnici samostatně, což umožní, aby mohl být motor změnou polarity kotvy nebo buzení reverzován (změna směru otáčení), případně mohly být řízeny jeho otáčky.

Oba typy motorů, tj. jak derivační, u něhož je budící vinutí připojeno paralelně ke kotvě, tak motor s cizím buzením, u něhož je napětí přiváděno z jiného zdroje a proto nemusí být shodné s napájecím napětím kotvy, mají prakticky stejné pracovní charakteristiky. Se změnou zátěže drží spolehlivě otáčky, při rozběhu by měly být alespoň částečně odlehčeny, i když v tomto směru je na tom motor s cizím buzením o něco lépe.

Všechny stejnosměrné motory po zapnutí odebírají extrémně velký proud, než se kotva roztočí a začne se v ní indukovat napětí U_z . Je to tím, že činný (ohmický) odpor kotvy je nepatrný a protože se u stejnosměrného proudu neuplatní ani indukční reaktance, je rozběhový proud nepoměrně větší než u stejně výkonného síťového motoru. Proud, protékající po zapnutí kotvou, je prakticky omezen pouze přechodovým odporem komutátoru a odporem vodičů, kterými je motor připojen ke zdroji. Proto větší stejnosměrné motory, připojené přímo na stejnosměrnou síť, je možné provozovat výhradně s tzv. spouštěčem. Jde vlastně o reostat zapojený do série s kotvou stroje, jehož odpor se postupným „nabíráním“ otáček motoru zmenšuje.

U výkonů, které v našem případě připadají v úvahu, nebude proudový náraz ještě tak tragický, protože se uplatní vnitřní odpor zdroje, z něhož je motor napájen. A právě ten u derivačního motoru způsobí i úbytek napětí na budícím vinutí, připojeném paralelně ke kotvě, tím i malou magnetickou indukci B a v důsledku toho i

malý krouticí moment. Derivační motor, zatížený již při rozběhu plnou zátěží, se také nemusí vůbec rozeběhnout.

V těch případech, kdy požadujeme, aby motor již od okamžiku zapnutí dával plný krouticí moment (zdvihadla, trakce, pístová čerpadla), je vhodnější použít motor sériový. Ten však zase musí pracovat v takovém režimu, v němž nebude nikdy zcela odlehčen; tj. mezi ním a poháněným strojem nesmí být ovládaná (např. výsuvná) spojka, řemenový převod atd.

Dále je nutno tolerovat, že se změnou zátěže budou značně kolísat i otáčky. Tyto vlastnosti sériového motoru jsou dány tím, že v okamžiku zapnutí motoru jím protéká proud, který v budícím vinutí vyvolá maximální magnetickou indukci B , omezenou jen magnetickým nasycením železa. Extrémní proud protéká také vinutím kotvy a proto (viz (1)) vyvolá maximální krouticí moment. Roztočením motoru bude v kotvě indukováno opět napětí U_z , které bude omezovat nejen proud kotvou, ale i budícím vinutím, protože je s kotvou zapojeno v sérii. Požadované otáčky bude mít motor jen při určitém proudu kotvou a budícím vinutím. Nebude-li motor dostatečně zatížen, může dojít k úplnému odbuzení se všemi již popsanými důsledky.

Výpočet sériového vinutí opět vychází ze zjištěného počtu A_z (6). Protože proud, který bude protékat novými cívkami, bude shodný s proudem kotvy, musí mu odpovídat i průřez vodiče, kterým budící cívky navineme.

Opět uvedu příklad: Motor je čtyřpólový, podle (6) víme, že každá cívka má 330 Az. Z výrobního štítku dynamo nebo jeho technické dokumentace zjistíme, že dynamo mělo dodávat nabíjecí proud 12 A. To je však maximální proud kotvy, který bychom neměli trvale překračovat. Pro jistotu tedy zvolíme 3/4 tohoto proudu, tj. 9 A. Počet závitů na jedné cívce bude (11)

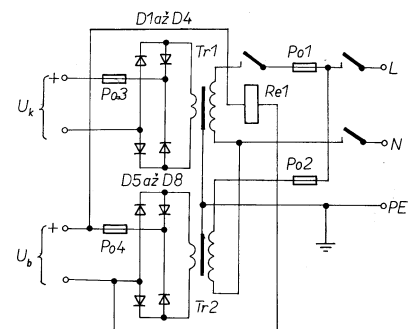
$$n = Az/I = 330/9 = 37 \text{ závitů.}$$

Pro proud 9 A bude průřez vodiče $3,6 \text{ mm}^2$ ($2,5 \text{ A/mm}^2$). To odpovídá průměru drátu (9) asi 2 mm. Takový drát bychom asi těžko sháněli a ještě hůře by se s ním pracovalo. Cívkou raději navineme několikrát tenčími dráty takové tloušťky, aby součet jejich průřezů odpovídal průřezu požadovanému. Dráty navineme paralelně a na koncích spojíme, nebo vineme plochým vodičem. Jeho šířka by měla být asi o 1 mm menší než je rozměr D na obr. 12. Bandážování a ostatní úpravy byly již popsány.

Vlastní síťová část, ze které bude motor napájen, by pro průměrného technika neměla být problémem. Může být dvojí: Pro motory, které jsme převinuli (derivační nebo sériový) bude dodávat jediné napětí. Pokud jsme si ušetřili práci s převíjením, bude zdroj složitější, protože musí dodávat dvě různá napětí a navíc zajistit, aby při výpadku budícího napětí U_b byla okamžitě přerušena i dodávka napětí U_k , napájecího kotvu. To lze nejjednodušeji zajistit pomocným relé (např. RP 100 nebo pod.) podle obr. 18.

Pokud z jakéhokoli důvodu není U_b dodáváno, relé nesepe napětí pro primární vinutí transformátoru, který dodá napětí U_k . Nevýhodou tohoto zapojení je, že potřebuje dva samostatné transformátory.

Ještě bych chtěl upozornit na nectnosti stejnosměrných motorů. První, o které již byla zmínka, je extrémně velký proud, který motor odebírá v okamžiku zapnutí (než se kotva roztočí). Proto jako pojistky musíme použít tzv. pomalé pojistky. Ty jsou označeny písmenem T nebo šnekem. U zdrojů, které nedodávají samostatné budící napětí, stačí zdroj jistit v primární straně transformátoru jističem s motorovou charakteristikou (označeny písmenem M). Proudový náraz by se však mohl nepříjemně projevit tam, kde motor nebo jeho kotva budou spínány nebo řízeny tyristorem.



Obr. 18. Napájecí zdroj pro motor s původním statorovým vinutím (motor s cizím buzením)

Společnou nectností všech komutátorových motorů je jiskření a tím vznikající rušení radiokomunikací. V našem případě jsme na tom o něco lépe oproti komutátorovým motorům, připojeným přímo na světelnou síť, jako jsou fény, mixery, el. vrtačky atd. Jednak náš motor od sítě odděluje usměrňovač a transformátor, v nichž se podstatná část rušení ztratí. Navíc odrušovací kondenzátory C (obr. 17) mohou mít kapacitu podstatně větší, než je obvyklé u síťových odrušovacích prvků. Je to tím, že při stejnosměrném napájení se neprojeví kapacitní reaktance, takže jalový proud protékající kondenzátorem je nulový. Navíc kondenzátory není nutno napětově dimenzovat na více než na U_{ss} (na méně než 100 V). Na druhé straně však malé napětí, s nímž pracujeme, způsobuje potíže tehdy, pokud bychom chtěli motor spínat na sekundární straně transformátoru a za usměrňovačem. Motor, pracující s napětím 5 až 10x menším než je napětí síťové, bude samozřejmě odebírat proud 5 až

10x větší, než by odebíral stejně výkonný motor pracující se síťovým napětím. To je ještě u ss proudu zhoršeno jeho tendencí při vypínání „vytahovat“ na kontaktech oblouk. Pokud bychom chtěli motor spínat až na „stejnoseměrné straně“, museli bychom k tomu použít spínače pro 20 a více ampér (které při síťovém napětí spínají výkony několik kW). Budeme proto motory spínat v primární straně transformátoru.

Pro spínání na ss straně se mi osvědčily výkonové tyristory ČKD Polovodiče (příp. zahraniční), které se občas objeví v různých výprodejích. Spínat motor lze pak třeba zvonkovým tlačítkem nebo mik-

rospínačem, protože ani u největších typů tyristorů není proud řídicí elektrody větší než 200 mA.

Tak, jako každý elektromotor, který má pracovat s plným výkonem po delší dobu, musí být i stejnosměrný stroj účinně chlazen proudem vzduchu. Zatímco u asynchronního motoru stačí chladit stator vnějším ofukováním a tak vytvořit zcela prachotěsný stroj, u všech komutátorových motorů musí být chlazen rotor. To znamená, že celé množství chladicího vzduchu prochází kolem součástí tak choulostivých, jako je komutátor. Navíc stejnosměrné stroje, vlivem trvalé polari-

zace a remanentního magnetismu v železe, s oblibou a velmi úspěšně lapají ze vzduchu všechny mikroskopické částičky železa, které bez obtíží procházejí většinou filtrů. Částičky se potom v motoru usazují na těch nejnemožnějších místech. Proto chladicí vzduch musí být co nečistší, hlavně bez částíček kovu. Bude-li motor umístěn tak, že jeho vlastní ventilátor (obvykle lopatky na řemenici) tyto podmínky nezajistí, bude nezbytné vzduch přivádět samostatným ventilátorem.

Literatura

[1] *Cigánek, L.*: Elektrické stroje a přístroje. SNTL: Praha 1957.

Závity v palcových mírách

František Louda

Několik slov úvodem

Současným pronikáním angloamerické literatury a výrobků z této oblasti na náš trh se - chtě-nechtě - opět vracíme ke komponentům v palcových mírách, zejména k takto značeným závitům. Tento měrový systém z celé Evropy (s výjimkou Velké Británie) vymizel již více než před půl stoletím, kdy byl plně nahrazen metrickým. Závit v palcových mírách se u nás udržel jen u závitů pro potrubí („plynový“ závit G a „pancéřový“ závit P) a u některých, méně významných speciálních aplikací.

I v angloamerické oblasti byl však původní Whitworthův závit tak, jak jej znali naši otcové a dědové (pro mladší generaci pradědové), pro potřeby moderního strojírenství modifikován. S původním Whitworthovým závitem s průměrem menším než 1/4" (6, 35 mm) se sice, zejména ve Velké Británii stále ještě můžeme setkat, u nás jej můžeme najít již jen na opravdu starých, téměř historických strojích a zařízeních. Angloamerické státy převzaly jako standard závit Sellersův, obecně známý spíše jako U. S. Standard. Tento závit vývojově navazuje na Whitworthův závit a stejně jako on je odvozen z dělení anglické míry 1 inch, což znamená česky jeden palec (popř. coul).

Původní dělení např. na 1/2, 3/8, 5/32 atd. zná jako nejmenší interval 1/64 palce, což je téměř 0,4 mm, takže nebylo schopno uspokojit přesnost měření takových součástí, u nichž byla požadována jejich zaměnitelnost a tedy zavedení lícovací soustavy. Proto se i u angloamerických států přešlo k desetinnému, popř. tisícinnému dělení, avšak z jejich základní míry - palce. V systému U. S. Standard je průměr závitu do 1/4" udáván průměrem v tisícinách palce, což jsou čísla špatně zapamatovatelná a poměrně dlouhá, takže je ve výkresech značí číslicemi (No.) 0 až 12, při čemž číslice 7 a 9 nejsou použity.

Stoupání závitu se opět udává počtem závitů na jeden palec, tedy tak, jak je to u palcových závitů zvykem. Pro každý průměr závitu jsou normalizována alespoň dvě stoupání. Závit o průměru 1/4" a vět-

ší jsou již prakticky shodné s Whitworthovým závitem a jsou i stejně značeny. Rozdílný je pouze vrcholový úhel závitu, který je u „Whitwortha“ 55 stupňů a u „Sellersa“ (stejně jako u metrického závitu) 60 stupňů. Pokud tedy na americkém výkresu najdeme označení závitu např. 8-32, znamená to, že se jedná o závit No. 8 se stoupáním 32 závitů na palec. Jiným označením může být 5/8-18, což znamená, že se jedná o závit o průměru 5/8 palce (5/8") se stoupáním 18 závitů na 1 palec.

Poznámky k tabulkám

Pod písmenem **A** je uvedeno jmenovité značení závitu. Pod písmenem **D** je uveden jeho průměr v milimetrech. Ve sloupci **N/1"** je uveden počet závitů na 1 palec (25,4 mm) délky.

Stoupání závitu v milimetrech (závitová rozteč) je označeno písmenem **s**. Písmenem **d** je označen malý průměr závitu v milimetrech.

V tab. 1 jsou uvedeny původní Whitworthovy závity do průměru 1/4". V tab. 2 je jejich obdoba v soustavě U. S. Standard. „Whitworth“ a „Sellers“ se shodují u průměrů větších než 1/4" (s výjimkou již uvedeného vrcholového úhlu závitu). Závit Whitworthovy řady, která jemnější stoupání nezná, jsou v tabulce vysázeny proloženě.

Pro úplnost jsou v tab. 4 i závity „plynové“. Jejich označení se vztahuje k vnitřnímu průměru (světlosti) trubky. Protože jsou však tolerance tloušťky stěn rour dosti široké, válcovny do-

Tab. 1. Whitworthův závit původní

Závit	A	D	N/1"	s	d
3/32"		2,38	48	0,529	1,7
1/8"		3,18	40	0,635	2,38
5/32"		3,97	32	0,794	2,95
3/16"		4,76	24	1,058	3,4
7/32"		5,56	24	1,058	4,2

držují v přípustné toleranci jejich vnější průměr, do něhož má být řezán závit. To ovšem vede k tomu, zejména u tlakových trubek, že je jejich světlost jiná (obvykle menší), než uvádí jejich deklarovaný ná-

Tab. 3. Trubkový závit

A	D	1/1"	V	d
G 1/8"	9,728	28	0,907	8,566
G 1/4"	13,157	19	1,337	11,445
G 3/8"	16,662	19	1,337	14,95
G 1/2"	20,955	14	1,814	18,631
G 5/8"	22,911	14	1,814	20,585
G 3/4"	26,441	14	1,814	24,117
G 7/8"	30,201	14	1,814	27,877
G 1"	33,249	11	2,309	30,291
G 1 1/4"	41,91	11	2,309	38,952
G 1 1/2"	47,803	11	2,309	44,845
G 2"	59,614	11	2,309	56,656
G 2 1/2"	75,184	11	2,309	72,226
G 3"	87,884	11	2,309	84,926