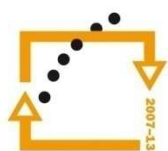




MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola technická Brno, Sokolská 1

Šablona: Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Název: Ostatní speciální motory

Téma: Napájení soustavy elektrických lokomotiv

Autor: Ing. Radovan Hartmann

Číslo: VY_32_INOVACE_42-10

Anotace: Materiál je určen pro 2. ročníky SPŠ obor strojírenství. Jedná se o výkladovou prezentaci k problematice napájení soustavy elektrických lokomotiv.

Květen 2013

Napájení soustavy elektrických lokomotiv

- V současné době existuje celá řada různých typů elektrických lokomotiv, které se liší napájecí soustavou, typem motoru a regulací jeho pohonu, hmotností, výkonem, převodem (lokomotivy určené pro rychlíky mají menší převod, než lokomotivy určené pro nákladní vlaky), provozními podmínkami apod.

Napájení soustavy elektrických lokomotiv

- Elektrická lokomotiva (s výjimkou akumulátorových lokomotiv) potřebuje ke svému provozu přívod elektrické energie, který je zajišťován pomocí napájecích soustav. Protože existuje několik typů napájecích soustav, existují i různé typy elektrických lokomotiv, které se liší tím, pro jaké napájecí soustavy jsou konstruované. Existují i více systémové lokomotivy pro dopravu vlaků po tratích s různými soustavami.

Napájení soustavy elektrických lokomotiv

Podle typu napájecí soustavy rozlišujeme tyto typy lokomotiv:

- Stejnosměrné (nejčastěji 3 kV nebo 1,5 kV)
- Střídavé (25 kV, 50 Hz nebo 15 kV, 16 2/3 Hz dnes 16,7 Hz)
- Vícesystémové (více napájecích soustav, obvykle střídavé i stejnosměrné)
- Akumulátorové (pouze pro posun atd.)

Napájení soustavy elektrických lokomotiv

- U stejnosměrného napětí činí problém změna jeho velikosti (v minulosti se k tomuto účelu užívalo soustrojí motor-dynamo, dnes polovodičové měniče). Stejnosměrné napájecí soustavy proto nemívají příliš vysoké napětí a zejména u starších lokomotiv je přímo připojeno k trakčnímu motoru. Střídavé napětí je naopak možné transformovat velmi snadno a s vysokou účinností, proto se k distribuci používá vyšší napětí (což snižuje přenosové ztráty) a v lokomotivě bývá umístěn transformátor.

Napájení soustavy elektrických lokomotiv

- V Česku je možné typ napájecí soustavy lokomotivy určit podle první číslice řadového označení. Stejnosměrné lokomotivy mají označení začínající číslicí 1 (např. 140), střídavé lokomotivy jsou identifikovány číslicí 2 (např. 230) a vícesystémové lokomotivy poznáme podle číslice 3 (např. 363 - 3 kV ss a 25 kV 50 Hz nebo 371 - 3 kV ss a 15 kV 16,7 Hz). Řadové označení elektrických vozů a hnacích vozů elektrických jednotek stejnosměrných začíná číslicí 4 (např. 460), střídavých 5 (560) a vícesystémových 6 (zatím pouze ř.680).

Napájení soustavy elektrických lokomotiv

- Kromě elektrických parametrů napájecí soustavy je také důležitý způsob odběru trakční energie. Nejčastějším způsobem je v současné době odběr energie z troleje zavěšené nad tratí pomocí pantografového nebo polopantografového sběrače, nebo zejména u podzemních drah napájení pomocí napájecí kolejnice.

Napájení soustavy elektrických lokomotiv



Obr. 1. – střídavá elektrická lokomotiva - 25kV/50Hz – výrobce Škoda Plzeň

Napájení soustavy elektrických lokomotiv

- Elektrická lokomotiva ke svému pohonu využívá elektromotor. Přívlastek *trakční*, tj. *hnací* (doslova ovšem *tažný*), neoznačuje konkrétní technické řešení ani z elektrotechnického, ani z mechanického hlediska - slouží k odlišení hnacího motoru od jiných elektromotorů ve vozidle použitých, přeneseně pak např. v sortimentu nějakého výrobce udává určení daného výrobku k pohonu vozidel.
- TM bývá buď stejnosměrný (obvykle sériový, u lokomotiv s pulsní regulací cize buzený), nebo střídavý-synchronní nebo asynchronní. Typ motoru nemusí odpovídat napájecí soustavě, neboť elektrická energie může být do požadované formy upravena. Dříve se často i střídavé lokomotivy osazovaly usměrňovači a stejnosměrnými motory, zatímco dnes se i ve stejnosměrných lokomotivách používají asynchronní motory s frekvenčním řízením otáček.

Napájení soustavy elektrických lokomotiv

- Dalším důležitým parametrem je způsob regulace otáček. U stejnosměrných soustav je nejstarším způsobem odporová regulace výkonu. Proud motoru je regulován postupným vyřazováním rozjezdových odporů zapojených do série s motorem tak, aby nedošlo k přetížení motoru, popřípadě k překročení meze adheze a proklouznutí dvojkolí, a to obvykle až do úplného vyřazení odporů. Výhodou je jednoduchost konstrukce, nevýhodou jsou vysoké energetické ztráty při jízdě na odporových stupních, neboť se přebytečná energie v odporové kaskádě mění v odpadní teplo. Tato regulace byla obvykle kombinována s přepínáním vzájemného zapojení více trakčních motorů (paralelní, sérioparalelní, sériové) a s tzv. šuntováním, čili odbuzením motorů paralelním připojením odporu k budícímu vinutí.

Napájení soustavy elektrických lokomotiv

- S rozvojem výkonových polovodičových součástek se začala používat zejména tyristorová regulace, která je na rozdíl od odporové regulace výkonu obvykle efektivnější a ekonomicky výhodnější. Ztráty výkonu v polovodičových součástkách jsou totiž nízké, avšak na rozdíl od odporové regulace trvalé. Nevýhodou je složitější konstrukce a nutnost filtrování parazitních vyšších harmonických kmitočtů, které mohou způsobovat nežádoucí rušení sdělovacích a zabezpečovacích zařízení instalovaných podél železniční tratě.

Napájení soustavy elektrických lokomotiv

- Lokomotivy s komutátorovými motory určené pro střídavou napájecí soustavu mívají obvykle regulaci výkonu realizovanou přepínáním odboček na transformátoru. Tím se mění napětí elektromotoru a následně i jeho výkon, podobně jakou u odporové regulace výkonu. Tento způsob regulace výkonu je bezztrátový, jeho nevýhodou je však omezený počet stupňů regulace daný počtem odboček transformátoru. Lokomotivní transformátory jsou zařízení vyžadující pravidelnou údržbu a výrazně zvyšují hmotnost trakčních vozidel díky vysoké hmotnosti jejich magnetického obvodu a doprovodného chladiwa.

Napájení soustavy elektrických lokomotiv



Obr. 2. – vícesystémová elektrická lokomotiva – výrobce Škoda Plzeň

Napájení soustavy elektrických lokomotiv

- Moderní elektrické lokomotivy používají motory založené na točivém magnetickém poli, jejichž regulace je realizována pomocí polovodičových frekvenčních měničů (za použití výkonových tyristorů či tranzistorů). Měniče, resp. jejich vstupní filtry mohou být připojené na stejnosměrném systému přímo na trolejové napětí (ř. 471) nebo přes primární měnič na obvod se sníženým napětím, na střídavém systému jsou napájeny přes transformátor a řízený usměrňovač umožňující i rekuperaci. Tento způsob regulace je neekonomičtější a asynchronní motory jsou velmi spolehlivé a levné v provozu, protože neobsahují komutátor a kartáče (výrazně jednodušší je pravidelná provozní údržba). Z hlediska konstrukce a řízení vlastní elektroniky pohonného systému je tato koncepce nejsložitější, ale s dnešní součástkovou základnou z oboru silnoproudé elektroniky a nutným počítačovým řízením systému tato záležitost není technicky neproveditelná a lze ji považovat za technicky i provozně bezproblematickou. Asynchronními motory jsou kupř. vybavena trakční vozidla z rychlovlaků známých pod označením Pendolino, která jsou v provozu i v železniční síti SŽDC.

Napájení soustavy elektrických lokomotiv

Mechanické uspořádání pohonu

- Jeden trakční motor může pohánět:
 - jediné dvojkolí (individuální pohon dvojkolí); v praxi převládá
 - více dvojkolí (skupinový pohon); přináší zlepšení využití adheze, ale není v praxi běžný. Sem patří také koncepce odvozené od pohonu parní lokomotivy (spojnicový pohon), u nových konstrukcí už nevyužívané
- Trakční motor může být uložen buď v pojezdu (typicky v otočném podvozku) nebo ve skříni lokomotivy. Je použito například u čelního vozidla vysokorychlostní jednotky TGV (které nese typické znaky lokomotivy). Přináší zmenšení momentu setrvačnosti podvozku.

Napájení soustavy elektrických lokomotiv

Je-li trakční motor uložen v pojezdu, může být:

- neodpružený, vázaný zcela na dvojkolí (pouze experimentální pohony).
- částečně odpružený, tzv. tlapové uložení. Vyhovuje pro nižší konstrukční rychlosti. Motor je zavěšen dvěma ložisky na nápravě a třetím bodem na rámu podvozku. Umožňuje jednoduché uspořádání přenosu kroutícího momentu na nápravu čelním soukolím; při jednom ozubeném soukolí je ložiskování součástí motoru a není zapotřebí únosné skříně převodovky (stačí kryt).
- zcela odpružený. Nutné pro vyšší konstrukční rychlosti. Motor je zavěšen na rámu podvozku a kroutící moment se přenáší:
- různými typy kloubových spojek nebo hřídelů na převodovku, která je uložena způsobem popsaným výše
- na přírubově připojenou zcela odpruženou převodovku, z ní na dutý hřídel obepínající nápravu a kloubem na dvojkolí.

Napájení soustavy elektrických lokomotiv

- **Železniční napájecí soustava (trakční soustava)** je soubor technických zařízení, které slouží k přenosu elektrické energie ze stabilní soustavy do drážních vozidel.
- Napájecí soustavy lze rozlišovat podle technického provedení (trolejové vedení jedno-, dvou- nebo třívodičové, napájecí kolejnice), napětí a druhu proudu (střídavý jedno nebo třífázový, stejnosměrný). V případě střídavého proudu se uvádí i jmenovitá frekvence.
- Soustavy používané v Evropě jsou:

750 V ss	1.5 kV ss	3 kV ss	15 kV/16.7 Hz	25 kV/50 Hz
----------	-----------	---------	---------------	-------------

Napájení soustavy elektrických lokomotiv

- V počátcích elektrické trakce rozvíjela každá železniční společnost svůj vlastní napájecí systém, takový, který uznala za nejvýhodnější. K jedinému sjednocení došlo mezi německy mluvícími zeměmi – Německem, Rakouskem a Švýcarskem. Po II. světové válce dovolil rozvoj polovodičové techniky a elektrotechniky vůbec zvládnutí napájení napětím s průmyslovým kmitočtem 50 Hz, což vedlo v některých zemích (Francie, Československo) k zavedení druhého napájecího systému. V poslední době se zavedením vysokorychlostní dopravy stoupá energetická náročnost vozidel, stejnosměrné systémy se tak ocitají na hranicích svých možností a proto další země (Holandsko, Itálie) i přes nutnost použití vícesystémových vozidel zavádějí střídavé napájecí soustavy.

Napájení soustavy elektrických lokomotiv



Obr. 3. – vícesystémová elektrická lokomotiva rakouských drah Taurus

Napájení soustavy elektrických lokomotiv

Z výše uvedených důvodů nalezneme v evropských zemích zejména tyto napájecí soustavy:

- Stejnoseměrné:
 - 3 kV (sever Česka, sever Slovenska, Španělsko, Itálie, Belgie, Polsko, Lotyšsko, Estonsko, většinou Rusko).
 - 1,5 kV (jih Francie, Nizozemí, v Česku pouze trať Tábor – Bechyně).
 - do 1000 V (jihovýchodní Anglie, S Bhn v Berlíně, místní dráhy).
 - 1,2 kV (S Bhn v Hamburku).

Napájení soustavy elektrických lokomotiv

- Střídavé:
 - 25 kV, 50 Hz (jih Česka, jih Slovenska, Portugalsko, Velká Británie, sever Francie, Dánsko, Maďarsko, Rumunsko, celý Balkán, Ukrajina, Bělorusko, Litva,...), některé vysokorychlostní tratě i v oblasti s jinou běžnou napájecí soustavou
 - 15 kV, $16 \frac{2}{3}$ Hz ($\frac{50}{3}$ Hz) dnes 16,7 Hz (Německo, Rakousko, Švýcarsko, Norsko, Švédsko, v Česku trať Znojmo – Šatov – státní hranice s Rakouskem)

Napájení soustavy elektrických lokomotiv

- Vedle těchto hlavních napájecích soustav lze na místních nebo průmyslových drahách nalézt i jiné napájecí systémy, ze stejnosměrných jsou zde zejména napětí 1000, 750 a 600 Vss, 11 kV 16,7 Hz a dokonce i třífázové soustavy. Rozdílným napájecím soustavám odpovídá i rozdílná elektrická výzbroj lokomotiv. Pro průjezd tratěmi s více napájecím soustavami jsou konstruovány speciální vícesystémové lokomotivy. Jejich význam roste i v souvislosti se sjednocováním Evropy a tím i vzrůstem dálkové přepravy. V tomto směru je ovšem daleko větší překážkou různost zabezpečovacích zařízení.

ZDROJE:

- www.wikipedie.cz
- www.atlaslokomotiv.net
- http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektrick%C3%A1_lokomotiva
- <http://www.atlaslokomotiv.net/page-tm.html>