

STAREA ȘI TENDINȚE ACTUALE ALE VEHICULELOR ELECTRICE URBANE DE CURENT CONTINUU

Vitalie EȘANU, Ilie NUCA

Universitatea Tehnica a Moldovei

Rezumat: *Lucrarea descrie starea actuală și tendințele principale de dezvoltare ale sistemelor de tracțiune de curent continuu ale vehiculelor electrice urbane de pasageri. Cu toate că se constată tendința tot mai largă de utilizarea a sistemelor de tracțiune de curent alternativ cele de curent continuu mai au încă o poziție dominantă. Convertoarele de tracțiune se elaborează cu preferință în baza tehnologiilor IGBT cu structura modular. Sistemele de comandă nu se bazează exclusiv numai pe microprocesoare DSP, sunt multifuncționale, integrează diagnostica și controlul elementelor componente ale vehiculului, asigură comunicarea prin fibră optică, utilizează tehnologiile informaționale. Tendințele recente în domeniul sistemelor de tracțiune ale vehiculelor electrice urbane sunt axate pe elaborarea și implementarea tehnologiilor noi în scopul eficientizării controlului, reducerii consumului de energie, sporirea fiabilității și confortului de călătorie.*

Cuvinte cheie: *sisteme de tracțiune electrice, vehiculelor electrice urbane de pasageri, motoare de curent continuu, convertoare de tracțiune, chopper, sistem de comandă, troleibuz.*

1. Introducere

Pentru diferite orașe vehiculele urbane cu tracțiune electrică asigură cca 30-70% din fluxul total de pasageri. În orașele mici și mijlocii în calitate de vehicule electrice se utilizează tramvaiul și troleibuzul, iar în orașele mari și metroul. Pe lângă vehiculele tradiționale încep a fi utilizate tot mai mult trenurile ușoare și autobuzele cu tracțiune electrică sau hibridă.

Alături de eficiența economică, marele avantaj al vehiculelor urbane de pasageri cu tracțiune electrică constă în lipsa poluării directe a mediului. Față de situația anilor 80 a veacului trecut când sarcina principală era doar transportarea pasagerilor, vehiculele electrice urbane contemporane trebuie să asigure un consum redus de energie, control eficient, fiabilitate sporită, comodități și confort de călătorie. Vehiculele urbane de astăzi dispun de sisteme de control sofisticate, sisteme de climatizare, sisteme de poziționare GPS, camere video, baterii de acumulare sau diesel-generator pentru un mers autonom, podeaua joasă etc. În consecință aceste tendințe se reflectă și asupra sistemelor de tracțiune respective.

Față de acțiunile generale sistemele de tracțiune urbane trebuie să asigure un cuplu de pornire mare, controlul permanent al cuplului dinamic (inclusiv la alunecarea sau blocarea roților), un diapazon larg de reglare a vitezei (inclusiv cu slăbirea câmpului), funcționarea la varierea tensiunii de intrare cu +/-50%, asigurarea regimurilor de frânare electrică (inclusiv și în lipsa legăturii de cu rețeaua de contact), implementarea funcțiilor de diagnostică și protecție.

Cerințele avansate față de vehiculele urbane, în general, și cele tehnice de tracțiune, în particular, impun necesitatea elaborării sistemelor de tracțiune electrică în baza unor noi principii cu abordarea integră a elementelor componente și considerarea realizărilor de ultimă oră în domeniului mașinilor electrice, electronicii de putere, microelectronicii, teoriei sistemelor, tehnologiilor informaționale etc.

Scopul raportului constă în analiza stării actuale și tendințelor principale de dezvoltarea ale sistemelor de tracțiune electrică de c.c. ale vehiculelor urbane de pasageri. Separat este examinată situația în domeniul motoarelor de tracțiune, convertoarelor electronice de tracțiune, sistemelor și a metodelor de control.

2. MCC de tracțiune

Motorul electric este elementul principal al sistemului de tracțiune, convertește energie electrică în energie mecanică necesară pentru punerea în mișcare a vehiculului electric. Datorită regimurilor de funcționare ale VUP motorul electric de tracțiune se caracterizează prin cele mai mari solicitări electrice, termice și mecanice față de alte tipuri de mașini de lucru.

Posibilitatea reglării vitezei într-un diapazon larg și capacitatea de supraîncărcare reprezintă avantajele tracțiunii cu MCC. Din această cauză marea majoritate a troleibuzelor și tramvaielor sunt acționate cu motoare de curent continuu. Situația este cauzată de faptul că până în prezent cca 50-70% din unități ale regiilor de transport au vârsta înaintată. Controlul și reglarea vitezei acestor mașini era exclusiv reostatic cu comutația în trepte a rezistențelor. Pentru aceste sisteme de tracțiune caracteristic este consumul excesiv de energie electrică, șocuri ale curenților și cuplurilor, cheltuieli mari de mentenanță a părților electrice și mecanice.

Datorită caracteristicii mecanice hiperbolice pentru tracțiunea vehiculelor urbane se utilizează motoarele CC cu excitație serie dar și rar cele cu excitație mixtă [1].

Tracțiunea troleibuzelor este asigurată de un singur motor cu puterea de 110-180 kW în funcție de relieful traseului de lucru, articulație și alți factori. În tramvaie se utilizează câte 2 motoare de curent continuu cu excitație serie cu puterea fiecăruia de 40-50 kW sau câte un singur motor de 70-110 kW pentru fiecare vagon.

Motoarele CC de tracțiune [3,4] cu puterea 110-120 și 170-185 kW sunt alimentate cu tensiunea rețelei de 550-750 VCC, au două perechi de poli, clasa de izolație H, ventilație forțată cu aer, gradul de protecție IP20, randamentul de 85-88 %, masa relativă 4,5-8 kg/kW.



Fig.1. MCC de tracțiune DK-211 (Rusia)

Prezența colectorului mecanic contribuie la reducerea fiabilității și creșterea cheltuielilor de exploatare a vehiculelor urbane cu motoare de curent continuu ceea ce favorizează sistemele de tracțiune brushless. Cu toate acestea, după cum menționează Peter Vas [9], MCC nu degrabă vor trece în neființă.

3. Convertoare de tracțiune

Apariția semiconductoarelor totalmente controlabile, cu frecvența mare și pierderi mici de comutație au permis crearea convertoarelor de tracțiune compacte la prețuri accesibile. Dacă la sfârșitul anilor 80-90 convertoarele de tracțiune se realizau exclusiv numai pe tiristoare, atunci toate produsele actuale sunt bazate pe tranzistoare IGBT. Aceste tranzistoare se caracterizează pe frecvențe de comutație mare, pierderi de putere mici și pot fi comandate relativ simplu.

Echiparea vehiculelor urbane noi sau reutilizarea celor vechi cu convertoare DC-DC (chopper) a permis reducerea consumului de energie cu cca 30-40%, eliminarea șocurilor mecanice, sporirea confortului de călătorie etc. Se menționează, că cheltuielile capitale ale sistemului de tracțiune cu convertoare DC-DC nu depășesc 20% din cele ale sistemului reostatic și se recuperează în decurs de 12-15 luni [1].

Indicii de performanță a Chopperelor de tracțiune depind de perioada elaborării și tehnologiilor implementate. Pentru aceeași putere de 180-200 kW convertoarele elaborate în ultimii ani, de exemplu, echipamentul SDMC-103 al companiei Informbusiness [1] este practic de 3-4 ori mai ușor și mai compact față de sistemele VTCI 220 FR [6], TV progres [7] și PTDK 203M-170 [8] elaborate la începutul anilor 90.

Convertoarele DC-DC moderne asigură pornirea lină a motorului DC, slăbirea câmpului pentru viteze mai mari de cea nominală, schimbarea sensului de învârtire, regimurile de frânare dinamică și generator cu recuperarea energiei [16].



Fig.2. Echipamentul TV Progress de tracțiune al troleibuzelor Solaris Trollino 12DC (Cegelec, Cehia)



Fig.3. Echipamentul electronic SDMC-103 pentru MCC cu excitație mixtă (Informbusiness, Chișinău)

Implementarea la etapa actuală a vehiculelor urbane cu sisteme de tracțiune Convertor Electronic - MCC este mai degrabă un tribut psihologic și circumstanțelor, decât un raționament tehnico-economic.

3. Sisteme de control ale tracțiunii de CC

Sistemele de control ale convertoarelor de tracțiune contemporane sunt bazate exclusiv pe microprocesoare. Dacă la unele echipamente sistemul de control se bazează pe procesoare DSP, atunci altele utilizează procesoare de uz general, de exemplu Atmel sau FUJITSU [1]. Funcția principală al sistemul de control microprocesoral constă în asigurarea regimului de funcționare necesar și optimizarea consumului de energie al motorului de tracțiune. In afară de aceasta sistemele moderne realizează un set extins de funcții suplimentare: controlul și diagnosticul elementelor componente ale vehiculului, protecția motorului și electronicii de putere, calcularea consumului de energie electrică, procesarea bazei de date și statistica erorilor, informarea șoferului și a pasagerilor etc. sisteme de tracțiune de c.c. sunt axate pe controlul eficient al mișcării cu consum minim de energie, asigură funcțiile de diagnostică și protecție.

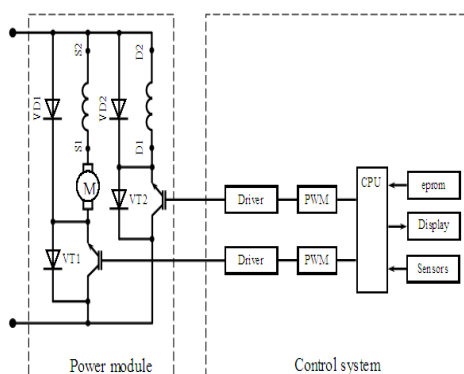


Fig.4. Sistemul de control al tracțiunii troleibuzului cu MCC excitație mixtă



Fig.5. Sistemul de control al echipamentului SDMC-103

4. Concluzii

În baza studiului surselor deschise a fost analizată starea și tendințele actuale de dezvoltare ale sistemelor de tracțiune ale vehiculelor electrice urbane de pasageri. Se constată cedarea poziției motoarelor de tracțiune de curent continuu în favoarea celor de curent alternativ. Convertoarele de tracțiune se elaborează în baza tehnologiilor IGBT, structură modulară, topologii multinivel sau multifazate. Microprocesoarele DSP numai reprezintă unicul tip pentru realizarea sistemelor de control. Ultimele sunt multifuncționale, integrează diagnostica și controlul elementelor componente ale vehiculului, asigură comunicarea prin fibră optică, utilizează tehnologiile informaționale.

Bibliografie

1. **I.Rîmbu, V. Eșanu, I.Nuca.** *Probleme actuale ale unităților de transport electric urban din Republica Moldova.* București: Buletinul AGIR nr4/2009, pp.136-139. www.agir.ro/buletine/520.pdf (ro).
2. **T.M.Jahns, V. Blasko.** *Recent Advances in Power Electronics Technology for Industrial and Traction Machine Drives.* http://minds.wisconsin.edu/bitstream/handle/1793/11122/file_1.pdf
3. *Motoare pentru tracțiune urbană.* www.electroputere.ro/mer/ro/P/t.php
4. *Traction DC motors EK-213 and EK-211.* www.tatelectomash.ru/citytrans.php (ru)
5. *ABB traction motor.* <http://www05.abb.com/global/scot/.../ABB%20reference%20list%20Low.pdf>
6. *Echipamente pentru tracțiune urbană.* <http://www.saerp.ro/RO/produse.htm#EVCF>
7. <http://cegelec.cz/10-electrical-equipment-for-municipal-mass-transit.html>
8. *Traction Converters PTAD 202M-180 and PTKD 203M-170.*
9. **P. Vas, W. Drury.** *Electrical machines and drives: present and future.* 1996 IEEE pp.67-74