

на є складові напруги живлення  $U_{1\alpha}, U_{1\beta}$  і статичне зусилля  $F_c$ , а вихідними – зусилля  $F$  і швидкість  $V$  двигуна. Перехід від трифазних напруг  $u_a, u_b, u_c$  до еквівалентних двофазних  $U_{1\alpha}, U_{1\beta}$  здійснюється за допомогою безінерційного перетворення Кларка-Парка [6].

Таким чином, розроблено уточнену динамічну модель лінійного асинхронного двигуна, в якій враховано вплив кінцевих ефектів за допомогою моделі Дункана та дію насичення магнітної системи шляхом зменшення головної індуктивності із збільшенням струму. Зміну індуктивності можна розглядати як параметричне збурення, що має бути враховано при розробці систем векторного керування двигуном.

1. Математические модели линейных индукционных машин на основе схем замещения / Ф.Н.Сарапулов, С.Ф.Сарапулов, П.Шымчак. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2001. – 236 с.

2. Ямамура С. Теория линейных асинхронных двигателей: Пер. с англ. – Л.: Энергоатомиздат, 1983. – 180 с.

3. Поздеев А.Д. Электромагнитные и электромеханические процессы в частотно-регулируемых асинхронных электроприводах. – Чебоксары: Чуваш. ун-т, 1998. – 172 с.

4. Single neuron network PI control of high reliability linear induction motor for Maglev, FANG You-tong, FAN Cheng-zhi / Journal of Zhejiang University SCIENCE A, 2007 8(3): 408-411.

5. Model Predictive Control of Linear Induction Motor Drive, A.A. Hassan, and J. Thomas, Proceedings of the 17th World Congress The International Federation of Automatic Control Seoul, Korea, July 6-11, 2008.

6. Modern power electronics and AC drives / Bimal Bose, Prentice Hall, 2001. – 711 p.

*Отримано 10.01.2011*

УДК 621.327

В.І.СКУРІХІН

*Харківська національна академія міського господарства*

## **ХАРАКТЕРИСТИКА ЗНОСУ ДЕТАЛЕЙ НА МІСЬКОМУ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТІ**

Розглядаються питання ресурсозбереження і зносостійкості вузлів і деталей наземного міського електротранспорту. Показано залежності зносу деталей і вузлів від різних чинників. Запропоновано заходи щодо зменшення інтенсивності зносу вузлів і агрегатів рухомого складу.

Рассматривается вопрос ресурсосбережения и износостойкости узлов и деталей наземного городского электротранспорта. Показаны зависимости износа деталей и узлов от разных факторов. Предложены мероприятия по уменьшению интенсивности износа узлов и агрегатов подвижного состава.

The question of wearproofness of knots and details of ground city is examined. Dependences of wear of details and knots are shown on different factors. Measures are offered on diminishing of wear of knots and aggregates of mobile.

*Ключові слова:* міський електротранспорт, ресурсозбереження, зносостійкість, властивості матеріалу, трамвай, тролейбус.

Умови роботи трамвайних вагонів і тролейбусів на лінії значною мірою відрізняються від роботи приміського електричного рухомого складу і метрополітену, що пояснюється специфічними вимогами вуличного руху [1]. В процесі експлуатації виникає проблема зменшення інтенсивності зносу деталей, вузлів та агрегатів рухомого складу.

Досвід експлуатації рухомого складу, згідно з [1, 2], свідчить, що трамвайним вагонам і тролейбусам доводиться часто змінювати швидкість руху або робити вимушені зупинки, крім необхідних зупинок.

В результаті такого режиму руху виникає необхідність проводити часті пуски і гальмування, які супроводжуються прискореннями, що викликають динамічні перевантаження окремих вузлів агрегатів рухомого складу.

Такі перевантаження виникають в тягових двигунах, в силовій передачі, тягових зчіпних приладах.

Крім того, трамвай випробовує ударні навантаження від нерівностей рейкової колії (спецчастини, стики), від неправильного положення рейкової колії (розширення і звуження). Ці навантаження передаються на осі колісних пар, ресорне підвішування, елементи кузова і візків.

Залежно від дії того чи іншого чинника деталі, схильні до зносу, можна класифікувати за схемою (рис.1).

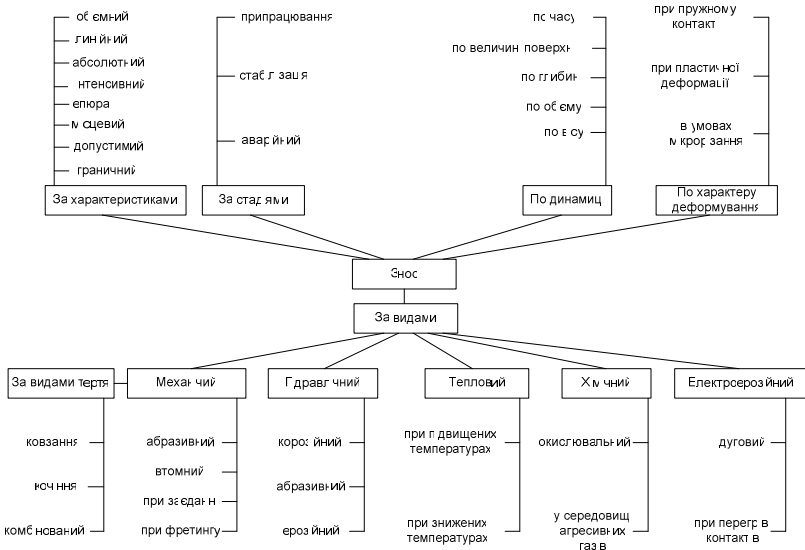


Рис.1 – Види зносу

На рис.2 наведено схему, за якою можна оцінити знос основних вузлів, що залежить від ряду чинників, наприкладі трамвая.

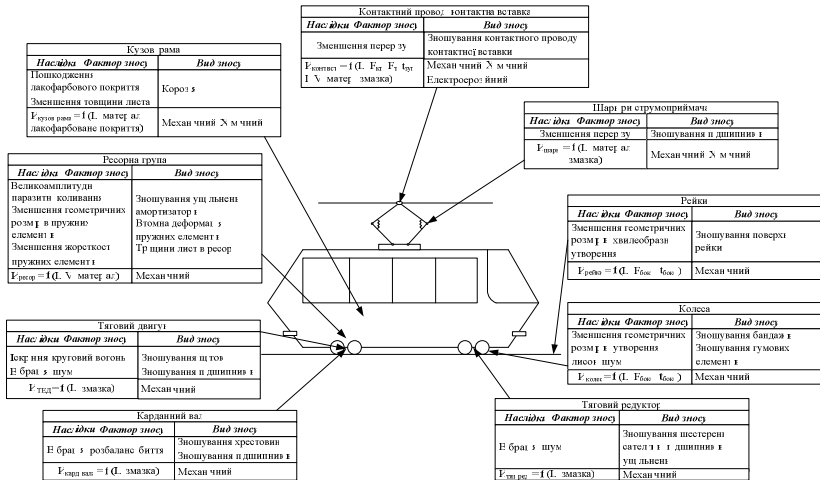


Рис.2 – Залежність зносу від ряду чинників:

L – пробіг; I – струм, що споживається; V – швидкість руху;  $F_{\text{натяг}}$  – сила натягу контактної шини;  $F_{\text{т}}$  – сила притискання струмоприймача до контактної шини;  $F_{\text{т.букс}}$  – сила тертя при буксуванні;  $t_{\text{букс}}$  – час буксування;  $t_{\text{зуп}}$  – час знаходження на зупинці.

Як уже зазначалося, величина зносу залежить від властивостей і особливостей самих деталей. Залежно від матеріалу деталей, їх термічної і механічної обробки, а також їх взаємовідповідності і ретельності збірки вузла деталі виявляються більш-менш зносостійкими. Чим вища зносостійкість деталі, тим, при однакових інших умовах, вона менше зношується. Зносостійкість деталей, що труться, визначається, перш за все, їх поверхневою твердістю.

Якість обробки поверхонь, що труться, має важливий вплив на інтенсивність зношування. Якість обробки найбільш позначається під час припрацювання, оскільки саме в цьому періоді й відбувається усунення основних недоліків поверхонь, які труться [3].

Необхідно зазначити, що вибір матеріалу для деталей, які труться, способу їх термообробки та якості механічної обробки є питанням скоріше економічним, ніж технічним.

Для підвищення зносостійкості деталей, що піддаються корозії (сталеві деталі і частини кузова вагону), їх необхідно захищати антикорозійними покриттями, такими як забарвлення, цинкування, напилення пластмасами та ін.

На зносостійкість зв'язаних деталей впливає невідповідність сорту вживаного мастила для окремих агрегатів умовам їх роботи в експлуатації. Особливо важливе значення це має в таких відповідальних агрегатах, як редуктор, карданний вал, мотор-компресор та ін. У такій же мірі зносостійкість деталей агрегатів зменшується, якщо несвоєчасно додається або замінюється мастило при технічному обслуговуванні і ремонтах рухомого складу.

Для оптимального сполучення поверхонь, що труться, і забезпечення технології «безносного» тертя доцільно застосовувати мастила – ревіталізанти (ХАДО, РВС та ін.). Це дозволить також зменшити час простою рухомої одиниці в депо завдяки простоті обробці відповідних вузлів.

Щоб забезпечити надійне струмознімання між контактним проводом і струмоприймачем необхідно контролювати натягнення контактного проводу і відповідно тиск струмоприймача на контактний провід; обмежити час зупинки на зупинних пунктах із споживанням струму і час руху в режимі тяги. Швидкість руху рухомого складу під стрілками, спецчастинами, секційними ізоляторами повинна бути мінімальною. Для зниження вартості контактної мережі слід застосувати сталевалюмінієвий контактний провід на другорядних ділянках ліній (де інтервал руху більше 10 хвилин).

Надійність роботи електричних машин в умовах експлуатації забезпечується ізоляцією обмоток. Внаслідок пошкодження ізоляції доводиться витратити великі кошти на відновлення обмоток. Для підвищення зносостійкості ізоляції обмоток електричних машин і апаратів необхідно періодично в теплі періоди року, особливо влітку, продувати їх стислим повітрям. Цього продування особливо потребують тягові двигуни, в яких аксіальні канали в сердечнику якоря настільки забиваються пилом, що ефективність вентиляції різко падає, і нагрів обмоток перевершує норми, що допускаються, тому ізоляція втрачає свої механічні й електричні властивості.

Оскільки обмотка якорів тягових машин ушкоджується із-за порушення цілості захисних чохлаїв, їх потрібно своєчасно замінювати новими. Для захисту міканітового манжета під колектором слід періодично протирати шнуровий бандаж. Для забезпечення відповідного рівня опору ізоляції тягових машин необхідно стежити за станом ізоляції і відповідністю її нормам [1].

Важливою операцією при збірці після ремонту рухомого складу в депо є оптимізований комп'ютерний підбір вузлів, агрегатів і деталей зі всієї кількості тих, що вже є або знов відновлених. Це скорочує час підбору і дає можливість випустити на лінію рухомий склад з опти-

мальними технічними характеристиками.

Таким чином, на базі аналізу літературних джерел складена схема класифікації процесів зносу деталей рухомого складу по ряду основних класифікаційних ознак. Розглянуто різні види зносу, виконано оцінку їх кількісних і якісних характеристик з виділенням основних стадій їх визначення. Сформовано заходи щодо зменшення зносу вузлів і агрегатів рухомого складу.

1. Пономарев А.А., Иеропольский Б.К. Подвижной состав и сооружения городского электрического транспорта. – М.: Транспорт, 1981. – 227 с.

2. Кобаев В.П., Дроздов Ю.Н. Прочность и износостойкость деталей машин. – М.: Высш. шк., 1991. – 319 с.

3. Ригни Д.А. Физические аспекты трения и изнашивания / Трибология: Исследования и приложения (опыт США и стран СНГ) / Под ред. В.А.Белого, К.Лудемы, Н.К.Мышкина. – М: Машиностроение, 1993. – 454 с.

*Отримано 10.01.2011*

УДК 629.421

В.П.АНДРІЙЧЕНКО, О.В.ДОНЕЦЬ, В.М.ФАТЕЄВ,  
Ю.П.КОЛОНТАЄВСЬКИЙ, кандидати техн. наук  
*Харківська національна академія міського господарства*

### **ПРОТИБУКСОВОЧНИЙ ПРИСТРІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ DC-DC ПЕРЕТВОРЮВАЧА**

Розглядається протибуксовочний пристрій з використанням DC-DC перетворювача. Даний пристрій може бути використаний на рухомому складі з двигунами постійного струму, при послідовно-паралельному вмиканні із забезпеченням ефекту зрівняльних з'єднань.

Рассматривается противобуксовочное устройство с использованием DC-DC преобразователя. Данное устройство может быть использовано на подвижном составе с двигателями постоянного тока при последовательно-параллельном включении с обеспечением эффекта уравнивательных соединений.

This article describes an antiskid device with a DC-DC converter. This device may be used on a rolling stock with the constant-current motors which are operated in series-parallel. When operating this device the effect of equalizers is achieved.

*Ключові слова:* рухомий склад з двигунами постійного струму, протибуксовочний пристрій, DC-DC перетворювач.

Сила зчеплення, що має природу сил тертя, обмежена відомими межами. Якщо ця межа буде перевершена, тобто виявиться більшою за максимально можливу силу зчеплення, то рівновагу сил у точці торкання коліс з рейкою буде порушено. Рушійні колеса почнуть ковзати щодо шляху в точці торкання, обертаючись з більшою швидкістю, за поступальний рух транспортного засобу. Відбувається буксування