

улицях // Вестник ХГАДТУ. – Харьков: РИО ХГАДТУ, 1999. – С.91-93.

6.Системологія на транспорті: В 5 кн. Кн.5: Організація дорожнього руху / Е.В.Гаврилов, М.Ф.Дмитриченко, В.К.Доля та ін.; За заг. ред. М.Ф.Дмитриченка. – К.: Знання України, 2007. – 452 с.

Отримано 15.12.2009

УДК 656.071.8

М.В.ХВОРОСТ, канд. техн. наук, С.О.ЗАКУРДАЙ

Харківська національна академія міського господарства

ОБҐРУНТУВАННЯ ЦИКЛІЧНОСТІ ТЕХНІЧНИХ ОБСЛУГОВУВАНЬ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Розглядається циклічність проведення технічного обслуговування транспортних засобів та вплив ремонтно-профілактичних втручань на них в умовах сучасного стану підприємств електротранспорту України.

Рассматривается цикличность проведения технического обслуживания транспортных средств и влияние ремонтно-профилактических воздействий на них в условиях современного состояния предприятий электротранспорта Украины.

The cyclicity of technical maintenance of transport means are examined at the article as well as the influence of maintenance and prevention activities on transport units under the conditions of the modern state of the electric transport enterprises of Ukraine.

Ключові слова: технічне обслуговування, транспортні засоби, рухомий склад, циклічність, трудомісткість, пробіг.

Якщо в рамках параметричної моделі надійності розглянути зміну технічного ресурсу транспортних засобів в існуючій системі технічного обслуговування (ТО) та ремонту і впливу профілактичних втручань, то за діючого календарного принципу для більшості рухомих одиниць це означатиме досягнення такого стану саме на 7 добу. При цьому залежність технічного стану, який оцінюється поточними величинами параметрів вибраної системи, від пробігу, як основного чинника зміни цих параметрів, вважається однаковою [1, 2].

Як видно з рис.1, досягнення нормативного значення будь-якого параметру Y_H , що потребує ремонтно-профілактичного втручання, внаслідок природного розкиду початкових властивостей і різних умов експлуатації відбуватиметься при різних пробігах l_1, \dots, l_n . З іншого боку, якщо встановити єдиний нормативний пробіг l_0 , то внаслідок різниці добових пробігів тільки відносно рухомих одиниць буде досягнуто заздалегідь визначений рівень параметру Y_H .

Очевидно, що ступінь невідповідності фактичного технічного стану на 7 добу визначається функцією розподілення добових пробігів.

Навіть при ідеалізованому представленні залежності зміни технічного стану тих систем, що потребують втручань на 7 добу, від пробі-

гу як лінійної функції $R(L)$, очевидно, що приблизно 22% прибувають на ТО-1 зі значним перепробігом. Інакше кажучи, з кожних 10 машин, які щоденно приходять на ТО-1, принаймні дві мають зниження ресурсу, що не може бути відновлено за відведений на здійснення технічного обслуговування час. У зв'язку з цим рухомі одиниці виходять на лінію із зменшеним загальним ресурсом, що, по-перше, обумовлює збільшення частоти відмов внаслідок технічної несправності, а по-друге – пришвидшує загальний знос парку рухомого складу. В той же час з кожних десяти машин принаймні три приходять з недовикористаним ресурсом, тобто мають місце зайві витрати коштів і робочої сили. Різноманітність технічного стану одиниць, що приходять на ТО-1, обумовлює атмосферу безвідповідальності ремонтного персоналу, бо машини з перепробігом за відведений час відновити неможливо, а машини з недопробігом втручань не потребують [3].

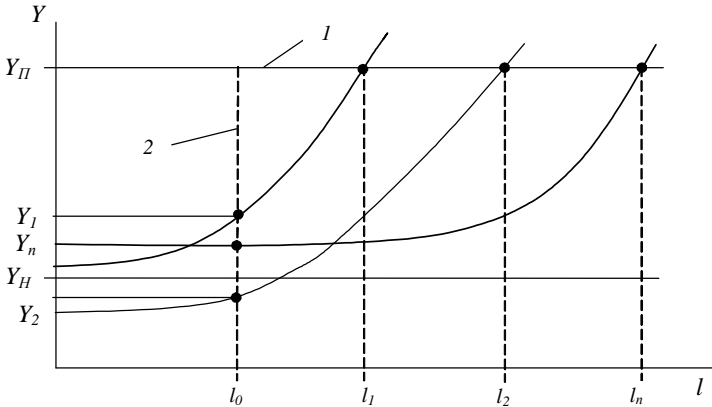


Рис.1 – Зміна технічного параметру різних рухомих одиниць:

1 – перетин випадкових процесів за параметром Y ;

2 – перетин випадкових процесів за наробітком l .

У такому розділенні технічних обслуговувань криється певна незгодженість. Для ТО-1 автоматично приймається виявлення тільки незначних несправностей, які для ліквідації потребують кілька хвилин робочого часу, а імовірність виявлення більш масштабних несправностей вважалася малою, і в разі випадкових великих несправностей ТО-1 замінювалося на неплановий ремонт. Для ТО-2 у діючій системі автоматично приймається виявлення більш масштабних несправностей або ознак їх настання, на ліквідацію яких відводиться достатньо часу. Це було б логічно, якби зміна технічного стану в усіх рухомих одиниць відбувалася б приблизно однаково.

Насправді, різноманітність умов експлуатації за різними маршрутами та старіння рухомих одиниць призводить до збільшення розбігу показників надійності настільки, що у багатьох випадках відведеного часу на ТО-1 не вистачає. Це означає, що виникає проблема вибору між двома протилежними рішеннями – подовжити час перебування на ТО-1 для досконалого ремонту, незважаючи на невиконання плану за пробігом, чи нашвидкуруч заладнати несправність і вчасно випустити рухому одиницю в лінію.

В табл.1, 2 і на рис.2, 3 наведено фактичні трудомісткості проведення ТО-1 на 15 машинах у тролейбусних депо м.Харкова і м.Маріуполя.

Таблиця 1 – Фактична трудомісткість проведення ТО-1 у тролейбусному депо м.Харкова

№ РО	Трудомісткість виконання ТО-1 електричного обладнання, хв.	Трудомісткість виконання ТО-1 механічного обладнання, хв.
204	15	80
3002	25	60
212	20	30
336	70	30
3004	45	25
244	80	80
327	60	30
287	80	15
243	25	40
292	70	60
263	85	60
228	5	5
209	45	65
311	80	45
3006	5	5

Таблиця 2 – Фактична трудомісткість проведення ТО-1 у тролейбусному депо м.Маріуполя

№ РО	Трудомісткість виконання ТО-1 електричного обладнання, хв.	Трудомісткість виконання ТО-1 механічного обладнання, хв.
505	80	10
430	60	20
801	20	25
805	10	10
307	35	45
810	20	25
702	60	40
653	20	40
448	60	30
441	25	15
808	10	5
803	60	40
457	80	10
444	30	20
469	65	15

З табл.1, 2 видно, що в багатьох випадках робочого часу не вистачає, хоча в деяких випадках тривалість ТО-1 перевищує потребу. Розбіг трудомісткостей, очевидно, викликаний істотним коливанням обсягів робіт за кожною машиною, що в свою чергу обумовлено різницями технічних станів.

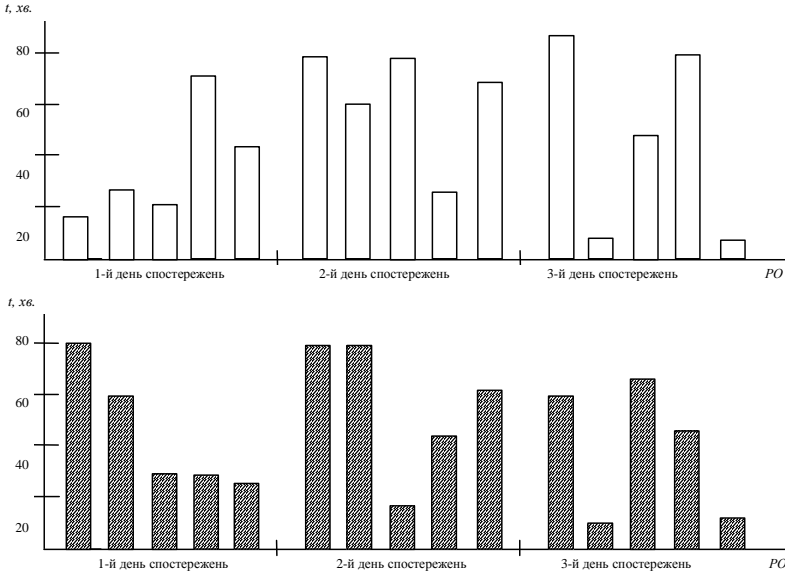


Рис.2 – Фактична трудомісткість ремонтно-профілактичних втручань на ТО-1 у тролейбусному депо м.Харкова:

□ – електричне обладнання; ▨ – механічне обладнання.

Звідси випливає висновок, що дотримання уніфікованої тривалості проведення ТО-1 є надалі невиправданим. Більше того, оскільки персонал депо стає перед дилемою – за будь-що вчасно випустити рухоми одиницю на лінію чи зробити якісний ремонт, але не виконати план за пробігом – виникає ще один фактор прискорення зносу рухомого складу внаслідок накопичення не повністю ліквідованих на ТО-1 несправностей.

Враховуючи, що зазначені недоліки ТО-1 є органічними, тобто такими, що не можуть бути скоригованими без відмови від концепції послідовного нарощування обсягів ремонтно-профілактичних втручань відповідно до послідовного зменшення технічного ресурсу, слід відмовитися від цього виду технічного обслуговування і розглянути можливість технічного обслуговування тільки на ТО-2.

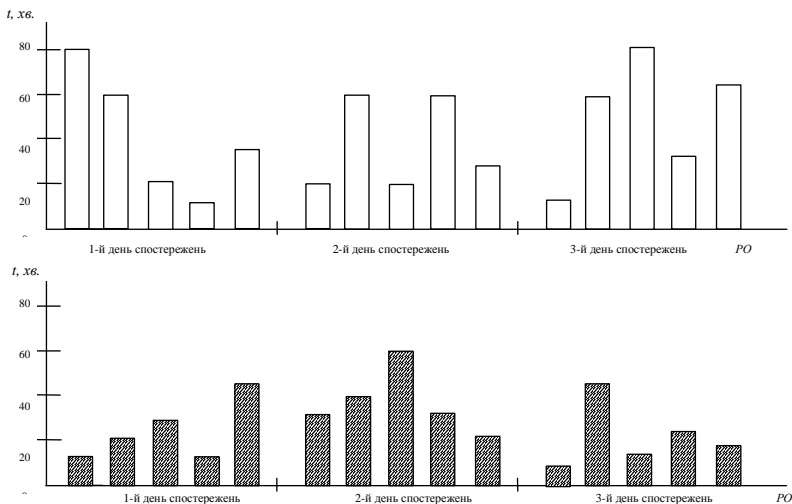


Рис.3 – Фактична трудомісткість ремонтно-профілактичних втручань на ТО-1 у тролейбусному депо м.Маріуполя:

□ – електричне обладнання; ▨ – механічне обладнання.

Основним завданням ТО-2 в існуючій системі ТО і Р є забезпечення необхідного рівня надійності більшості вузлів і агрегатів рухомого складу для попередження відмов та передчасного зносу їх на лінії. За час ТО-2 виконують той же комплекс робіт, що й на ТО-1, але за більш поширеною програмою. На ТО-2 призначаються рухомі одиниці, які мають пробіг від попереднього: 16000 км – для тролейбусів, 18000 км – для трамвайних вагонів з похибкою $\pm 20\%$ за складеним завчасно графіком. Якщо на ТО-1 мають перевагу візуальні перевірки, то на ТО-2 значно поширено інструментальні.

Очевидно, що найбільша ефективність системи технічного обслуговування і ремонту матиме місце при точній відповідності контрольованих параметрів їх граничним значенням на день постановки рухомих одиниць на ТО-2. Але в силу зазначених вище природних причин, що визначають еволюцію параметрів, умови максимальної ефективності перетворюються до вимог призначення такого пробігу між черговими ТО-2, при якому мінімізується сумарна величина витрат на планово-профілактичні втручання та непланові відновлення працездатності після можливих відмов. Встановленому таким чином нормативному пробігу повинні відповідати виробничі потужності депо, бо будь-яка зміна пробігу між черговими ТО-2 тягне за собою зміну кількості

технічних обслуговувань за плановий період і відповідну зміну потреби кількості персоналу та робочих місць (постів).

Можливості варіювання пробігів між черговими ТО-2 з метою підвищення ефективності системи ТО і Р, як загального методу підтримки працездатності рухомого складу, надто обмежені, оскільки треба враховувати відхилення інвентарної кількості від розрахункової, яка визначається кількістю постів, тривалістю робочої зміни та режимами роботи. Для забезпечення завантаженості працівників ТО-2 на робочий тиждень неминуче приходить «підстроювати» пробіг між черговими ТО-2.

Відхилення пробігу від нормованого при цьому можуть бути суттєві. Якщо проаналізувати показники, наприклад, тролейбусних парків міст України, матимемо розкид відхилень в діапазоні -21% - +32% (табл.3).

Таблиця 3 – Відхилення пробігу між ТО-2 від нормативного

Місто України	Кількість РС			Пробіг РС за рік, тис. маш./км	Кількість ТО-2 за добу розр./факт.	Відхилення від нормативного пробігу, %
	проект	факт	ф/п			
ХКП «Міськелектротранс», депо №3	200	129	0,65	4590,3	2,6/1	6,4
Вінницьке ТТУ	100	148	1,48	6053,1	2,04/2	1,5
Кременчуцьке ТРУ	50	74	1,48	2856,0	1,14/1	10,9
Львівелектротранс	100	117	1,17	4463,3	2,05/2	2,0
Маріупільське ТТУ	100	98	0,98	3326,4	1,44/1	32,7
Миколаївелектротранс	100	69	0,69	2306,8	2,05/2	2,0
Полтавське ТРУ	65	130	2	4207,5	1,49/2	-21,0
Рівнеелектроавтотранс	100	69	0,69	2707,1	1,07/1	5,9
Сумське ТРУ	100	91	0,91	3264,3	1,38/1	28,8
Херсонелектроавтотранс	80	91	1,14	3973,1	2,06/21	2,1
Хмельницькелектротранс	100	134	1,34	6142,3	57/2	-18,7
Чернігівське ТРУ	150	148	0,99	8848,6	2,28/2	11,31

Таким чином, механічне відкидання ТО-1 і подача рухомого складу тільки на ТО-2 не вирішує проблеми забезпечення надійності в експлуатації, оскільки середні пробіги між відмовами набагато менші, ніж пробіги між черговими ТО-2. Отже, з одного боку, маємо недостатність часу на якісне відновлення технічного стану на ТО-1, а з другого – пробіги між ТО-2 надто великі, щоб забезпечити належну надійність. Очевидно, розв'язання цього протиріччя полягає в одночасному збільшенні часу на ТО-1 і зменшенні пробігів між ТО-2, тобто у їх суміщенні в єдине технічне обслуговування ТО.

Якщо прийняти, що тривалість ТО-2 для однієї рухомої одиниці дорівнює робочій зміні, то залежно від кількості постів ТО-2 у даному депо та кількості робочих днів протягом року можна встановити розрахункову трудомісткість цих обслуговувань. Очевидно, при двох постах на проведення ТО-2 теоретично може бути витрачено 500 робочих змін за рік, при трьох – 750 і т.д. При цьому пробіг між ТО-2 в кожній одиниці приблизно дорівнюватиме частці від ділення загального річного пробігу рухомого складу даного депо на річну кількість ТО-2, яка в силу прийнятого припущення дорівнює кількості робочих змін.

Аналогічно, якщо прийняти, що середній пробіг між черговими ТО-1 дорівнює математичному сподіванню 1500 км, то кількість цих обслуговувань за рік на одну рухому одиницю знайдеться як частка від ділення середнього річного пробігу одиниці на середній пробіг у 1500 км, а прийнявши, що теоретичні витрати робочого часу на проведення одного ТО-1, згідно з діючими нормативами, складають 0,125 робочої зміни, та поклавши, що весь інвентар виходить на лінію (нехтування кількостями одиниць у ремонтах йде у запас), можна знайти кількість робочих змін, що потрібно витратити на ТО-1 за рік у цілому по депо.

Поставимо природну вимогу, щоб кількість робочих змін за рік у видозміненій системі Т і Р дорівнювала сумі потрібних кількостей робочих змін на проведення ТО-2 і ТО-1 за існуючою системою, тобто щоб при впровадженні нової системи забезпечити принаймні незмінною ту частку експлуатаційних витрат, що йде на технічне обслуговування. При суміщенні ТО-1 і ТО-2 в одне ТО пробіги між черговими технічними обслуговуваннями зміняться, як це показано на прикладі кількох підприємств (табл.4).

Таблиця 4 – Середні пробіги при суміщенні ТО-1 і ТО-2 до ТО

Місто	Кількість рухомих одиниць	Річний пробіг, тис. км	Пробіг одиниці, тис. км	Робочих змін на проведення ТО-1	Робочих змін на проведення ТО-2	Всього на ТО-1 і ТО-2	Пробіг між ТО при суміщенні ТО-1 і ТО-2, км
Харків	129	4590,3	35,6	450	250	700	4505
Полтава	130	4207,5	32,4	358	500	858	4903
Миколаїв	69	2306,8	33,4	190	500	690	3343
Суми	91	3264,3	35,9	455	250	705	4630
Вінниця	148	6053	40,9	500	500	1000	6053
Чернігів	148	8848,6	59,8	740	500	1240	7136

Як видно, пробіг між ТО при запропонованій циклічності перевищує пробіг між ТО-1 існуючої системи у 5 разів, у той час як час, що пропонується відвести на ТО, більше тривалості ТО-1 у 64 рази, що дозволяє виконувати ремонтно-профілактичні втручання будь-якої складності й таким чином забезпечити належний рівень експлуатаційної надійності.

Таким чином, розв'язання цього протиріччя полягає у одночасному збільшенні часу на ТО-1 та зменшенні пробігів між ТО-2, тобто у суміщенні існуючих ТО-1 і ТО-2 в єдине технічне обслуговування ТО. Це дозволяє виконувати ремонтно-профілактичні втручання будь-якої складності та забезпечувати належний рівень експлуатаційної надійності в умовах прогресуючого старіння парку.

1.Ефремов И.С., Кобозев В.М., Шевченко В.В. Технические средства городского электрического транспорта. – М.: Высш. шк., 1985. – 448 с.

2.Будниченко В.Б. Оценка эффективности системы технического обслуживания и ремонтов троллейбусов // Труды АКХ им. Панфилова К.Д. – М., 1990. – С.4-11.

3.Закурдай С.О. Відповідність діючої системи технічного обслуговування та ремонту РС МЕТ закономірностям зміни технічного ресурсу // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.33. – К.: Техніка, 2001. – С.242-244.

Отримано 11.01.2010

УДК 656.08

Д.Ю.ЗУБЕНКО, канд. техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

СПОСОБ ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ РЕЖИМОВ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Разработан оригинальный способ дистанционного контроля режимов асинхронных двигателей, использующихся в труднодоступных для эксплуатации и обслуживания местах. Математически доказана его эффективность.

Розроблено оригінальний спосіб дистанційного контролю режимів асинхронних двигунів, які використовуються у важкодоступних для експлуатації та обслуговування місцях. Математично доведено його ефективність.

Original method of asynchronous motors remote control, used in hard to operate and maintain sites, is developed. Its effectiveness is Mathematically proven.

Ключевые слова: силовой агрегат, электропривод, тяговый асинхронный двигатель.

Стратегической целью государственной политики Украины в развитии городского электрического транспорта является создание конкурентоспособного рельсового электроподвижного состава для удовлетворения постоянно возрастающих потребностей населения города в качественных и надежных перевозках. Создаются пробные образцы