

зв'язку між величиною вантажобігу ДН і обсягом потоків інформації в комп'ютерній мережі залізничного вузла. Результат отримано такий:

$$r_b = 0,934.$$

Як видно з розрахунків, вибірковий коефіцієнт кореляції  $r_b$  близький до одиниці. Це свідчить про досить тісну залежність  $\lambda_i$  від  $\sum p_i$ . Незначні відхилення  $\lambda_i^T$  від  $\lambda_i^E$  вказують на наявність невеликих відхилень залежності  $\lambda_i$  від  $\sum p_i$ .

Таким чином, знайдені кореляційні залежності дають можливість спрогнозувати рівень завантаження ліній зв'язку у комп'ютерній корпоративній мережі великого залізничного вузла, визначити їхню пропускну спроможність і резерви. Це, в свою чергу, необхідно здійснити для розвитку комп'ютерної мережі з урахуванням зміни обсягів експлуатаційної роботи залізниці в перспективі.

1. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. Уч. пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 1972.

2. Олифер В. И. Компьютерные сети. – СПб.: Питер, 2001. – 602 с.

*Отримано 21.01.2002*

УДК 629.11.012.55

И.Г.МИРЕНСКИЙ, д-р техн. наук, О.Ф.БАБИЧЕВА

*Харьковская государственная академия городского хозяйства*

### **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕСУРСА КОЛЕС ДЛЯ РАЗНЫХ ТИПОВ ТРОЛЛЕЙБУСОВ**

Для оценки ресурса колес городского транспорта и осуществления прогноза технического состояния пневматических шин предложены составные номограммы.

Пневматическая шина является одним из важнейших элементов колес безрельсовых транспортных средств, дорогостоящей и ответственной деталью современного городского транспорта. От ее технического состояния во многом зависят основные характеристики подвижного состава.

При эксплуатации транспортных средств основными причинами, оказывающими негативное влияние на ресурс колес и, в частности, пневматических шин, являются: износ протектора, механические повреждения, усталостные разрушения деталей колес и армирующего элемента шины, пониженное или повышенное внутреннее давление, высокая скорость движения, степень нагружения, дисбаланс, низкая квалификация водителя, климатические условия и др. На основании выполненного анализа нами выбраны наиболее значимые параметры,

такие как: внешние нагрузки (вертикальная или весовая нагрузка) –  $F_B$ , тангенциальная нагрузка (тормозной и крутящий момент) –  $F_T$ , боковая нагрузка –  $F_B$ ; скорость движения колеса –  $V_P$ ; давление в шине –  $P$ ; температура шины с учетом условий окружающей среды –  $t$ ; качественная характеристика армирующего элемента (металлокорда) –  $n_o$ , которые легли в основу аналитической зависимости [1]

$$T_p = \frac{F_B \cdot F_T}{\sqrt{F_{\Pi}^5}} \cdot V_P^3 \cdot \frac{1}{n_o^2 + 1} \cdot \sqrt{P} \cdot \frac{1}{\sqrt{t}} \quad (1)$$

Для простоты нахождения этих параметров без привлечения вычислительной техники особый интерес представляет графический метод определения в виде номограммы. Этот метод позволяет исследовать влияние одних параметров на другие, дает наглядную геометрическую интерпретацию формул, является одним из наиболее доступных и простых средств механизации вычислительных работ.

Наибольшее распространение на практике получили такие номограммы, как сетчатые, составные и из выравненных точек [2]. Составные номограммы для уравнений со многими переменными представляют собой систему отдельных закономерностей, связанных общими шкалами или семействами линий [3].

Для построения составной номограммы нужно использовать вспомогательные переменные, которые дают возможность свести номографирование таких уравнений к построению нескольких элементарных номограмм с тремя переменными в каждой.

Для определенного типа безрельсового подвижного состава уравнение (1) представим в виде

$$T_p = C \cdot V_P^3 \cdot \frac{1}{\sqrt{t}} \cdot \frac{1}{n^2 + 1} \cdot \sqrt{P} \quad (2)$$

Введем вспомогательные переменные в формулу (2) и заменим ее системой уравнений

$$\left. \begin{aligned} M &= C \cdot V_P^3 \cdot \frac{1}{\sqrt{t}} \\ Z &= M \cdot \frac{1}{n^2 + 1} \\ T &= Z \cdot \sqrt{P} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Эти уравнения позволяют построить номограммы из выравненных точек с двумя параллельными шкалами, причем в каждую из них

войдет шкала М. Если известны переменные V, t, n, P и требуется найти T<sub>p</sub>, то из первой номограммы можно определить М, из второй – Z, а затем из третьей – Т. Таким образом можно решить уравнение (2). При наличии одинаковых шкал М эти номограммы можно совместить так, чтобы шкалы М обеих совпадали, и построить составную.

По заданному виду уравнения и известным пределам изменения переменных рассчитываем ряд значений параметра М (табл.1). При этом пределы изменения рассматриваемых переменных будут следующие: C=0,0138888; V=15÷40 км/ч; t=5÷116 °С; n=–2÷+2 об.; P=0,3÷0,9 МПа.

Таблица 1 – Зависимость температуры шины от скорости движения троллейбуса ЗиУ-9 (параметр М)

№	V, км/ч	t, °С					
		1	40	56	68	80	92
2	35	46	58	70	82	94	106
3	30	36	48	60	72	84	96
4	25	26	38	50	62	74	86
5	20	15	27	39	51	63	75
6	15	5	17	29	41	53	65
Значения М							
1		119,11	107,55	99,555	92,444	87,111	82,666
2		87,536	78,008	70,862	65,503	61,335	57,762
3		62,625	54	48,375	44,25	40,875	38,25
4		42,534	35,156	30,599	27,561	25,173	23,437
5		28,666	21,333	17,778	15,555	14	12,778
6		20,953	11,344	8,7187	7,3125	6,4218	5,8125

С учетом заданных пределов изменения X выбираем равномерное семейство прямых  $X_1 = \mu_1 X$ . Для переменного Y в соответствии с желаемой характеристикой семейства принимаем  $Y_1 = \mu_2 Y$  и определяем модули  $\mu_1$  и  $\mu_2$ . Затем наносим сетку прямых, параллельных осям координат, и строим линии М по расчетным данным таблицы.

Аналогично составляем таблицы для значений Z и T (табл.2, 3).

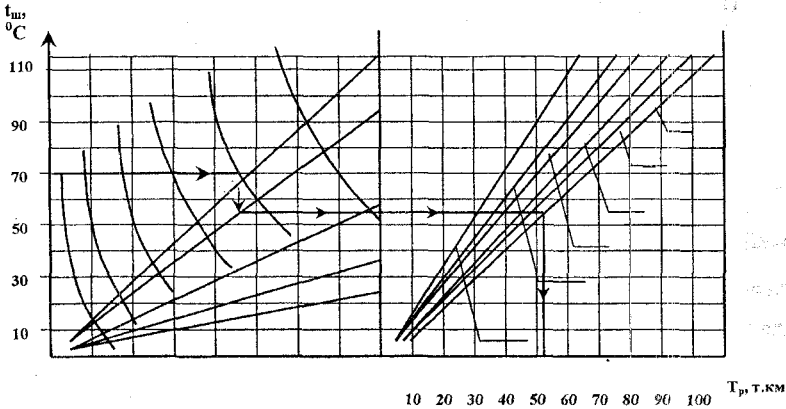
Полученные расчетные данные позволили представить в удобной форме закономерности, отображающие изменения каждого фактора в отдельности, и построить составные номограммы для определения ресурса колес троллейбусов разных типов при рассмотрении многофакторной модели (рисунк).

Таблица 2 – Влияние остаточной крутимости металлокорда (параметр Z)

№	M	Значения параметра Z				
		n, об.				
		0	±0,5	±1	±1,5	±2
1	5,81	5,81	4,648	2,905	1,801	1,162
2	28,47	28,47	22,776	14,235	8,82	5,694
3	51,13	51,13	40,904	25,565	15,85	10,226
4	73,79	73,79	59,032	36,895	22,87	14,758
5	96,45	96,45	77,16	48,225	29,89	19,29
6	119,11	119,11	95,288	59,555	36,92	23,822

Таблица 3 – Влияние давления на ресурс шин (параметра T)

№	P, МПа	Значения параметра T					
		Значения параметра Z					
		1,162	24,75	48,34	71,92	95,51	119,11
1	0,3	636,45	13556	26477	39392	52313	65238,9
2	0,4	734,9	15653	30573	45486	60405	75331,1
3	0,5	821,66	17501	34182	50855	67536	84223,9
4	0,6	900,07	19171	37444	55709	73981	92264,4
5	0,7	972,19	20707	40444	60173	79909	99654,6
6	0,8	1039,3	22137	43236	64327	85426	106534



Номограмма определения ресурса шин для заднего моста троллейбуса ЗиУ-9 при максимальных нагрузках:

- 1 – V=40км/ч; 2 – V=35км/ч; 3 – V=30км/ч; 4 – V=25км/ч; 5 – V=20км/ч; 6 – V=15км/ч;  
 I – n<sub>0</sub> = 0; II – n<sub>0</sub> = ±0.5об.; III – n<sub>0</sub> = ±1об.; IV – n<sub>0</sub> = ±1.5об.; V – n<sub>0</sub> = ±2об.;  
 P1 – 0,8МПа; P2 – 0,7МПа; P3 – 0,6МПа; P4 – 0,5МПа; P5 – 0,4МПа; P6 – 0,3МПа

Анализируя приведенную номограмму, необходимо отметить довольно высокую сходимость между графическими и расчетными значениями пробега колес, эксплуатируемых на заднем мосту троллейбуса. Погрешность между ними составляет примерно 0,2-0,5%. Аналогичная тенденция наблюдается при анализе полного пробега колес других типов троллейбусов (ЮМЗ Т1, ЗиУ-10, ДАС, РОСАР). С помощью номограмм можно спрогнозировать пробег шин при разных значениях основных критериев, влияющих на их ресурс. Так, при скорости движения 35 км/ч, температуре шины 70 °С, применяя в конструкции металлокорд с остаточной крутимостью, равной 0,5 об., и давлении  $P=0,8$  МПа шина пройдет приблизительно 52 тыс. км.

Таким образом, предложенные номограммы дают возможность спрогнозировать пробег колес для транспорта различного назначения без использования вычислительной техники. Они способствуют своевременной разработке технических мероприятий по повышению надежности шин и транспортного средства в целом.

1. Миренский И.Г., Бабичева О.Ф. Критерий оценки ресурса колес городского транспорта // Вестн. Харьковск. гос. политехн. ун-та. Вып.14. – Харьков: ХПИ, 2001. – С.157-162.

2. Хованский Г.С. Номография и ее возможности. – М.: Наука, 1977. – 128 с.

3. Шлыгин В.В. Графические методы расчетов в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1967. – 288 с.

*Получено 01.03.2002*

УДК 656.256

**М.В. ЛЯХОВ, В.С. ВИНИЧЕНКО**, канд. техн. наук  
*Харьковская государственная академия городского хозяйства*

## **ОБСЛЕДОВАНИЕ ПАССАЖИРСКОЙ ЗАГРУЗКИ ЭСКАЛАТОРНЫХ УСТАНОВОК**

Рассматриваются актуальные проблемы внедрения ресурсосберегающих технологий на эскалаторных установках Харьковского метрополитена.

Эскалаторные установки являются одним из наиболее энергоемких потребителей метрополитена. На Харьковском метрополитене эксплуатируются 45 эскалаторных установок типа ЛТ-5, ЭТ-3, ЭТ-5 с мощностью асинхронных электродвигателей от 40 до 132 кВт. В связи с ростом тарифов на оплату электроэнергии, введением ограничений на ее подачу необходимо пересмотреть режимы работы эскалаторных установок с целью экономии энергоресурсов и увеличения времени их межремонтного пробега.

В современных условиях при внедрении ресурсосберегающих