

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

технологий главным методом управления технологическим оборудованием метрополитена становится адаптивное управление. Основным принципом его заключается в постоянном поддержании соответствия между потребностями в пассажирских перевозках и имеющимися в наличии энергетическими, материальными и другими ресурсами.

Известен целый ряд механических и электромеханических устройств, предназначенных для экономии электроэнергии, расходуемой тяговыми приводами эскалатора, но из-за своей сложности, низкой надежности они не получили практического применения на метрополитене, где очень высокие требования к безопасности массовых пассажирских перевозок [1-3].

Системный анализ эскалаторных установок как технологического объекта управления показывает, что их производительность зависит в основном от ширины ступеней, скорости движения лестничного полотна, а также от характера движения и параметров пассажирских потоков на подходе к эскалатору. Теоретическую производительность эскалатора  $Q_T$  при заполнении всех ступеней лестничного полотна и отсутствии передвижения пассажиров по ступеням можно определить по формуле [4], пасс./ч

$$Q_T = 3600 \frac{n \cdot V}{t_{CT}}, \quad (1)$$

где  $n$  – количество пассажиров, размещающихся на одной ступени;  $V$  – скорость движения лестничного полотна (ступеней), м/с;  $t_{CT}$  – шаг ступеней лестничного полотна, м.

Однако на практике фактическая производительность существенно отличается от теоретической. Это обусловлено тем, что скорость движения лестничного полотна влияет на плотность заполнения эскалатора. Войти на медленно движущиеся ступени значительно легче, чем на быстро движущиеся. Заполнение лестничного полотна зависит и от условий посадки: величины и конфигурации вестибюлей и направляющих барьеров, находящихся перед входом на эскалатор, ширины ступеней. Фактическая производительность эскалатора зависит также от интенсивности пассажирских потоков, которые характеризуются сезонной, недельной и внутрисуточной неравномерностью.

Влияние каждого из перечисленных факторов на величину производительности эскалатора в достаточной степени не изучено, поэтому приходится пользоваться экспериментально определяемым коэффициентом заполнения лестничного полотна  $\phi$ , учитывающим влияние всех этих факторов [5].

Тогда фактическая производительность эскалатора определяется по формуле

$$Q_{\phi} = Q_T \cdot \phi \quad (2)$$

или [6]

$$Q_{\phi} = 3600 \frac{n \cdot V \cdot \phi}{t_{CT}} \quad (3)$$

Непосредственно от скорости движения лестничного полотна зависит периодичность ремонтных работ, так как пробег эскалатора определяется произведением его скорости на время работы. Ввиду высокой стоимости ремонтных работ, а также значительного неудобства, причиняемого пассажирам при остановке эскалаторов на время ремонта, представляет интерес определить возможность увеличения межремонтных периодов за счет уменьшения скорости движения лестничного полотна в периоды времени с низкой загрузкой эскалаторных установок.

На кафедре автоматизированных систем управления электрическим транспортом ХГАГХ разработана методика обследования работы эскалаторов метрополитена, которая предусматривает измерение следующих параметров:

- интенсивность поступления пассажиров на эскалатор;
- часовой пассажиропоток;
- количество и продолжительность периодов отсутствия пассажиров на эскалаторе;
- время движения пассажира, стоящего на работающем эскалаторе, от момента входа на него до момента выхода.

По полученным данным рассчитывают:

- коэффициенты внутрисуточной неравномерности пассажиропотока;
- среднее значение коэффициента заполнения эскалатора для каждого часа всего периода наблюдения и каждого 15-минутного интервала часа "пик";
- скорость движения лестничного полотна в фиксированные моменты всего периода наблюдения;
- производительность эскалатора.

Обследование пассажирской загрузки эскалаторных установок было проведено на следующих станциях Харьковского метрополитена: «Завод им.Малышева», «Спортивная», «Исторический музей», «Университет» и «Пушкинская». Учитывая наличие на городском пассажирском транспорте сезонной, недельной и внутрисуточной нерав-

номерности пассажиропотоков, обследования выполняли в зимний и летний периоды, а также в будние и выходные дни. В результате проведенной работы были получены данные о загрузке эскалаторных установок в течение суток (табл.1-3).

Таблица 1 – Коэффициент заполнения эскалаторов в будние дни зимнего периода

Станции							
Время суток, ч	3-д. им. Малышева	Спортивная	Ист. музей (подъем)	Ист. музей (спуск)	Университет	Пуш-кинская (подъем)	Пуш-кинская (спуск)
6.00-7.00	0,072	0,027	0,041	0,009	0,111	0,042	0,025
7.00-8.00	0,139	0,121	0,134	0,044	0,306	0,210	0,042
8.00-9.00	0,106	0,193	0,275	0,059	0,399	0,473	0,071
9.00-10.00	0,055	0,086	0,192	0,061	0,270	0,289	0,070
10.00-11.00	0,058	0,066	0,132	0,074	0,187	0,165	0,094
11.00-12.00	0,034	0,063	0,120	0,010	0,196	0,181	0,126
12.00-13.00	0,025	0,036	0,117	0,078	0,164	0,178	0,189
13.00-14.00	0,039	0,066	0,114	0,137	0,158	0,125	0,182
14.00-15.00	0,022	0,052	0,079	0,167	0,157	0,174	0,195
15.00-16.00	0,049	0,049	0,074	0,176	0,152	0,098	0,170
16.00-17.00	0,041	0,054	0,080	0,148	0,133	0,105	0,255
17.00-18.00	0,045	0,089	0,063	0,144	0,157	0,097	0,211
18.00-19.00	0,039	0,034	0,036	0,135	0,121	0,067	0,143
19.00-20.00	0,027	0,030	0,028	0,099	–	0,037	0,118
20.00-21.00	0,026	0,029	0,013	0,049	–	0,033	0,105
21.00-22.00	0,015	0,018	0,011	0,037	–	0,020	0,062
22.00-23.00	0,011	0,011	0,006	0,015	–	0,015	0,029
23.00-24.00	0,004	0,007	0,003	0,011	–	0,006	0,017

Из табл.1 видно, что интенсивность поступления пассажиров на эскалаторные установки обследуемых станций существенно изменяется в течение всего периода их работы. Например, если на станции «Пушкинская» коэффициент заполнения эскалатора с 6.00-7.00 ч составляет 0,042, то в период с 8.00-9.00 ч его значение увеличивается более чем в 10 раз и достигает 0,473. В последующем происходит его постепенное снижение до 0,006 в период с 23.00-24.00 ч.

Максимальная загрузка эскалаторов наблюдается в следующие периоды времени:

7.00-8.00 ч – станция «3-д им. Малышева» –  $\varphi=0,139$ ;

8.00-9.00 ч – станции «Спортивная» –  $\varphi=0,193$ , «Исторический музей» (подъем) –  $\varphi=0,275$ , «Университет» –  $\varphi=0,399$ , «Пушкинская» (подъем) –  $\varphi=0,473$ ;

15.00-16.00 ч – станция «Исторический музей» (спуск) –  $\varphi=0,176$ ;

16.00-17.00 ч – станция «Пушкинская» (спуск) –  $\varphi=0,255$ .

Из данных табл.1 также следует, что после 18 часов по всем станциям происходит резкое снижение интенсивности пассажиропотоков.

Таблица 2 – Коэффициент заполнения эскалаторов в будние дни летнего периода

Станции							
Время суток, ч	З-д. им.Малышева	Спортивная	Ист. музей (подъем)	Ист. музей (спуск)	Университет	Пушкинская (подъем)	Пушкинская (спуск)
6.00-7.00	0,072	0,024	0,069	0,013	0,075	0,031	0,014
7.00-8.00	0,120	0,087	0,163	0,031	0,180	0,127	0,028
8.00-9.00	0,076	0,104	0,207	0,052	0,210	0,209	0,048
9.00-10.00	0,044	0,072	0,186	0,076	0,166	0,132	0,055
10.00-11.00	0,039	0,055	0,173	0,103	0,127	0,095	0,058
11.00-12.00	0,033	0,053	0,162	0,123	0,113	0,079	0,060
12.00-13.00	0,029	0,042	0,139	0,115	0,123	0,074	0,071
13.00-14.00	0,030	0,044	0,116	0,128	0,110	0,067	0,059
14.00-15.00	0,030	0,036	0,095	0,133	0,098	0,059	0,066
15.00-16.00	0,032	0,042	0,089	0,137	0,099	0,054	0,067
16.00-17.00	0,032	0,043	0,083	0,137	0,100	0,055	0,089
17.00-18.00	0,031	0,044	0,068	0,153	0,107	0,044	0,112
18.00-19.00	0,027	0,038	0,055	0,166	0,091	0,038	0,101
19.00-20.00	0,016	0,027	0,037	0,141	–	0,028	0,068
20.00-21.00	0,017	0,022	0,021	0,075	–	0,019	0,046
21.00-22.00	0,012	0,015	0,013	0,050	–	0,015	0,032
22.00-23.00	0,012	0,011	0,008	0,021	–	0,009	0,019
23.00-24.00	–	–	0,004	0,016	–	0,006	0,012

Сравнивая данные табл.1, 2, можно сделать вывод, что в летний период резко уменьшается загрузка эскалаторных установок. Например, если на станции «Пушкинская» (подъем) в зимний сезон с 8.00-9.00 ч коэффициент заполнения  $\phi=0,473$ , то в летний –  $\phi=0,209$ . Учитывая месторасположение станции метро «Пушкинская», наблюдающееся снижение интенсивности пассажиропотока в летний период здесь можно объяснить летними каникулами в учебных заведениях, расположенных вблизи станции, и периодом отпусков.

Анализируя данные табл.3, видим, что в выходные дни летнего сезона пассажирские потоки относительно равномерные, без четко выраженных "пиков".

На основании полученных данных определено общее время работы эскалаторных установок с разной степенью загрузки в процентном отношении к паспортной провозной способности (табл.4).

Таблица 3 – Коэффициент заполнения эскалаторов в выходные дни летнего периода

Время суток, ч	З-д. им.Малышева	Спортивная	Ист. музей (подъем)	Ист. музей (спуск)	Университет	Пушкинская (подъем)	Пушкинская (спуск)
6.00-7.00	0,017	0,011	0,044	0,017	0,037	0,009	0,015
7.00-8.00	0,019	0,051	0,076	0,018	0,141	0,030	0,033
8.00-9.00	0,017	0,053	0,112	0,043	0,159	0,055	0,049
9.00-10.00	0,018	0,041	0,131	0,062	0,157	0,044	0,055
10.00-11.00	0,016	0,041	0,131	0,068	0,087	0,068	0,066
11.00-12.00	0,015	0,036	0,129	0,079	0,089	0,070	0,067
12.00-13.00	0,017	0,033	0,096	0,087	0,079	0,066	0,051
13.00-14.00	0,016	0,025	0,067	0,089	0,078	0,059	0,053
14.00-15.00	0,014	0,021	0,053	0,064	0,079	0,046	0,028
15.00-16.00	0,014	0,018	0,044	0,052	0,068	0,040	0,029
16.00-17.00	0,013	0,025	0,041	0,049	0,063	0,034	0,031
17.00-18.00	0,015	0,026	0,033	0,044	0,062	0,029	0,043
18.00-19.00	0,018	0,026	0,036	0,040	0,071	0,028	0,043
19.00-20.00	0,015	0,023	0,031	0,042	-	0,025	0,034
20.00-21.00	0,015	0,024	0,024	0,042	-	0,019	0,032
21.00-22.00	0,011	0,015	0,013	0,043	-	0,015	0,031
22.00-23.00	0,007	0,011	0,009	0,033	-	0,016	0,027

Таблица 4 – Загрузка эскалаторной установки в течение суток

Станция	Направление	Период года	День недели	Время работы с загрузкой, ч				
				< 10%	10-20%	20-30%	> 30%	
З-д им.Малышева	подъем	зимний	будний	16	2	0	0	
			летний	будний	17	1	0	0
			летний	выход	18	0	0	0
Спортивная	подъем	зимний	будний	14	3	1	0	
			летний	будний	16	2	1	0
			летний	выход	18	0	0	0
Исторический музей	спуск	зимний	будний	9	7	2	0	
			летний	будний	8	9	1	0
			летний	выход	16	2	0	0
	подъем	зимний	будний	9	7	1	1	
			летний	будний	8	5	5	0
			летний	выход	13	5	0	0
Университет	подъем	зимний	будний	0	8	2	3	
			летний	будний	1	10	2	0
			летний	выход	8	5	0	0
Пушкинская	спуск	зимний	будний	7	5	5	1	
			летний	будний	15	3	0	0
			летний	выход	18	0	0	0
	подъем	зимний	будний	7	4	5	2	
			летний	будний	13	4	1	0
			летний	выход	18	0	0	0

Как следует из табл.4, отдельные эскалаторные установки Харьковского метрополитена работают с использованием своей провозной способности менее чем на 10% до 18 часов в сутки в выходные дни («З-д им.Малышева», «Спортивная», «Пушкинская») и на 10-20% – до 10 часов («Университет», «Исторический музей»). Наибольшее использование провозной способности эскалатора (48%) наблюдается на станции «Университет» с 8.00 до 9.00 ч.

Учитывая вышеизложенное, можно утверждать, что на всех эскалаторных установках обследуемых станций имеется значительный резерв провозной способности, неэффективно используется ресурс эскалаторных установок. Исходя из величины и характера изменения коэффициентов загрузки эскалаторов во времени, целесообразно рассмотреть вопрос о регулировании скорости движения лестничного полотна в зависимости от интенсивности пассажиропотоков. Для реализации такого способа управления возможно применение ступенчатого регулирования или частотных преобразователей для плавного регулирования скорости движения лестничного полотна.

1. Андреев Н.К. Эскалатор для метро / Пат. России №2011627, В66В 23/02. Оpubл. БИ №8 от 30.04.94.

2. Шабайнович Н.В. Привод системы эскалаторов / А.с. СССР №1650556, В66В 21/02. Оpubл. БИ №19 от 23.05.91.

3. Бекасов В.И., Кутяин А.И., Еремеев Ю.М. Устройство для управления работой дорожек эскалатора / А.с. СССР №1371958, В66В 25/00. Оpubл. БИ №5 от 07.02.88.

4. Олейник М.А., Поминов И.Н. Эскалаторы. – М.: Машиностроение, 1973. – 256 с.

5. Еремеев Ю., Белов Е., Исаевич И., Барановская Т. Выбор оптимальной производительности эскалаторов // Метрострой. – 1989. – №1. – С. 23-25.

6. Адамович В.В., Бархин Б.Г., Варежкин В.А. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений: Учебник для ВУЗов. – М.: Стройиздат, 1984. – 543 с.

7. Правила устройства и безопасной эксплуатации эскалаторов. – М.: Металлургия, 1980. – 32с.

8. Якушкин И.М. Пассажирские перевозки на метрополитенах. – М.: Транспорт, 1982. – 175 с.

*Получено 21.01.2002*

УДК 62.50 : 65.013

В.Г.ПУЗИР, канд. техн. наук

*Українська державна академія залізничного транспорту, м.Харків*

### **ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕДРЕЙСОВОГО КОНТРОЛЮ ЛОКОМОТИВНИХ БРИГАД НА ДЛІВНИЦЯХ ОБЕРТАННЯ З ПІВЩИЩЕНОЮ ШВИДКІСТЮ**

Описані дослідження щодо визначення стану операторів у ергономічних людиномашинних системах. Важливість досліджень пов'язана з необхідністю організації перед-