

УДК 629.421.2.016.2

Гетьман Г.К., Арпуль С.В., Демчук Р.Н., Забарилко Д.А.

г. Днепропетровск

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕКТРОВЗОВ 2ЭС6 И 2ЭС10 НА ЛЬВОВСКОЙ Ж.Д.

Приведены результаты эксплуатационных испытаний электровозов производства ООО «Уральские локомотивы» в условиях Львовской ж.д.

Ключевые слова: электровоз, расчетный подъем, расчетная скорость, расчетная сила тяги, тяговая характеристика, критическая весовая норма.

В соответствии с Программой обновления локомотивного парка железных дорог Украины [1] «Укрзалізниця» планирует поставку на Львовскую железную дорогу грузовых электровозов 2ЭС6 и 2ЭС10 производства ООО «Уральские локомотивы».

В настоящее время грузовые перевозки на основном ходу Карпатского перевала осуществляются электровозами постоянного тока ВЛ11М. При этом в зависимости от массы состава используются схемы их ведения, показанные в табл. 1 (индекс у значений массы состава означает число электровозов, используемых для ведения поезда).

Так при массе состава 4600 т для ведения поезда на участке Лавочное – Воловец используется 4 электровоза ВЛ11М: три в голове и один в хвосте поезда.

Таблица 1

Критические нормы массы состава для участка Лавочное – Воловец

Участок	Расчетный подъем, ‰	Масса состава, т			
Лавочное – Воловец	27	1200 ¹	2400 ²	3600 ⁴	4600 ⁴
Воловец – Лавочное	30,5	1000 ¹	1800 ²	3000 ³	4000 ⁴

Грузовые электровозы производства ООО «Уральские локомотивы» представляют собой восьмиосные машины с нагрузкой на ось 25 т. Их основные технические характеристики представлены в табл. 2.

Таблица 2

Технические характеристики электровозов 2ЭС6 и 2ЭС10

Параметр	2ЭС6	2ЭС10
Номинальное напряжение на токоприемнике, кВ	3,0	3,0
Осевая формула	$2_0(2_0-2_0)$	$2_0(2_0-2_0)$
Масса служебная при 0,7 запаса песка, т	200	200
Конструкционная скорость, км/ч	120	120
Максимальная сила тяги при трогании, кН	670	750
Сила тяги продолжительного режима, кН	418	480
Скорость продолжительного режима, км/ч	51,0	57,0
Мощность продолжительного режима, кВт	6000	7600
Мощность рекуперативного тормоза, кВт	6600	8800
Мощность реостатного тормоза, кВт	5500	5600

Электровоз 2ЭС6, тяговая характеристика которого представлена на рис. 1, оборудован коллекторными тяговыми двигателями с независимым возбуждением.

Электровоз 2ЭС10 (см. рис. 2) оборудован асинхронными тяговыми двигателями, мощность электровоза в продолжительном режиме составляет 7600 кВт (см. табл. 2).

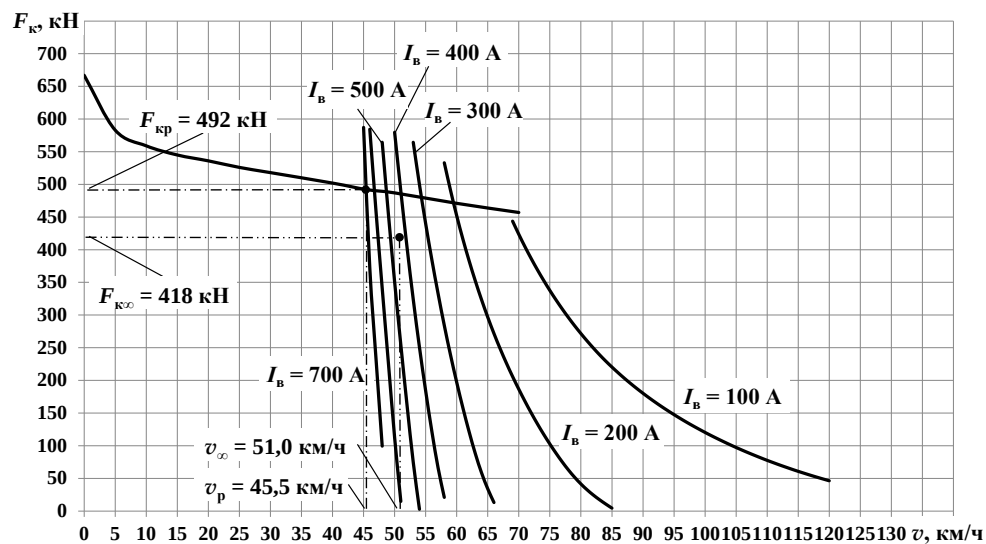


Рис. 1. Тяговая характеристика электровоза 2ЭС6

Согласно данным завода изготовителя конструкция электровозов обеспечивает снижение трудоемкости ремонтных работ на 15%, а межремонтные пробеги увеличены

на 50%. Улучшены тяговые и тормозные характеристики электровозов и условия работы локомотивных бригад.

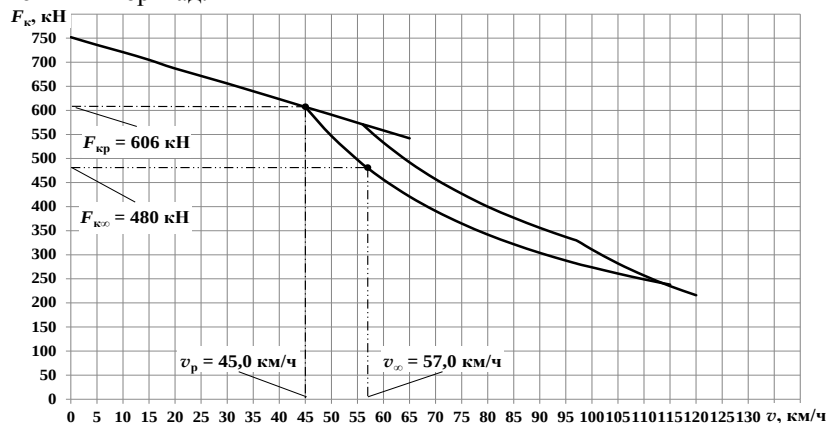


Рис. 2. Тяговая характеристика электровоза 2ЭС10

Сравнительные данные параметров расчетного режима электровозов ВЛ11М, 2ЭС6 и 2ЭС10 наглядно демонстрируют превосходство последних (см. табл. 3, в таблице использованы следующие обозначения: v_p – расчетная скорость; $F_{кр}$ – расчетная сила тяги; P – масса электровоза; ψ_k – расчетный коэффициент сцепления), а расчеты масс составов для лимитирующих участков Львовской ж.д., выполненные в соответствии с действующими Правилами тяговых расчетов [2], показали, что масса составов грузовых поездов может быть увеличена, по сравнению с электровозами ВЛ11М, на 100÷150 т для электровозов 2ЭС6 и на 500÷550 т для электровозов 2ЭС10 (см. табл. 4).

Таблица 3.

Параметры расчетного режима электровозов ВЛ11М, 2ЭС6 и 2ЭС10

Параметр	ВЛ11	2ЭС6	2ЭС10	2ЭС6/ВЛ11, %	2ЭС10/ВЛ11, %
v_p , км/год	46,7	45,5	45	– 2,6	– 3,6
$F_{кр}$, кН	451	492	606	9,1	34,4
P , т	184	200	200	8,7	8,7
ψ_k	0,250	0,251	0,309	0,4	23,6

Таблица 4.

Расчетные массы составов для электровозов 2ЭС6 и 2ЭС10 на участках Львовской ж. д.

Схема ведения поезда	Участок	
	Лавочное – Воловец	Воловец – Лавочное
	($i_p = 27 \text{ ‰}$)	($i_p = 30,5 \text{ ‰}$)
ВЛ11М	1400	1200
2ЭС6	1550	1350
2ЭС10	2000	1750

Для подтверждения расчетных данных на участке Лавочное – Воловец выполнены опытные поездки с предоставленными ООО «Уральские локомотивы» в распоряжение «Укрзализныци» электровозами 2ЭС6 № 147 и 2ЭС10 № 012.

В процессе проведения испытаний измерялись следующие величины: напряжение в контактной сети; входные токи тяговых преобразователей; сила тяги электровозов; линейная скорость движения; продолжительность боксования колесных пар; температура обмотки статора асинхронных тяговых электродвигателей (для электровоза 2ЭС10); температура обмоток якоря и возбуждения тяговых двигателей (для электровоза 2ЭС6); сигналы подачи песка; расход электроэнергии.

Измерения производились с помощью измерительной аппаратуры микропроцессорной системы управления и диагностики электровозов 2ЭС6 и 2ЭС10 за исклю-

чением температуры обмоток тяговых двигателей электровоза 2ЭС6. Последняя определялась с помощью приборов тягово-энергетической вагон-лаборатории с использованием характеристик тепловых параметров тягового двигателя электровоза 2ЭС6. Последние были определены по результатам квалификационных испытаний тягового двигателя ЭДП 810 У1 [3] согласно методикам, приведенным в [4, 5].

Программа испытаний предусматривала вождение поездов с использованием электровоза 2ЭС10 (в голове поезда) и электровоза 2ЭС6 (в качестве толкача). Масса состава в первых опытах соответствовала требованиям действующих Правил тяговых расчетов для поездной работы, т.е. данным первой строки табл. 5. В случае положительных результатов опытов масса поездов для дальнейших испытаний увеличивалась согласно данным табл. 5.

Таблица 5.

Масса состава грузовых поездов в опытных поездках с электровозами 2ЭС6 и 2ЭС10

Номер поездки	Лавочное – Воловец	Воловец – Лавочное
	Масса состава, т	
1	3500	3000
2	4000	3500
3	4500	4000
4	5000	4500

Критическая масса состава устанавливалась как наибольшая масса, при которой возможно вождение поездов на данном участке с выполнением нормативов по нагреву обмоток тяговых двигателей; возможности ведения поездов при работе электровоза на границе сцепления в случае неблагоприятных метеорологических условий; скорости проследования по расчетному подъему.

Критическая масса состава удовлетворяет требованиям по нагреву тяговых двигателей, если зарегистрированные во всех опытных поездках максимальные значения приведенной к температуре окружающей среды температуры перегрева лимитирующих обмоток тягового двигателя ниже установленных заводом-изготовителем значений не меньше, чем на 5 °С.

По данным завода-изготовителя для обмоток тяговых двигателей установлены следующие температуры перегрева:

- электровоз 2ЭС6: обмотка якоря – 160 °С; обмотка возбуждения – 180 °С;
- электровоз 2ЭС10: обмотка статора – 200 °С.

Согласно [6] работа электровоза на границе сцепления допускается только на лимитирующем участке при неблагоприятных метеорологических условиях и характеризуется периодической пробуксовкой колесных пар, устраняемой импульсной подачей песка. Не допускается разное боксование любой оси и ликвидация боксования применением прямодействующего тормоза. Полученные из опыта обобщенные показатели проскальзывания колесных пар не должны превышать соответствующих рациональному режиму эксплуатации электровозов ВЛ11 приведенные в [6].

При выбранной критической массе состава должно обеспечиваться следование поезда по руководящему подъему без снижения скорости ниже расчетной. Согласно данным тяговых характеристик электровозов 2ЭС6 и 2ЭС10 (см. рис. 1 и 2) расчетная скорость принята равной 45 км/ч.

В период с 22.02.2012 по 24.03.2012 согласно программе и методике испытаний с поездами различной массы и электровозами 2ЭС6 №147 и 2ЭС10 №012 было проведено 40 опытных поездок.

В табл. 6 приведены данные, полученные в ходе ряда опытных поездок с поездами массой 4300÷4900 т на участке Лавочное – Воловец. При ее составлении использованы следующие обозначения: Q – масса состава; n – число вагонов в составе; n_o – число осей в составе; τ – температура обмоток тяговых двигателей; v_p – расчетная скорость движения; T_d – отношение среднего по электровозу значения времени боксова-

ния колёсной пары к общему времени работы в режиме тяги; N_d – среднее число одновременно боксующих колёсных пар; T_p – относительная продолжительность подачи песка. Значения τ , T_p , N_d и T_p без скобок соответствуют электровозу 2ЭС10, а в скобках – электровозу 2ЭС6.

Таблица 6.

Данные опытных поездок на участке Лавочное – Воловец

№ п/п	№ поезда	Q, т	n, ваг	n_o , осей	τ , °C	v_p , км/ч	T_p , %	N_d , ед.	T_p , %
1	2145	4340	54	216	82 (44)	47	0,08 (0,17)	1 (1)	65,85 (45,54)
2	2145	4340	54	216	95 (47)	47	0,03 (0)	1 (0)	67,34 (12,38)
3	1615	4547	50	216	106 (48)	45	0 (0,39)	0 (1)	88,54 (66,90)
4	1615	4547	50	216	108 (46)	45	0,25 (0,05)	1 (1)	76,26 (63,22)
5	1615	4547	50	216	102 (51)	47	0 (0,21)	0 (1)	61,96 (45,61)
6	1639	4910	55	225	101 (52)	38	0,03 (1,25)	0 (2)	83,5 (69,45)

Анализ данных табл. 6 показывает, что максимальная температура обмоток тяговых двигателей во всех поездках находилась в пределах допустимых значений. Движение на расчетном подъеме (1632,24...1633,13 км) осуществлялось со скоростью, близкой к расчетной (примерно 47 км/ч). Проскальзывание колесных пар испытываемых электровозов соответствует экономному режиму нагружения по сцеплению, а продолжительность подачи песка для электровоза 2ЭС10 №012 соответствует интенсивному режиму, а электровоза 2ЭС6 №147 – рациональному.

Следует отметить, что с поездом массой 4500÷4600 т проведено 12 опытных поездок. Из них последние три, проведенные после настройки специалистами завода аппаратов защиты электровоза 2ЭС6, можно считать положительными.

На основании изложенного для рассматриваемого участка при вождении поездов электровозами 2ЭС10 (в голове) и 2ЭС6 (толкач) критическую массу состава можно принять равной 4600 т. Напомним, что для вождения поездов такой массы используется 4-е электровоза ВЛ11М (см. рис. 3).

На рассматриваемом участке проводились опыты при схеме ведения поезда, показанной на рис. 3б.

Данные опытов показывают, что при использовании поездного электровоза 2ЭС10 и двух электровозов-толкачей 2ЭС6 или ВЛ11М на данном участке критическая масса может быть принята равной 5400 т.

Для участка Воловец – Лавочное критическую массу состава (при схеме ведения поезда 2ЭС10 в голове и 2ЭС6 в хвосте) можно принять равной 3800 т.

По предварительным данным службы локомотивного хозяйства Львовской ж.д. при суточных размерах движения 17 пар поездов снижение эксплуатационных расходов составит приблизительно 70 млн. гривен в год.

Экономия капитальных вложений на обновление локомотивного парка обусловлена тем, что высвобождаемые электровозы ВЛ11М могут быть использованы взамен выработавших свой ресурс и подлежащих исключению из инвентарного парка электровозов постоянного тока.

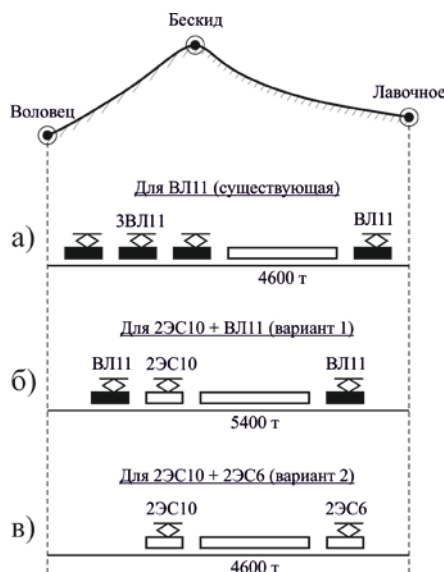


Рис. 3. Схемы вождения поездов на участке Лавочное – Воловец

Л и т е р а т у р а

1. Програма оновлення локомотивного парку залізниць України на 2012 – 2016 роки. Затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 1 серпня 2011 р. № 840.
2. Правила тяговых расчетов для поездной работы (ПТР). – М.: Транспорт, 1985. – 287 с.
3. Протокол квалификационных испытаний тягового электродвигателя постоянного тока ЭДП 810 У1 для грузового электровоза 2ЭС4К (ТХ.218.1000). Харьков, 2006. – 34 с.
4. Розенфельд В. Е. Теория электрической тяги / В. Е. Розенфельд, И. П. Исаев, Н. Н. Сидоров. – М.: Транспорт, 1983. – 328 с.
5. Гетьман Г. К. Теория электрической тяги: монографія: в 2 т. / Г. К. Гетьман – Дн-вск: Изд-во Маковецкий, 2011. Т.2. – 364 с.
6. Временная методика и инструкция по проведению опытных поездок для определения критических норм масс грузовых поездов при электровозной тяге. Утверждены ЦЗ 29.03.1995 г.

Наведено результати експлуатаційних випробувань електровозів виробництва ТОВ «Уральські локомотиви» в умовах Львівської залізниці.

Ключові слова: електровоз, розрахунковий підйом, розрахункова швидкість, розрахункова сила тяги, тягова характеристика, критична вагова норма.

The results of operating tests of electric locomotives made by LTD. «The Ural locomotives» in the conditions of the Lviv railway are driven to the article.

Keywords: electric locomotive, calculation getting up, on-speed, calculation tractive force, hauling description, critical gravimetric norm.

Гетьман Г. К. – д.т.н., проф., зав. каф. «Електроподвижной состав железных дорог», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. академика В. Лазаряна, г. Днепропетровск, Украина.

Арпуль С. В. – к.т.н., доц. кафедры «Електроподвижной состав железных дорог», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. академика В. Лазаряна, г. Днепропетровск, Украина.

Демчук Р. Н. – аспирант кафедры «Електроподвижной состав железных дорог», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. академика В. Лазаряна, г. Днепропетровск, Украина.

Забарило Д. А. – аспирант кафедры «Електроподвижной состав железных дорог», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. академика В. Лазаряна, г. Днепропетровск, Украина.