

В. Г. Дзюман, В.Г. Сиченко, В.Г. Кузнецов, Т.І. Кирилюк. Дослідження роботи системи електропостачання постійного струму при пропуску здвоєних поїздів. = Електротехніка і електромеханіка. № 3, 2011. с. 74-76

УДК 621.331

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ПРИ ПРОПУСКУ ЗДВОЄНИХ ПОЇЗДІВ

**Дзюман Віктор Григорович
Сиченко Віктор Григорович
Кузнецов Валерій Геннадійович
Кирилюк Тетяна Ігорівна**

Дзюман Віктор Григорович, Сиченко Віктор Григорович, Кузнецов Валерій Геннадійович, Кирилюк Тетяна Ігорівна. Дослідження роботи системи електропостачання постійного струму при пропуску здвоєних поїздів. В статті приведені результати дослідження впливу графіка пропуску здвоєних потягів на деякі параметри системи тягового електропостачання (напруги та струму в контактній мережі) . Надані рекомендації на перспективу для підвищення напруги в середині фідерної зони та для запобігання відпуску контактних проводів.

Дзюман Виктор Григорьевич, Сыченко Виктор Григорьевич, Кузнецов Валерий Геннадиевич, Кирилюк Татьяна Игоревна. Исследование работы системы электроснабжения постоянного тока при пропуске сдвоенных поездов. В статье приведены результаты исследования влияния графика пропуска сдвоенных поездов на некоторые параметры системы тягового электроснабжения (напряжения и тока в контактной сети). Предоставлены рекомендации на перспективу для повышения напряжения в середине фидерной зоны и для предотвращения отпуска контактных проводов.

Dzyuman Victor Grigorievich, Sichenko Victor Grigorievich, Kuznetsov Valeriy Gennadievich. Kirilyuk Tatiana Igorevna. The study of the electrical system DC at the pass of double trains. The results of investigation of the effect of double check the schedule of trains on some parameters of the traction power supply (voltage and current in the contact network). Provided recommendations for the future to boost the voltage in the middle of the feed zone and to prevent the release of contact wires.

Ключові слова: графік руху потягів, система тягового електропостачання, контактна мережа, підвищена напруга.

Ключевые слова: график движения поездов, система тягового электроснабжения, контактная сеть, повышенное напряжение.

Key words: schedule of trains, traction power supply system, contact network, increased voltage.

Особенностью работы тяговых систем энергоснабжения является, как известно, непрерывное изменение тяговых нагрузок как по величине, так и месту их расположения. Тяговыми нагрузками являются токи, потребляемые движущимися электровозами. Изменение тяговых нагрузок зависит от режима работы электровоза, характеристик двигателей, веса поезда, профиля пути, графика движения. Суммарная величина тяговых нагрузок определяется нагрузками отдельных поездов, количеством и расположением поездов, которые одновременно находятся на участке. Изменение режима работы и

места расположения электровоза одного поезда оказывает влияние на режим работы электровозов других поездов, находящихся на линии в зоне питания смежных подстанций, и отражается на величине напряжения в контактной сети. Ряд вопросов, связанных с режимом напряжения на электрических железных дорогах и имеющих большое практическое значение, до последнего времени оставался нерассмотренным. К этим вопросам относится решение практических задач организации движения сдвоенных поездов под углом зрения наиболее целесообразного по условиям работы системы энергоснабжения расположения между тяговыми подстанциями поездов тех или иных категорий в разном их сочетании и с разными интервалами времени попутного следования [3]. Эти вопросы приобретают особую актуальность, когда параметры системы энергоснабжения были установлены для условий движения поездов нормального веса, предусмотренного в графике движения, а фактически на линии организовано движение поездов повышенного веса по сравнению с установленной нормой. Особую важность приобретает эта задача для электрифицированных участков в период роста на них размеров перевозок и значительного заполнения пропускной способности участков. В этих условиях для обеспечения пропуска возросшего грузопотока применяются методы форсированного использования провозной способности электрифицированных линий. К числу этих методов относится организация движения части поездов удвоенного или повышенного веса. В то же время на графике имеются поезда нормального и более легкого веса.

Пачковое движение тяжеловесных поездов на электрифицированных линиях может привести на отдельных участках к снижению скорости движения поездов, вследствие длительного понижения напряжения. Подобные режимы работы системы энергоснабжения могут в отдельных случаях вызывать даже затруднения в эксплуатационной работе. Это определяется тем, что времена хода поездов, закладываемые в графики движения, устанавливаются исходя из неизменной расчетной величины напряжения вдоль пути следования электровоза за период работы его по автоматической характеристике.

С целью исследования изменения некоторых параметров системы тягового электроснабжения постоянного тока (напряжения и токов в контактной сети) в зависимости от графика пропуска тяжеловесных поездов были произведены замеры уровней напряжения на действующем участке железной дороги П, где организовано движение сдвоенных поездов. В табл.1 приведены характеристики участка.

Таблица 1

Характеристики исследуемых перегонов

Характеристики	ПСК	Длина перегона, км	Контактная подвеска	Профиль пути
Перегон				
Н-С	на 56 км	27	М-120+2МФ-100+А-185	равнинный
Р-К	на 12 км	24	М-120+2МФ-100+2А-185	постоянный подъём в сторону К

Для замеров уровней напряжения были установлены самописцы на: ПСК Б и ПСК 12. В табл.2 и табл.3 приведены фрагменты графика движения поездов и уровни напряжений на соответствующем перегоне. Фрагмент графика поездов и таких замеров представлены в табл. 2 и табл. 3

Таблица 2

Фрагмент графика движения поездов

№	№ поезда	Вес поезда	ПСК - Б	ПСК-12 км
1	2	3	4	5
28.09.09				
1.	2	5370	12:20	-
2.	4	5384	13:00	-
3.	6/8 (сдвоенный)	10628	14.16	15:10
4.	10	5501	15:30	16:20
5.	12	5107	15:45	16:35
6.	14	5186	20:40	21:20
7.	16	5431	21:10	21:45
8.	18	5095	23:20	23:45
9.	20	4647	23:30	00:10
13.10.09				
1.	22	4269	12:42	13:00
2.	24	3911	12:55	13:12

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
3.	26/28 (сдвоенный)	5423/5417=10840	17:58	18:15
14.10.09				
4.	30/32 (сдвоенный)	10883	3:14	3:40
5.	34	3981	8:42	8:48
6.	36	3783	9:00	9:18
7.	38	4909	9:12	9:40
8.	40/42	10973	16:15	16:25
9.	44	5392	16:22	16:40
15.10.09				
10.	46/48	10640	06:50	07:00
11.	50	5014	07:42	08:12
	52	5542	10:18	10:38

Таблица 3

Фрагмент замера уровней напряжений на перегоне Н -С

Дата и время включения	Время (час,мин.)	U,кВ	Продолжительность, (мин)
28.09.2009г. 12 ⁰⁷			
	12 ¹⁰	2,7	4
	12 ¹⁴	3,2	6
	12 ³²	2,56	2
	12 ³⁸	2,9	3
	12 ⁴⁰	3,2	25
	13 ¹²	2,7	4
	13 ¹⁸	3,1-3,2	45
	14 ¹⁴	2,4	7
	14 ¹⁶	2,24	7
	14 ²⁰	2,9	1
	14 ³⁰	3,2	50
	15 ¹⁸	2,56	15
	15 ³⁹	2,53	4
	15 ⁴⁰	2,9	10
	15 ⁵⁰	3,2	18
	16 ¹⁰	2,9-3,1	2час28мин
	18 ³⁸	2,9	8
	19 ¹³	2,7	2
	19 ⁵⁶	3,1-3,3	10
	20 ⁰²	3,3	5
	20 ⁰⁷	3,5	1час14мин
	21 ⁵⁷	2,9	5
	22 ⁰²	2,65	5
	22 ¹⁰	3,0	2
	22 ¹²	3,2-3,45	1час48мин
	0 ⁰⁰	3,55	10

При наложении данных замеров уровней напряжений, с расшифрованных лент, на исполненный график движения грузовых поездов было отмечено:

Перегон Н – С, ПСК – Б.

1. При следовании сдвоенных грузовых поездов весом $10000 \div 12000$ т напряжение в контактной сети, в середине фидерной зоны, понижается до 2,2-2,4кВ, что ниже норм ПТЭ [1].

(См. 28.09.09, поезд №1904/34, весом 10628т, время-14¹⁴-14¹⁶).

2. При следовании грузовых поездов на этой фидерной зоне весом 5000т и более с интервалом движения 15 мин напряжение в контактной сети, в середине фидерной зоны, понижается до 2,5кВ, что также ниже норм ПТЭ. [1].

(См. 28.09.09, поезд №2370, весом 5501т, время-15³⁰,
поезд №3072, весом 5107т, время-15⁴⁵).

Перегон Р – К, ПСК – 12.

1. При следовании сдвоенных грузовых поездов весом $10000 \div 12000$ т напряжение в контактной сети, в середине фидерной зоны, понижается до 2,5-2,6кВ, что ниже норм ПТЭ [1].

(См. 28.09.09, поезд №1904/34, весом 10628т, время-15¹⁰-15⁵⁷).

2. При следовании грузовых поездов на этой фидерной зоне весом 5000т и более с интервалом движения 15 мин (интервал движения грузовых поездов по тяговым расчетам ДН-1 должен быть не менее 18мин) напряжение в контактной сети, в середине фидерной зоны, понижается до 2,6кВ, что также ниже норм ПТЭ. [1].

(См. 28.09.09, поезд №2370, весом 5501т, время-16²⁰,
поезд №3072, весом 5107т, время-15³⁵).

Для замеров тяговых токов были установлены самописцы на фидерах ФА-1 и ФА-3. Фрагменты таких замеров представлены в табл. 3 и табл. 4.

Таблица 4

Фрагмент замера тяговых токов фидера ФА-3

Дата и время включения	Время (час, мин.)	$\pm I, A$	Продолжительность, (мин)
14.10.2009	16 ⁰⁷ -16 ¹⁰	-1200÷-400	3
	16 ¹⁰ -16 ¹⁵	-400÷-80	5
	16 ¹⁵ -16 ²⁵	-80÷-3300	10
	16 ²⁰ -16 ³⁰	-3300÷-500	2
15.10.2009	6 ⁴⁰ -6 ⁵⁰	0÷-400	10
	6 ⁵⁰ -7 ⁰⁰	-400÷-2640	10
	7 ⁰⁰ -7 ⁰²	-2640÷+120	2

Таблица 5

Фрагмент замера тяговых токов фидера ФА-1

Дата и время включения	Время (час, мин.)	$\pm I, A$	Продолжительность, (мин)
13.10.2009г. 13 ²⁵			
	15 ⁵⁸ -16 ⁰⁰	0÷+160	2
	16 ⁰⁰ -16 ⁰³	+160÷+1600	3
	16 ⁰³ -16 ⁰⁸	+1600÷+2990	5
	16 ⁰⁸ -16 ²⁷	+2990÷+50	19
	16 ²⁷ -17 ¹⁴	+50÷+480	47
14.10.2009	16 ⁰⁵ -16 ¹⁰	-200÷+2100	5
	16 ¹⁰ -16 ¹⁸	+2100÷+1760	8
	16 ¹⁸ -16 ²⁰	+1760÷+2660	8
	16 ²⁰ -16 ³⁰	+2660÷+80	10
15.10.2009	6 ⁴⁰ -6 ⁵⁰	+680÷-160	10
	6 ⁵⁰ -6 ⁵⁴	-160÷+2480	4
	6 ⁵⁴ -7 ¹⁷	-2480÷+300	23
	7 ¹⁷ -8 ¹⁵	+300÷0	58

Фидер ФА-3:

При следовании сдвоенных грузовых поездов весом 10000÷12000т. тяговый ток фидера ФА-3 на тяговой подстанции ЭЧЭ-48 достигает 2,5÷3,3 кА, продолжительностью от 10 до 16 минут, что превышает допустимые длительные токи (норма допустимых длительных токов, согласно ПСУ контактной сети постоянного тока при 15% её износе, для подвески

М-120+2МФ-100+А-185 должна быть не более 2120 А). Допускается перегруз в 1,3 раза в течении не более 3 мин. (2120×1,3=2756 А). В данном случае - время перегрузки значительно больше (16-3=на 13 мин.)

(См. 14.10.09, поезд №1912/42, весом 10883т., время 3¹⁴÷3³⁰, поезд №1906/36 весом 10677т., время 16¹⁵÷16²⁵,

15.10.09, поезд № 1902/32, весом 10640т., время 6⁵⁰÷7⁰⁰).

Фидер ФА-1:

При следовании сдвоенных грузовых поездов весом 10000÷12000т. тяговый ток фидера ФА-1 на тяговой подстанции ЭЧЭ-48 достигает 2,6÷2,9 кА, продолжительностью от 5 до 8 минут, что превышает допустимые длительные токи (норма допустимых длительных токов, согласно ПСУ контактной сети постоянного тока при 15% её износе, для подвески М-120+2МФ-100+2А-185 должна быть не более 2710 А). Допускается перегруз в 1,3 раза в течении не более 3 мин. (2710×1,3=2523 А). В данном случае - время перегрузки больше (8-3=на 5 мин.)

(См. 13.10.09, поезд №1906/36, весом 10840т., время 16⁰³÷16⁰⁸,

14.10.09 поезд №1906/36 весом 10973т., время 16¹⁵÷16²⁵,

15.10.09, поезд № 1902/32, весом 10640т., время $6^{50} \div 7^{00}$).

Выводы

1. При следовании сдвоенных грузовых поездов весом 10000т и более, а также весом 5000т и более с интервалом движения между поездами менее 18мин, в четном направлении, по участкам: Н - С, Р - К напряжение в контактной сети понижается до 2,2-2,4кВ (по ПТЭ не менее 2,7кВ) и ставит, из-за этого, в затруднительное положение машинистов грузовых поездов.

2. Тяговые токи, при этом, достигают величин 2,7-3,3кА, что превышает допустимые длительные токи контактной подвески и медные провода подвергаются отжигу.

В качестве рекомендаций на перспективу можно предложить для поднятия напряжения в середине фидерной зоны Н - С, планировать на ст. Б установку комплектной одноагрегатной тяговой подстанции. Для частичного поднятия напряжения в середине фидерной зоны Н - С, учитывая расход активной электроэнергии на тягу поездов за июнь, июль и август месяца 2009г., необходимо переключить анцапфы тяговых трансформаторов на ЭЧЭ С из первого положения во второе.

Для предотвращения отжига контактных проводов на участке Р - К необходимо откорректировать интервалы движения поездов в соответствии с ограничениями системы тягового электроснабжения.

Список литературы:

1. Правила улаштування та технічного обслуговування контактної мережі електрифікованих залізниць. ЦЕ-023: Затв.: Наказ Укрзалізниця 20.11.2007 № 546-Ц [Текст] / ЦЕ УЗ.-К.:Укрзалізниця,2008.-208с.

2. Марквардт, К. Г. Электроснабжение электрифицированных железных дорог [Текст] / К.Г. Марквардт.-М.:Транспорт,1982.-528с.

3. Сотников, Е. А. История развития системы управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте [Текст] / Е.А. Сотников, Д.Ю. Левин, Г.А. Алексеев.-М.:Техноинформ,2007.-237с.