

дять о правильности полученных данных и об эффективности работы вагона в составе поезда. В противном случае необходимо проводить дополнительные исследования с большим количеством данных.

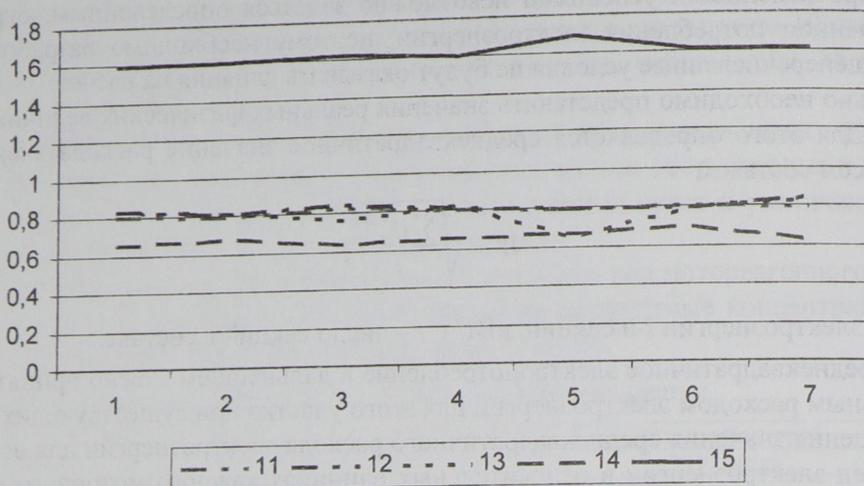


Рисунок 2 – График электропотребления моторными вагонами в одном составе на разных маршрутах при неравномерном распределении электропотребления: 11–15 – номера секций в составе

Причинами увеличенного электропотребления (по результатам статистических данных) могут быть:

- неудовлетворительное состояние электрооборудования вагонов (38 %);
- неудовлетворительное состояние механического оборудования, повышенное сопротивление движению (26 %);
- погрешность учетных приборов электроэнергии (счетчики электрической энергии) (36 %).

УДК 621.311.1; 621.315.1 : 629.423

ВЗАИМНОЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ КОНТАКТНОЙ СЕТИ И ЛИНИЙ ПРОДОЛЬНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОЛЬНОМ РАСПОЛОЖЕНИИ ЦЕПЕЙ

В. С. МОГИЛА, С. Г. ДОДОЛЕВ

Белорусский государственный университет транспорта

На электрифицированных железных дорогах при сближении контактной сети (КС) и линий электропередач (ЛЭП) возникают значительные электростатические влияния на ЛЭП, что ухудшает в них качество электроэнергии. Проблема обеспечения электромагнитной совместимости тяговой сети, линий автоблокировки и продольного электроснабжения является весьма острой, так как последние часто располагаются параллельно контактной подвеске.

Существующие методики расчета наведенного в ЛЭП потенциала предназначены для решения задач электростатики. Нами предлагается модель взаимного электростатического влияния двух однопроводных ЛЭП, расположенных произвольным образом относительно друг друга. Проведенные исследования позволяют заключить, что увеличение числа участков, на которые при расчете условно разбиваются ЛЭП, приводит к снижению погрешности, с которой определяются наведенные потенциалы. Следовательно, при бесконечно большом числе участков и их бесконечно малой длине погрешность расчетов будет стремиться к нулю. Это позволило разработать методику определения наведенных потенциалов, в которой исключена необходимость в разбиении расходящихся или сходящихся линий на отдельные участки. Расчетная схема, позволяющая перейти к аналитическому определению потенциалов в ЛЭП, идущей под углом к проводам контактной сети, приведена на рисунке 1.

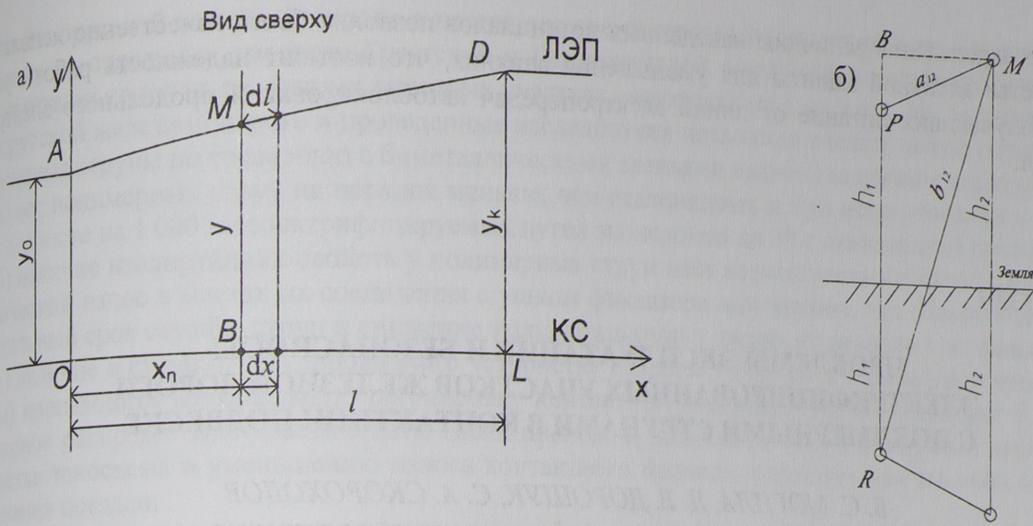


Рисунок 1 – Расчетная схема участка: а – схема расположения проводов; б – схема для определения потенциальных коэффициентов на участке dx . $OA = y_0$ – расстояние между линиями в начале участка, $LD = y_k$ – расстояние между линиями в конце участка, B – произвольная точка на участке OL на расстоянии x от начала линии; h_1, h_2 – высоты подвеса проводов; a_{12} – расстояние между проводами; b_{12} – расстояния между зеркальными отображениями проводов и проводами смежной линии

Вследствие того, что рассматриваемые линии однородны, а пространство между ними предполагается однородным и анизотропным, для расчета наведенных в них потенциалов можно использовать принцип суперпозиции. При этом одна из линий, например OL , принимается оказывающей влияние, а другая, линия AD , – подверженной влиянию на отрезке dx . Участки dx и dl вследствие их малости можно считать параллельными. Далее расчет потенциалов в линии AD может быть проведен методом анализа электрических цепей. Коэффициенты групп формул Максвелла в этом случае являются функциями от x . Матрицы коэффициентов представляются в виде $[\alpha(x)]$, $[\beta(x)]$ и $[c(x)]$.

Предлагаемая методика рассмотрена на примере расчета влияния однопутного участка $КС$ на однопроводную ЛЭП, расположенных под некоторым углом друг к другу. Наведенные потенциалы определены численным и аналитическим методами. Результаты вычислений представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Среднее значение наведенного напряжения контактной сетью в продольной линии электропередачи (длина линии 2 км)

Число разбиений участка, шт.	Значение наведенного напряжения, В	
	определено разбиением на многополосники	найден аналитически
1	$378,957 - j9,448 \cdot 10^{-5}$	$572,399 - j1,667 \cdot 10^{-6}$
2	$497,724 - j1,576 \cdot 10^{-6}$	$572,399 - j1,794 \cdot 10^{-6}$
3	$532,493 - j1,712 \cdot 10^{-6}$	$572,399 - j1,774 \cdot 10^{-6}$
4	$548,516 - j1,741 \cdot 10^{-6}$	$572,399 - j1,807 \cdot 10^{-6}$
5	$556,619 - j1,780 \cdot 10^{-6}$	$572,399 - j1,809 \cdot 10^{-6}$
8	$565,996 - j1,794 \cdot 10^{-6}$	$572,399 - j1,811 \cdot 10^{-6}$
10	$568,263 - j1,801 \cdot 10^{-6}$	$572,399 - j1,812 \cdot 10^{-6}$
15	$570,543 - j1,812 \cdot 10^{-6}$	$572,399 - j1,817 \cdot 10^{-6}$
20	$571,351 - j1,813 \cdot 10^{-6}$	$572,399 - j1,813 \cdot 10^{-6}$
30	$571,932 - j1,813 \cdot 10^{-6}$	$572,399 - j1,813 \cdot 10^{-6}$
50	$572,230 - j1,814 \cdot 10^{-6}$	$572,399 - j1,813 \cdot 10^{-6}$
100	$572,357 - j1,814 \cdot 10^{-6}$	$572,399 - j1,813 \cdot 10^{-6}$

Анализ результатов, приведенных в таблице 1, показывает, что для достижения достаточной степени точности при разбиении линии на отдельные участки (см. первый столбец) необходимо большое число элементарных участков (от 20 до 30), а при аналитическом (см. второй столбец) определении степени взаимного влияния нет необходимости в разбиении линии на участки. Предлагаемый аналитический метод расчета является универсальным, точным и менее трудоемким.

Аналогичные расчеты были проведены также для параллельных проводов, расположенных на расстояниях 10 и 50 м друг от друга соответственно. Результаты расчета среднего значения наведенного потенциала в проводе, подверженном влиянию, подтверждают справедливость применения предлагаемой методики и для частных случаев.

Точное определение величины наведенных потенциалов позволит более качественно использовать средства активной защиты для уменьшения влияния, что повысит надежность работы устройств, получающих питание от линий электропередач автоблокировки и продольного электропитания.

УДК 623.332.1

ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ УЧАСТКОВ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ С ПОЛИМЕРНЫМИ СТРУНАМИ В КОНТАКТНОЙ ПОДВЕСКЕ

В. С. МОГИЛА, Д. В. ДОРОЦУК, С. А. СКОРОХОДОВ
Белорусский государственный университет транспорта

В области исследования надежности работы контактной сети и ее элементов электрифицированных железных дорог к настоящему времени накоплен значительный опыт. Первые отечественные исследования надежности систем электроснабжения транспорта были осуществлены еще в первой половине XX века. В научных работах в основном исследуется надежность устройств системы электроснабжения, методы определения надежности оборудования и сетей электроснабжения, основные критерии надежности. Исследованию работоспособности самой контактной подвески с элементами из полимерных материалов и разработке мероприятий по повышению ее долговечности, надежности и безопасности внимания практически не уделяется, несмотря на опыт эксплуатации, который показывает, что наиболее слабыми звеньями контактной сети являются элементы контактной подвески.

Объективный показатель надежности контактной сети должен быть, в первую очередь, увязан с главным требованием, предъявляемым к транспорту, – обеспечение бесперебойности движения подвижного состава. Этот показатель как в целом для контактной сети, так и для ее основных узлов может служить основой для всесторонней оценки надежности и разработки мероприятий по совершенствованию системы электроснабжения.

На основании статистических данных по эксплуатации контактной подвески России и Беларуси за последние 10 лет проведен анализ надежности основных элементов контактной сети электрифицированных железных дорог. Распределение повреждений по элементам приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение повреждений по основным элементам контактной подвески

Элемент контактной подвески	Количество повреждений, %	Элемент контактной подвески	Количество повреждений, %
Воздушные стрелки	3,4	Провода, тросы	24,6
Зажимы	18,8	Разрядники, разъединители	4,0
Изоляторы	21,3	Секционные изоляторы	2,1
Опоры	1,4	Струны	8,6
Поддерживающие конструкции	7,1	Прочие устройства	8,7
Итого			100

Значительное количество повреждений контактной сети происходит при гололедах, сильных ветрах, грозах, низких температурах или резких перепадах температур. Наиболее неблагоприятные условия для контактной сети – сочетание гололеда с ветром, а также резкое понижение температуры. Удельное число повреждений контактной сети, вызванных метеорологическими условиями, за последние годы составляет около 50 % от общего их количества.

Эксплуатируемая в настоящее время на Белорусской железной дороге контактная подвеска с полимерными струнами не вполне удовлетворяет требованиям надежности и безопасности. Изменение скоростей движения и других условий эксплуатации электрифицированных участков железной дороги требуют дополнительного исследования работоспособности существующей контактной подвески с полимерными струнами, а также разработки состава полимерного материала, удовлетворяющего необходимым требованиям.