

А. БЯЛОНЬ, П. ГРАДОВСКИ (Отделение управления железнодорожным движением и телеинформатики. Научно-технический центр железнодорожного транспорта, Польша)

ВЛИЯНИЕ ПОМЕХ ОТ ЛОКОМОТИВОВ БОЛЬШОЙ СКОРОСТИ НА УСТРОЙСТВА СЦБ

Розглянуто питання впливу завод на пристрої СЦБ від локомотивів великої швидкості.

Рассмотрены вопросы влияния помех на устройства СЦБ от локомотивов большой скорости.

The questions of influencing of hindrances on the STSB devices from the locomotives of high speed are considered.

Введение

Новейшие железнодорожные тяговые поезда не должны оказывать вредное влияние на окружающую среду. Это касается не только экологии, но прежде всего технических аспектов влияния. Имеется ввиду влияние на другие ж.-д. технические устройства, особенно связанные с безопасностью ж.-д. движения. Объем влияния тягового поезда на другие системы является как функцией его мешающих параметров, так и функцией восприимчивости внешних устройств к этому влиянию. Теоретический и практический опыт свидетельствует, что наиболее легко влиянию подвергаются устройства безопасности, непосредственно связанные с ж.-д. путями.

Устройства СЦБ обеспечивают безопасность ж.-д. движения. Их восприимчивость к помехам должна быть настолько маленькой, чтобы не вызывать расстройств в движении поездов или не привести к катастрофе.

В зависимости от эффектов влияний, неправильное функционирование устройств СЦБ разделяется на:

– мешающее, т. е. когда сохраняются условия безопасности и результатом влияния помех является сужение пропускной способности, например, железнодорожной линии или добавочное внеплановое торможение поезда (энергетические потери);

– опасное, т. е. когда не сохраняются условия безопасности (например, на путевом сигнализаторе вместо красного появляется свет, позволяющий продолжать езду). Из-за появления потенциальной возможности катастроф такая ситуация недопустима.

Приемники устройств СЦБ с точки зрения помех

К устройствам СЦБ, подвергающимся влиянию помех от переменной составляющей тягового тока в рельсовой нити, принадлежат:

– цепи, использующие рельсы для передачи сигнального тока, соединены гальванически или потякоцепленные с цепью обратного тягового тока, к данной группе принадлежат: цепи контроля занятости пути, датчики осей поезда; датчики поезда, цепи постоянной или участковой передачи информации путь-поезд;

– цепи устройств СЦБ, механически присоединенные к рельсам и гальванически изолируемые от обратного тягового тока, к данной группе принадлежат: цепи управления привода стрелочного перевода, цепи контроля положения стрелочных переводов, цепи индуктивных и механических датчиков осей поезда;

– цепи вблизи рельсов, к этой группе относятся все цепи, использующие кабели, проложенные вдоль пути, например, цепи передачи информации в устройствах СЦБ (автоблокировка, устройства автоматической переездной сигнализации, цепи управления стрелочных переводов, цепи светофоров, цепи контроля и др.).

Как уже отмечалось помехам, образующимся от внедрения больших скоростей (большие, тяговые токи с большим участием гармоник), наиболее часто подвергаются рельсовые цепи гальванически или индуктивно сцепленные с рельсовыми нитями (обратным тяговым током). Ниже будут рассматриваться отдельные устройства с точки зрения влияния обратных тяговых токов.

Рельсовые цепи эксплуатируемые в ПКП. К наиболее распространенным в ПКП рельсовым цепям принадлежит группа рельсовых цепей непрерывного тока 50 Гц с изолируемыми стыками. Среди них выделяются следующие:

- рельсовые цепи однониточные;
- рельсовые цепи двухниточные;
- рельсовые цепи с дроссель-трансформатором;
- рельсовые цепи питания посередине.

Общей чертой данных цепей является питание током частоты 50 Гц, элементом их связи с устройствами СЦБ – фазочувствительное реле JRV. Критерий безопасности работы в данных рельсовых цепях основывается амплитудой и фазой напряжения привода рельсовой цепи.

Следующая группа рельсовых цепей, применяемых в ПКП – это цепи без изолируемых стыков. Можно ее разделить на четыре группы:

- электронные накладные цепи (EON-3);
- станционные безстыковые рельсовые пути (SOT-2);
- линейные безстыковые рельсовые цепи (SOT-1);
- датчики перехода поезда (EON-6, EOC-1, 2 и 3).

Вышеупомянутые рельсовые цепи наиболее часто, по сравнению с остальными устройствами СЦБ, подвергаются помехам от локомотивов большой скорости. Вытекает это прежде всего из того, что влияние помех имеет гальванический характер и частота их работы и частоты, генерируемые локомотивами большой мощности с преобразователями, совпадают.

Счетчики и датчики осей. Проведенные измерения для счетчиков осей с датчиками осей типа СТИ-3 (как наиболее часто подвергающимися помехам от устройств электрической тяги) не подтвердили влияния помех на устройства данного типа. Измерения проводились путем пропуска тока силой по 1 А частоты с 30 Гц по 15 КГц через ж.-д. рельс. Не обнаружилось мешающее влияние на данные датчики. Ожидаемый уровень помех в полосе с возможными помехами работы датчиков СТИ-3 (выше 5 КГц) значительно ниже принятого в измерениях. Из этого вытекает, что при дальнейшем рассмотрении влияния помех от переменной составляющей тяговых токов на устройства счетчиков осей (с датчиками осей) можно не учитывать.

Датчик поездов. Для датчиков поездов типа EOC, работающих в частотах 19...36 кГц, измерения восприимчивости к помехам не проводились по следующим причинам:

- уровень помех (на основе литературы и проведенных испытаний) в рассматриваемой полосе минимальный (ниже 10 мА);
- уровень сигнала в рассматриваемых устройствах составляет около 0,5 А;
- длина цепей небольшая (ниже 20 м).

Отсюда в дальнейшем рассмотрении влияния помех от переменной составляющей тяговых токов на устройства данного типа могут также не учитываться.

Линейная автоблокировка типа Еас. В литературе известны результаты проведенных измерений напряжения индуктированного в кабеле автоблокировки типа Еас. Измерения проводились в эксплуатационных условиях на электрифицированной линии во время нормального движения поездов. Полученные индуктированные напряжения не превышали уровень 0,5 В. Данная величина может не учитываться во время рассматривания влияния помех на работу линейной автоблокировки типа Еас.

Значение индуктированного напряжения позволило констатировать, что для блокировок типа Еа, Еас95, Е уровень помех, генерируемых электроподвижным составом, может не учитываться.

Устройства автоматической переездной сигнализации (ssp). Условия работы автоматической переездной сигнализации с точки зрения помех частично близкие работе линейных автоблокировок (передача информации). В части, касающейся датчиков поездов вопрос влияния помех рассматривался выше. В связи с этим при рассмотрении влияния переменной составляющей тяговых токов они не учитываются.

Испытания помех в электрических рельсовых цепях

Испытания влияния помех от локомотива мощности 6МВА на рельсовые цепи, проводились для скорости по 120 км/ч на опытном кольце в городе Жмигруд, для скоростей 130...220 км/ч на линии ЦМК. Для испытаний избирались семь из около тридцати эксплуатируемых в ПКП типов рельсовых цепей наиболее восприимчивых к помехам от локомотивов большой скорости. Благодаря чему значительно ограничили время и стоимость испытаний.

Место установки рельсовых цепей на кольце выдалось так, чтобы получить максимальные уровни помех, влияющих на испытываемую рельсовую цепь при нормальной обратной сети и при ее дефектах (обратный ток уплывает с рельсовой цепи в тяговую подстанцию одной нитью). Для этого установилась двухниточная изоляция с дросселями ZLB0240 (рис. 1).

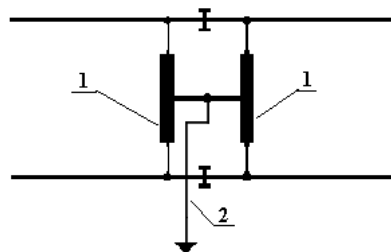


Рис. 1. Способ отвода обратного тягового тока от пути опытного кольца к тяговой подстанции:
1 – путевого дросселя ZLB0240;
2 – отвод к тяговой подстанции (отсос)

Центральные части данных дросселей соединились с минусом тяговой подстанции. Во время испытаний другие соединения пути кольца с минусом тяговой подстанции отключились.

Испытания влияния помех от локомотива большой скорости на рельсовые цепи заключались в синхронной регистрации трех величин: значений обратного тягового тока от шунта, включенного между рельс и путевой дроссель; переменной составляющей данного тока при помощи катушки Роговского и напряжения на путевом реле для действующей рельсовой цепи и для рельсовой цепи без рабочего сигнала.

Регистрация вышеуказанных величин осуществлялась для пуска локомотива и движения с установившейся скоростью 100 км/ч. Испытания проведены для обратной сети в нормальном состоянии и обратной сети с дефектами (обратный ток уплывает с рельсовой цепи в тяговую подстанцию одной нитью).

На рис. 2 представлена примерная измерительная система для безстыковых рельсовых цепей с индуктивным приемом.

Анализ спектра гармоник обратного тока проведен в измерительной системе представленной на рис. 3.

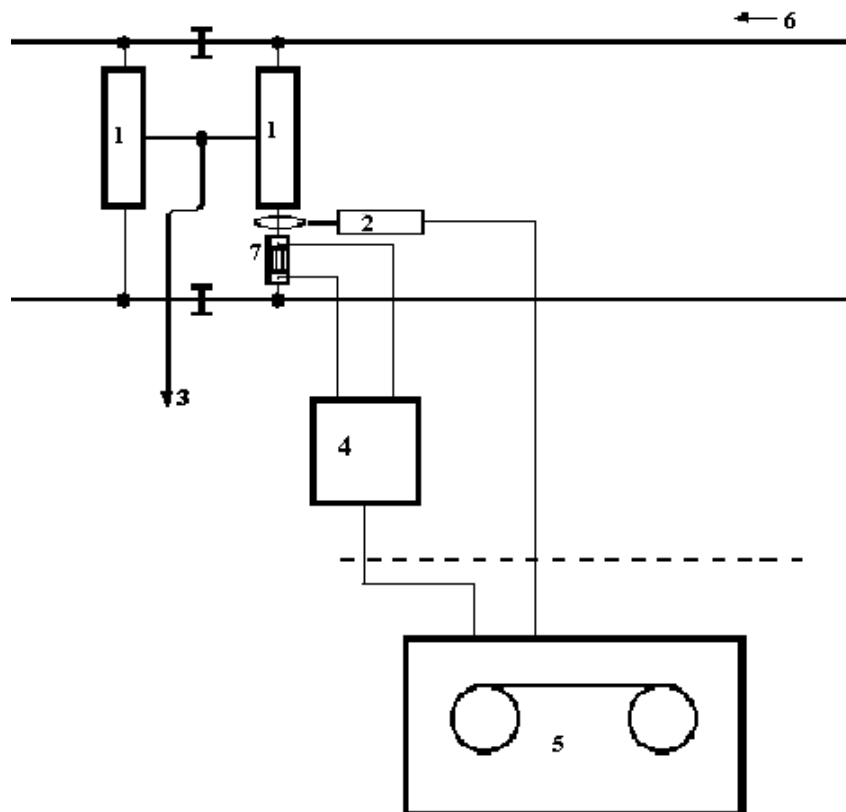


Рис. 2. Измерительная система для регистрации гармоник в пути:
 1 – путевой дроссель ZLB0240, 2-катушка Роговского; 3 – отсос тяговой подстанции;
 4 – усилительный измеритель; 5 – магнитный регистратор; 6 – направление движения

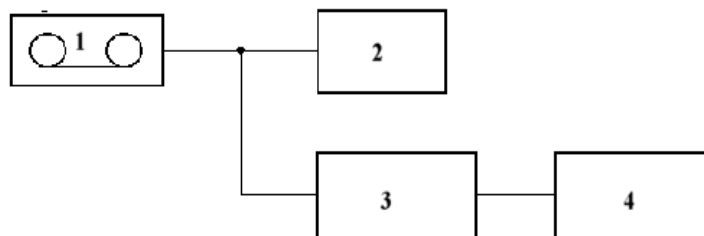


Рис. 3. Измерительная система для лабораторного анализа спектра гармоник тягового тока:
 1 – магнитный регистратор; 2 – бумажный регистратор;
 3 – осциллограф; 4 – компьютер PC анализ FFT

Результаты представлены в форме столбиковых диаграмм, полученных из анализа пробега переменной составляющей тягового тока и сделанных в окне времени 100 мс для диапазона помех 0...2,4 кГц каждое 10 кГц и в окне времени 100 мс для диапазона помех 0...24 кГц каждое 100 Гц. Анализ проведен при максимальном

значении обратного тягового тока в каждой пробе (800...2 000 А постоянной составляющей).

Представленные результаты испытаний касаются части испытаний, проведенных до внесения изготовителем изменений.

На рис. 4–6 показаны примерные результаты анализа гармоник зарегистрированных в пути.

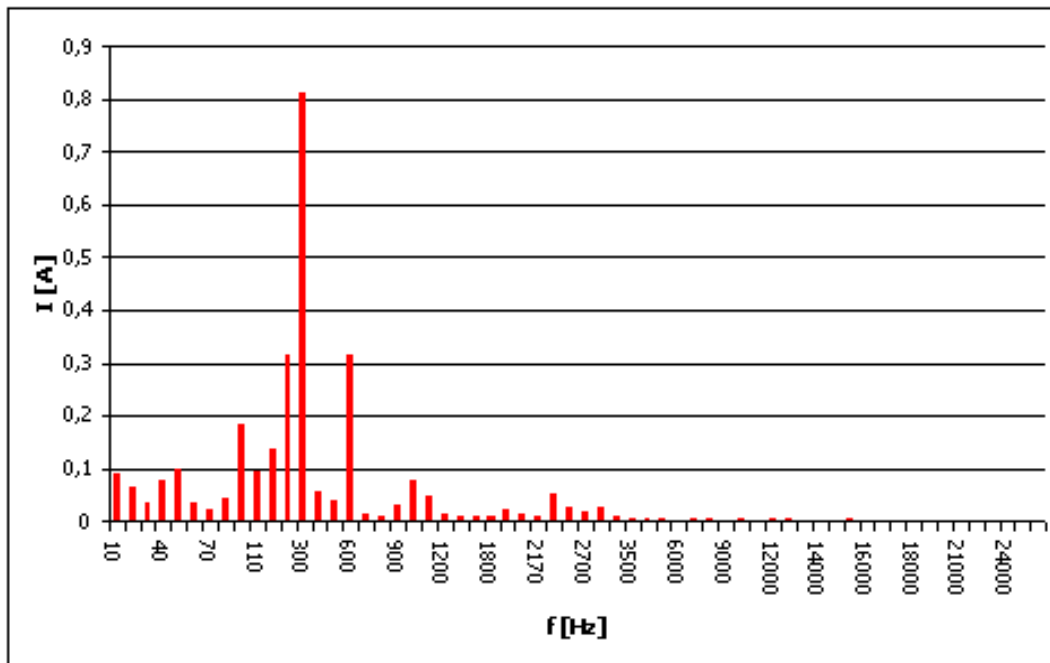


Рис. 4. Гармоники локомотива EU11, фильтры на тяговой подстанции включены, поездка со скоростью 220 км/ч

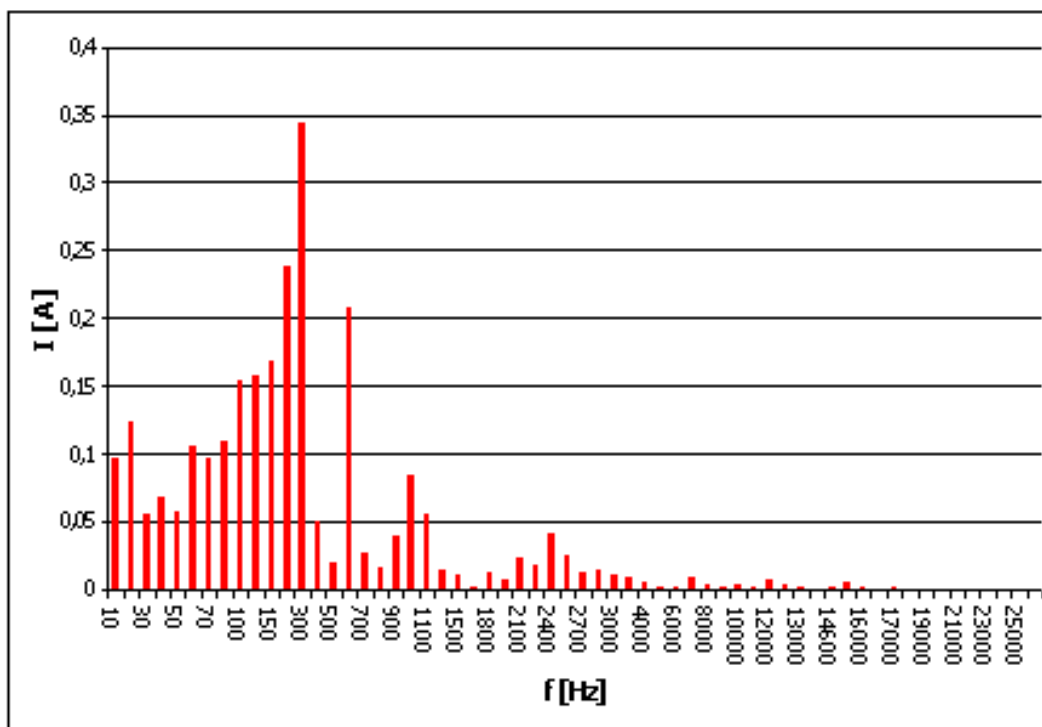


Рис. 5. Гармоники локомотива EU11, фильтры на тяговой подстанции выключены, поездка со скоростью 220 км/ч

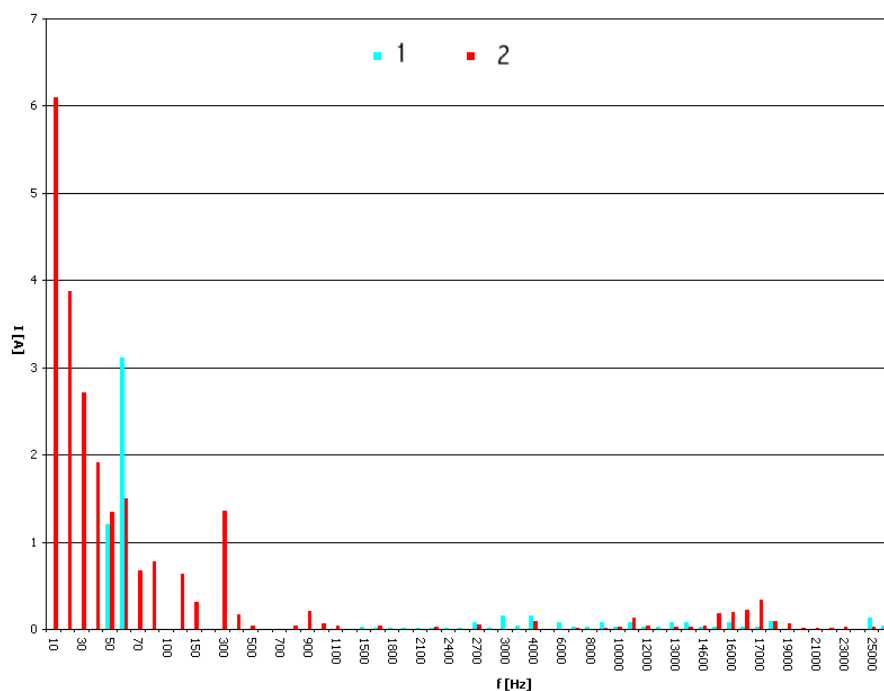


Рис. 5. Гармоники локомотива EU11, фильтры на тяговой подстанции включены, максимальные значения после устранения фона:
1 – допускаемые значения; 2 – измеренные значения

На рис. 6–8 показаны зарегистрированные во времени пробегии влияния помех от локомотивов большой мощности на рельсовые цепи.

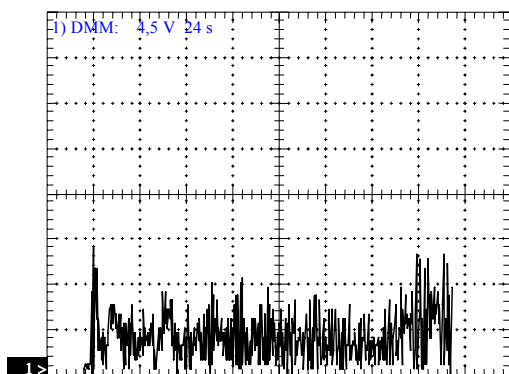


Рис. 6. Напряжение на путевом реле во время пуска, в случае дефекта пути при отсутствии сигнала

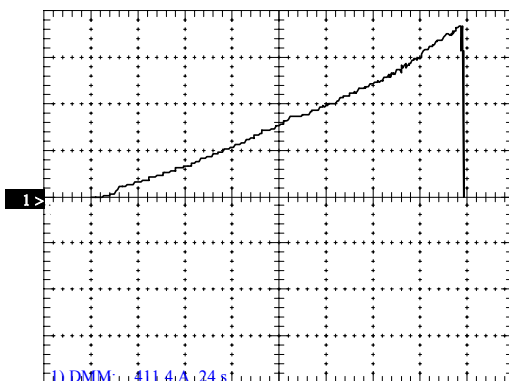


Рис. 7. Обратный ток в рельсе во время пуска в случае дефекта при отсутствии сигнала

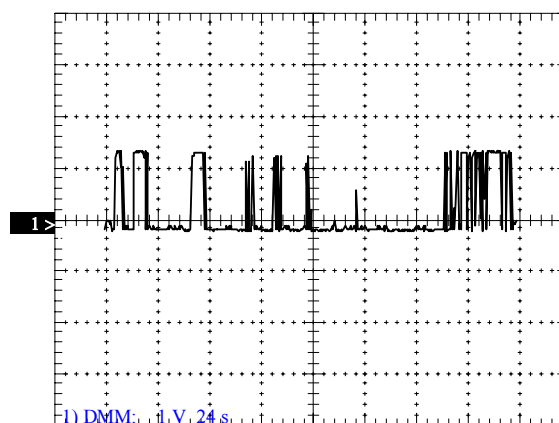


Рис. 8. Состояние путевого реле

Представлены результаты испытаний не позволили бы на допуск локомотива в эксплуатацию. Испытания проведены после конструкционных изменений в локомотиве, внедренных изготовителем, позволяют констатировать, что локомотив может допускаться в эксплуатацию.

Выводы

Исходя из полученных результатов испытаний можно констатировать, что принятые методы испытаний и обработки результатов дают возможность точного определения уровня гармоник и определения степени их влияния на устройства СЦБ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. A. Białoń, P. Gradowski i inni. Badania lokomotywy EU11. Praca nr 8499/21/23, CNTK-2000 r. (praca w gestii zleceniodawcy).
2. Бялонь А. Обеспечение электромагнитной совместимости электроподвижного состава постоянного тока нового поколения с устройствами железнодорожной автоматики в условиях польских железных дорог. Дисс.... канд. техн. наук – М., 2001.
3. Бялонь А. Значения допускаемых параметров помех для тяговых поездов // Вестник ВНИИЖТ. 5/2001.
4. Бялонь А. Электромагнитная совместимость тиристорного электроподвижного состава постоянного тока с системами автоматики и связи на Польских Железных Дорогах // Вестник ВНИИЖТ 4/2000.
5. Białoń A. Lokomotywa dużej mocy a zakłócenia w urządzeniach srk / A. Białoń, A. Kazimierczak; IV Międzynarodowa Konferencja Naukowa MET99. – Warszawa. 1999.
6. Białoń A. Opracowanie dopuszczalnych parametrów zakłóceń dla urządzeń srk, łączności i pojazdów trakcyjnych. CNTK. – Warszawa, 2001.
7. Białoń A. Badania oddziaływania zakłóceń od lokomotyw dużej mocy na układy torowe / A. Białoń, A. Kazimierczak; IX Konferencja Naukowa SEMTRAK 2000. – Zakopane 2000.

Поступила в редколлегию 25.04.2006.