

К ВОПРОСУ О ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИИ В КАНАЛЕ ИНДУКТИВНОЙ СВЯЗИ АЛС

В. С. КУЗЬМИН, А. К. ТАБУНЩИКОВ, Н. Н. ТИТОВА
Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва

Ю. А. БАРЫШЕВ

Академия стандартизации, метрологии и сертификации, г. Москва, Российская Федерация

На сети железных дорог стран СНГ в настоящее время широко применяются системы управления движением поездов (СУДП), в состав которых входит индуктивный канал передачи. К таким СУДП можно отнести систему автоматической локомотивной сигнализации непрерывного типа (АЛСН), построенную на релейной или микропроцессорной элементной базе, систему многозначной АЛС (АЛС-ЕН), систему АЛС с автоматическим регулированием скорости (АЛС-АРС), а также современные комплексное локомотивное устройство безопасности (КЛУБ) и безопасный локомотивный объединенный комплекс (БЛОК). Индуктивный канал передачи используется в этих СУДП для односторонней передачи от путевых устройств к бортовой аппаратуре информации о свободе (незанятости) участков пути.

Индуктивный канал передачи информации работает таким образом, что сигнальный ток, протекающий по рельсам, формирует вокруг последних электромагнитное поле. Электромагнитное поле в свою очередь наводит ЭДС в токовых датчиках, выполненных в указанных выше системах в виде приемных катушек с ферромагнитным сердечником.

Стоит учитывать, что на работу индуктивного канала передачи информации оказывают мешающее воздействие помехи от электромагнитных полей:

- от силовых установок и их цепей питания для электрического подвижного состава;
- от токов, протекающих через первую колесную пару;
- создаваемых проводниками, идущими параллельно ходовым рельсам (например, провод контактной сети, рельсовые нити смежных путей, линии связи и электропитания СЦБ);
- магнитные пятна и т. п.

ЭДС, наведенные в приемных катушках от различных электромагнитных полей, складываются в соответствии с принципом суперпозиции. Величина же ЭДС от каждого поля определяется в соответствии с законом электромагнитной индукции и может быть рассчитана как произведение числа витков приемной катушки заданного типа на дифференциал магнитного потока, сцепленного с обмоткой данной катушки. Исходя из вышесказанного представляется возможным считать, что в канале индуктивной связи участок между источниками электромагнитных полей и приемной катушкой, как дифференцирующее звено, оценка влияния которого на помехоустойчивость ранее не производилась. Поэтому в данной работе ставится задача произвести ее при импульсной помехе и передаче кодовых сигналов АЛСН.

Оценка влияния дифференцирующего звена будет производиться путем сравнения соотношения сигнал/помеха на входе и выходе дифференцирующего звена. Для этого рассматриваются аналитические выражения сигнала и импульсных помех, поступающих на локомотивные катушки. Дифференцирование рассматриваемых функциональных зависимостей производится при различных основных параметрах помех и сигналов на входе звена. Поставленная задача требует значительного объема теоретических исследований, направленных как на определение параметров помех, так и параметров самого дифференцирующего звена для каждого типа эксплуатируемых приемных катушек.

Дифференцирование сигнала, основная энергия которого содержится на несущей частоте и в двух боковых составляющих спектра (каким и является сигнал АЛСН), не меняет их основных параметров при передаче из рельсовой нити на вход локомотивного приемника ввиду занимаемой полосы частот (до 15 Гц).

Согласно полученным спектральным плотностям, дифференцирование помехи приводит к ослаблению ее спектральных составляющих и изменению их максимальных значений амплитуд, что в свою очередь приводит к усилению влияния помехи в полосе пропускания локомотивного фильтра по сравнению с отсутствием дифференцирования. При дифференцировании нули спек-

тральной плотности не меняют своего положения и отсутствует постоянная составляющая спектральной функции. Также дифференцирующее звено в канале АЛС приводит к усилению высокочастотных составляющих импульсной помехи, что негативно сказывается на качестве приема и может привести к искажению кодовой комбинации и, как следствие, неверному ее декодированию.

Предварительные результаты исследования воздействия импульсных помех показывают, что наибольшее влияние на соотношение сигнал/помеха на входе локомотивного приемника (или на выходе колебательного контура локомотивного фильтра), оказывают длительность фронта и самого импульса помехи.

На основании вышеизложенного ставится задача снизить мешающее влияние дифференцирующего звена на работу АЛС. Специалистами кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» Российского университета транспорта были разработаны два варианта устранения мешающего влияния дифференцирования локомотивными катушками в канале АЛС.

Сущность первого технического решения заключается в применении в качестве токового датчика аналоговых датчиков Холла. Форма сигнала на выходе такого датчика полностью повторяет форму сигнала, принимаемого из рельсовой линии. Если высота подвеса датчиков Холла одинакова, то в обоих наводятся одинаковые сигналы АЛСН и одинаковые сигналы помехи от тягового тока. Датчики соединены таким образом, что полезный сигнал складывается, а сигнал помехи вычитается и равен нулю (как и в существующей системе АЛС с двумя приемными катушками). При этом дифференцирование сигнала и помехи не происходит, так как изменен способ передачи сигналов из рельсовой линии к локомотивным устройствам АЛС: вместо способа индуктивной связи применяется способ, основанный на эффекте Холла. Спектр импульсной помехи при этом качественно не изменяется, так как датчик Холла представляет собой линейное звено, у которого напряжение на выходе пропорционально напряженности магнитного поля, создаваемого сигнальным током. Такой способ повышения помехоустойчивости путем применения датчиков Холла впервые предлагается при передаче сигналов с пути на локомотив.

Сущность второго варианта заключается в том, что между локомотивными катушками и локомотивным фильтром (выделенным в самостоятельный блок при тяге переменного тока или входящим в состав локомотивного усилителя при тяге постоянного тока) включается интегрирующее звено. Тем самым снижается воздействие импульсной помехи на вход локомотивного приемника, что позволяет повысить помехоустойчивость работы систем АЛС.

Стоит отметить, что работа остальных узлов автоматической локомотивной сигнализации не требует изменений, что в целом снижает стоимость переоборудования. В настоящее время в условиях лаборатории кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» проводятся дополнительные исследования по подтверждению качественных характеристик, описанных выше технических решений, а также разработки новых с учетом мешающих воздействий от иных источников помех.

УДК 656.259.2

ОБ ОЦЕНКЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ КАНАЛОВ С ИНДУКТИВНО-РЕЛЬСОВЫМИ ЛИНИЯМИ

В. Б. ЛЕУШИН, Р. Р. ЮСУПОВ

Самарский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

На железнодорожном транспорте постоянно совершенствуются системы интервального регулирования движения поездов (СИРДП). Этот процесс стал особенно интенсивным с внедрением микроселекционной элементной базы и современных цифровых методов обработки сигналов. Совершенствуются существующие и разрабатываются новые каналы, в частности, с индуктивно-рельсовыми линиями (ИРЛ) автоматической локомотивной сигнализации (АЛС).

Одной из главных задач в этой области является установление порога чувствительности локомотивного приемника и мощности напольного передатчика АЛС, при которых обеспечивается максимальная помехоустойчивость в условиях действия мощных помех от тягового тока [1].