

ПРИМЕНЕНИЕ ШИРОКОПОЛОСНОГО УСТРОЙСТВА ФОТОЗАПИСИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ

И. Ф. Огороднейчук, В. П. Солоха

Харьков

В проводных каналах связи, используемых для передачи телемеханической информации, рабочий диапазон ограничен по верхним частотам. Это дает возможность выбрать диапазон частот, в котором условия передачи информации являются наиболее оптимальными: минимальное затухание, линейность амплитудной и фазо-частотной характеристик, минимальный уровень помех, действующих в данном канале связи.

По существующим методикам исследование характера и распределения помех в принятом рабочем диапазоне частот проводилось измерительными приборами с избирательной полосой 50—100—1000 *гц* путем выборочных измерений на различных частотах с регистрацией результатов на стрелочных указательных приборах или записью осциллограмм на фото пленке.

На основании полученных данных определялась картина распределения помех по принятому диапазону рабочих частот канала связи.

Переход от узкой полосы к широкой, т. е. к рассмотрению общего характера и распределения помех по всему исследуемому диапазону связан с трудностями, которые не позволяют восстановить первоначальную картину помех, действующих в канале связи.

Объясняется это тем, что входные полосовые устройства приборов имеют характеристики со сглаженными фронтами, крутизна которых определяется добротностью контуров. Следовательно, получение информации о помехах по диапазону зависит от числа замеров и степени перекрытия его характеристиками пропускания приборов.

Кратковременность действия отдельных выбросов помех и инерционность измерительных приборов (стрелочные указатели выхода, вибраторы шлейфовых осциллографов и т. п.) приводят к заведомым искажениям амплитуд помех.

При записи импульсных помех на шлейфовом осциллографе в полосе вибраторов (0—10 *кгц*) вырезается часть спектра импульсной помехи. Искажения амплитуды и формы не позволяют получить первоначальную форму импульса помехи (рис. 1).

Изучение характера и распределения импульсных помех при помощи анализаторов импульсов по амплитудам и длительностям также связано с рядом затруднений. Использование данных измерительных приборов не позволяет судить о форме, крутизне передних и задних фронтов импульсов помех, которые необходимо знать для принятия мер по помехозащищенности систем ТУ—ТС при передаче информации с помощью видео- и радиоимпульсов.

Более удобным, достоверным и при соответствующей автоматизации обработки данных экономичным во времени, затрачиваемом на исследование, является метод широкополосной записи помех.

Сущность метода заключается в том, что полоса измерительного прибора $\Delta f_{\text{пр}}$ должна значительно превышать заведомо известную ширину пропускания исследуемого канала связи $f_{\text{гр. к}}$, т. е. $\Delta f_{\text{пр}} = 1,1 \div 1,5 f_{\text{гр. к}}$.

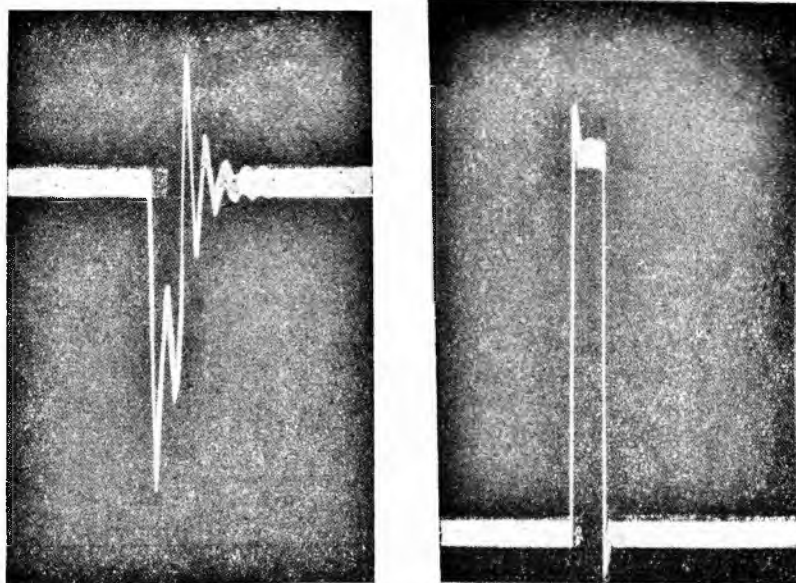


Рис. 1. Искажение формы прямоугольного импульса при записи на шлейфовом осциллографе:

а — прямоугольный импульс τ 1000 мсек, записанный плейфом Н 135-1,5; б — прямоугольный импульс τ 1000 мсек, записанный шлейфом Н 135-3

Это исключает возможные амплитудные искажения исследуемого сигнала. Измерительный прибор практически должен быть безынерционным. В качестве такого прибора может быть выбран электронный осциллограф. Регистрация записываемого сигнала производится на фотопленке. Такая запись содержит неограниченный объем информации о помехах в канале.

Для регистрации сигнала на кинопленке сконструирована специальная камера, в которой использовались отдельные узлы протяжки осциллографа Н-102. Максимальная скорость протяжки кинопленки рассчитывается в зависимости от граничной частоты исследуемого канала. Емкость кассет — 80 м. Объектив к фотокамере — «Юпитер-3».

Четкое различие сигналов, снятых на осциллограмме, увеличенной в 10 раз, наблюдается в том случае, когда число периодов на 1 мм кинопленки Т-10. В результате этого при известной граничной частоте канала $f_{\text{гр. к}}$ рассчитывается скорость протяжки кинопленки, обеспечивающая горизонтальную развертку сигнала.

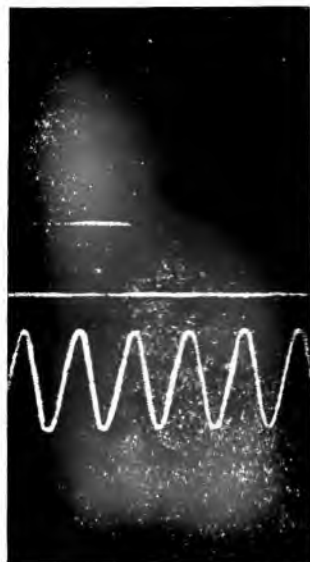
$$V_{\text{пр}} = \frac{f_{\text{гр. к}}}{10} \text{ мм/сек.}$$

Трубка осциллографа должна иметь малое послесвечение; цвет луча синий. При нормальной фокусировке и средней яркости луча получается четкая запись сигналов на негативной пленке типа ДК чувствительностью 300 единиц.

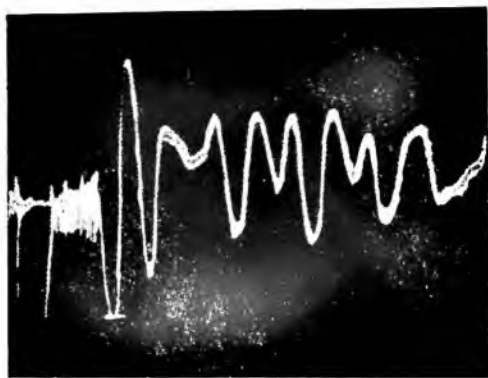
Для практических измерений помех в шахтных силовых и телефонных сетях, используемых для передачи информации, был выбран двухлучевой импульсный катодный осциллограф типа ОК-17 м с отключенной разовой разверткой.

Динамический диапазон перекрытия амплитуды, определенный экспериментально для трубки 18ЛО47А, равен 50.

Проведенные испытания показали, что данное устройство фотозаписи позволяет при скорости протяжки фотопленки 5 м/сек выделить импульсные помехи, возникающие при дуговых разрядах на контактах во время коммутации пусковой аппаратуры, а также рас-



а



б

Рис. 2. Запись импульсов широкополосным устройством:

а — запись прямоугольного импульса длительностью $\tau = 800$ мксек и синусоидального сигнала $f = 1,25$ кГц; б — запись импульсных помех, создаваемых коммутационной аппаратурой

шифровать отдельные импульсные помехи как по форме, так и по длительности и амплитуде (рис. 2).

Длительность и частота следования отдельных импульсов определяется при помощи второго луча осциллографа, используемого для подачи калиброванного сигнала. Измерения амплитуд отдельных импульсов производятся по предварительной калибровке усилителей осциллографа с учетом пикового значения действующего сигнала.

Обработка осциллограмм может выполняться вручную или на специальном автоматизированном стенде, в состав которого входит фотопроеобразователь, анализатор спектра, импульсные анализаторы.

В результате обработки осциллограммы записи помехи получаем корреляционную функцию

$$R(\tau) \approx \frac{1}{T} \int_0^T x(\tau) x(t + \tau) dt.$$

Корреляционная функция $R(\tau)$ определяется при помощи коррелографа или ЭЦВМ.

По корреляционной функции находим спектральную плотность исследуемого сигнала

$$S(\omega) = 2 \int_0^{\infty} R(\tau) \cos \omega \tau d\tau,$$

которая дает картину распределения помех, действующих в данном ка-

нале связи за любой промежуток времени, во всем исследуемом диапазоне частот.

При переходе от широкой полосы к узкой, т. е. для расчета действия помех на выходе селективного узкополосного устройства телемеханики воспользуемся выражением

$$S_{\text{вых}}(\omega) = |\Phi(j\omega)|^2 S(\omega),$$

где $|\Phi(j\omega)|$ — амплитудно-частотная характеристика узкополосного устройства.

Спектральную характеристику $S_{\text{вых}}(\omega)$ легко определяем графически путем наложения и вычитания спектральной характеристики помех $S(\omega)$ и $|\Phi(j\omega)|$. Взаимосвязь между характеристиками помех и различными влияющими факторами (изменение нагрузки, напряжения, схемы сети и т. п.) устанавливается при помощи взаимокорреляционной функции

$$R_{xy}(\tau) \approx \frac{1}{2T} \int_{-T}^T x(t) y(t + \tau) dt.$$

Осциллографирование помех в широком диапазоне частот, значительно перекрывающем возможную полосу используемого канала связи при соответствующей обработке осциллограмм дает полную картину характера и распределения помех по всему возможному диапазону частот.

Конечные результаты обработки позволяют легко перейти к полосе частот, в которой обеспечивается передача необходимой информации. Это в итоге позволит выбрать наиболее приемлемый способ помехоподавления для систем ТУ — ТС.

Использование метода скоростной широкополосной записи дает возможность производить непосредственное наблюдение действия помех на сигналы информации при прохождении последних по каналу связи.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. В. Солодовников, П. С. Матвеев, Ю. С. Вальденберг, В. М. Бабурин. Вычислительная техника в применении для статистических исследований и расчетов систем автоматического управления. Машгиз, 1963.
2. Г. В. Микучкий. Исследование импульсных помех в высокочастотных каналах связи по линиям электропередач. «Электричество», 1961, № 9.
3. А. А. Харкевич. Спектры и анализ, Физматгиз, 1962.
4. В. П. Певницкий. Соотношения между напряжениями радиопомех измерительными приборами с различными характеристиками. Тр. ВНИИ Электромеханики, XVI. Госэнергоиздат, М. — Л., 1962.
5. Джефферис. Достижения телеметрической техники, Биотелеметрия. Перевод с английского О. И. Ларичева и Ю. И. Шмунлер, под редакцией проф. М. А. Берштейна. Изд-во «Мир», 1965.
6. Д. Миддлтон. Введение в статистическую теорию связи. Изд-во «Советское радио», 1961.