

ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТНОЙ ЗАПИСИ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ В УСТРОЙСТВАХ АВТОМАТИКИ

И. А. Цецура

Широкое внедрение устройств автоматики во всех областях науки и техники выдвигает на первый план задачу обеспечения надежности их действия. Для этой цели приходится производить всесторонний анализ их работы в различных условиях.

Анализ работы современных устройств автоматики и телемеханики немалым делом является выполнение целого комплекса измерений. Измерения с помощью простых измерительных приборов требуют значительной затраты труда и не дают полной картины протекающего процесса, главным образом из-за различного рода искажений сигналов.

Особенно большие затруднения возникают в тех случаях, когда исследуются новые сложные режимы работы устройств или анализируется характер разнообразных помех, а также когда цепи автоматики находятся под влиянием сильных полей других источников тока или в их цепях имеются переходные процессы. На практике в таких случаях широко используются осциллографы: визуальные — ЭО-6, ЭО-7, ЭНО-1, И-25 и т. д., и записывающие на пленку — МПО-2, Н-102 и другие.

Подключение визуальных осциллографов с высокоомным входом практически не изменяет режимов работы большинства устройств автоматики. Визуальные осциллографы позволяют наглядно определить характер, размеры и периодичность происходящих процессов. Однако при использовании визуальных осциллографов фиксирование размеров и характера быстро меняющихся электрических процессов затруднительно и не всегда достигается желаемая точность.

Включение записывающих осциллографов в тот или иной участок схемы часто невозможно из-за относительно низкого по входу магазинов сопротивления используемых при записи импульсов напряжения, или из-за изменения режима работы устройства при записи импульсов тока. Кроме того, применение существующих конструкций осциллографов для записи периодически появляющихся сигналов или помех ограничивается по следующим причинам:

- 1) длина фотопленки обеспечивает непрерывную запись в течение короткого промежутка времени (до десятков секунд);
- 2) даже два осциллографа не могут обеспечить непрерывность записи ввиду трудоемкости процесса перезарядки кассет;
- 3) помехи, как правило, не имеют определенной закономерности;
- 4) значительные материальные затраты и низкая производительность труда квалифицированных работников.

В последнее время в различных областях науки и техники на смену механическим и оптическим методам записи приходит магнитная запись происходящих процессов. По сравнению с остальными видами записи она имеет следующие основные преимущества:

- а) включение магнитофона в схему не нарушает нормальной работы последней, если произвести в ней небольшие усовершенствования;

б) процесс записи практически может совершаться непрерывно длительное время;

в) воспроизведение полученной записи электромагнитным способом позволяет применить для анализа существующие электротехнические методы;

г) возможно выполнение и воспроизведение записи с различными скоростями, причем скорость движения ленты не играет существенной роли при анализе записи, так как отсчет можно вести по отметкам времени;

д) благодаря возможности непрерывной записи легче выявляются периодически редко встречающиеся процессы и помехи;

е) обработке с помощью записывающего осциллографа могут подвергаться только интересующие нас части записи, чем достигается большая экономия средств и труда;

ж) магнитную ленту можно использовать практически неограниченное количество раз;

з) частотный диапазон магнитной записи значительно шире, чем механической.

Однако процесс записи на магнитную ленту имеет и свои особенности и недостатки. На ленте нормальной ширины (6,25 мм) можно производить записи на четырех дорожках по 1,1 мм шириной с расстоянием 0,61 мм между дорожками. В связи с этим возможно взаимодействие между соседними дорожками.

При записи существует ограничение амплитуды записываемого сигнала вследствие насыщения магнитного материала головки магнитофона. Для устранения этого вредного явления следует периодически размагничивать головку с помощью специального размагничивающего электромагнита с большим полем рассеивания.

Следует иметь в виду, что с увеличением тока записи возрастает также и намагниченность ленты, что приводит к появлению линейных искажений. Коэффициент этих искажений не должен превышать 2—3%. Уровень записи можно контролировать с помощью индикатора уровня.

При записи и воспроизведении необходимо учитывать наличие шумов ленты и собственных шумов усилителя воспроизведения. Основной причиной появления шума ленты является ее магнитная неоднородность. Уровень шума возрастает с увеличением амплитуды записываемого сигнала. Наблюдаются также подъемы уровня шума на частотах ± 25 , ± 50 , ± 100 гц, вызванные колебаниями скорости звукоснимателя от действия ведущего ленту четырехполусного мотора, питаемого от сети переменного тока промышленной частоты.

Уровень собственных шумов на выходе усилителя воспроизведения определяется его характеристиками. Суммарное действие шумов ленты и усилителя при воспроизведении называется модуляционными шумами. Основную их часть составляют собственные шумы усилителя. Необходимо также иметь в виду, что сильно намагниченные участки ленты при сматывании ее в рулон могут намагничивать другие участки, вызывая так называемый эффект копирования.

В практике технических измерений часто уровень модуляционных шумов значительно ниже уровня сигналов, поэтому они не могут являться препятствием к применению магнитофонов для технических измерений.

В связи с этим автором настоящей статьи предложена методика использования выпускаемых промышленностью магнитофонов для определения с движущегося локомотива характера и уровня полезных кодовых

сигналов автоматической локомотивной сигнализации (АЛС), действующих в рельсовых цепях железнодорожного транспорта, и помех, оказываемых устройствам АЛС со стороны, тягового тока и его гармонических составляющих.

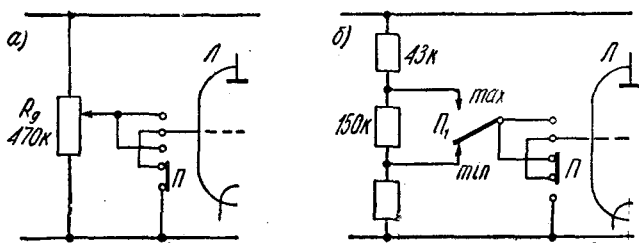


Рис. 1.

В работе были применены магнитофоны Яуза-5 и Яуза-10. Преимущество магнитофона Яуза-10 перед магнитофоном Яуза-5 и ему подобными заключается в том, что позволяет вести запись двух одновременно действующих процессов.

При использовании для технических измерений магнитофона любительского типа в нем необходимо произвести некоторые переделки.

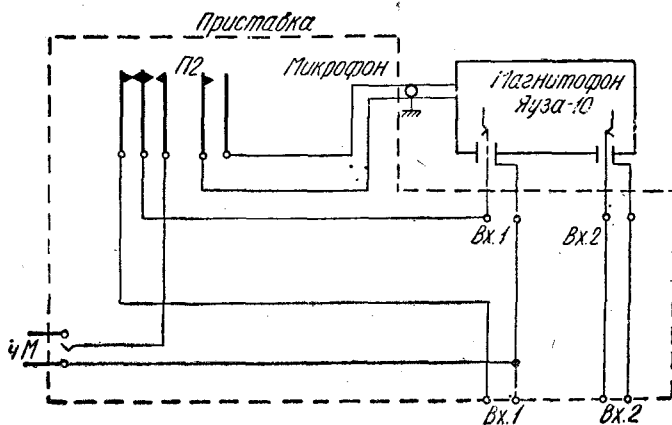


Рис. 2.

Главный регулятор магнитофона не обеспечивает точной фиксации уровня при записи и воспроизведении. Поэтому он заменяется дискретной регулировкой (рис. 1). В зависимости от уровня сигналов и помех, подлежащих записи, определяется, какой из входов магнитофона — «микрофон», «звукосниматель» или «радио» — может быть использован. Для записи кодовых сигналов АЛС и помех на электрифицированных участках железных дорог в магнитофоне Яуза-5 взят вход «звукоснимателя», а в Яузе-10 вход «радио».

Поскольку при движении локомотива на участке одной рельсовой цепи уровень сигнала изменяется в широких пределах, для получения записи без линейных искажений применяется двухступенчатое регулирование по входу: при поступлении слабых сигналов (min) на вход магни-

тофона снимается напряжение с сопротивления 193 ком, а при поступлении сильных сигналов (тах) — с сопротивления 43 ком.

При записи сигналов или помех, разделенных значительным временем, возникает необходимость уточнить их координаты во времени или пространстве. Для этой цели можно использовать микрофон (гн. М рис. 2) с включением его в один из каналов. Если этот вход используется и для записи сигналов или помех, то на период включения микрофона можно с помощью переключателя Π_2 отключить основной канал, пользуясь

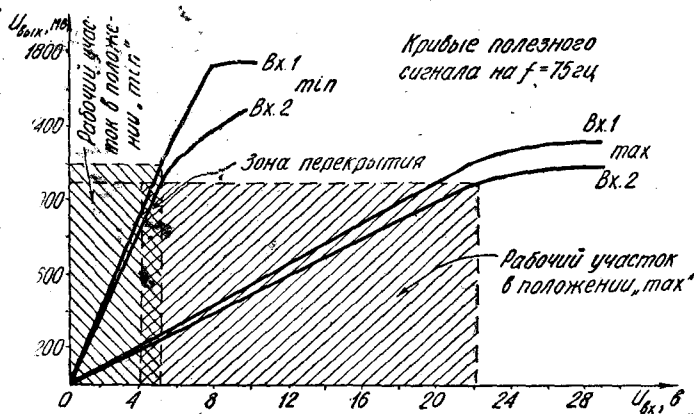


Рис. 3.

приставкой. Конструкция переключателя Π_2 должна обеспечивать его возвращение в нормальное положение после прекращения нажатия.

Для возможности определения амплитуды записанных на магнитную ленту полезных сигналов или ожидаемой помехи производится предварительно снятие градуировочных кривых $U_{\text{вых}} = f(U_{\text{вх}})$ (рис. 3) на частоте тока сигнала или в диапазоне частот тока помехи по схеме рис. 4.

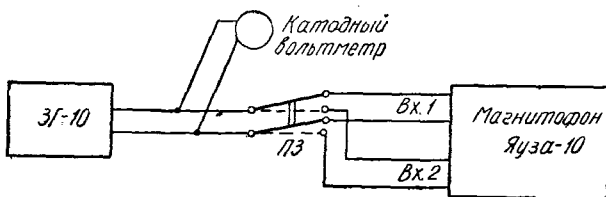


Рис. 4.

На рис. 3 представлены кривые зависимости $U_{\text{вых}} = f(U_{\text{вх}})$ по обоим каналам записи магнитофона Яуза-10 в положениях переключателя приставки тп и тах и общего входа «радио». В прямолинейной части характеристики кривых по обоим каналам практически почти одинаковы. Положением переключателя тп при записи относительного более слабых сигналов, а положением тах при записи более сильных.

Рабочие участки прямолинейной части характеристик в положении переключателя тп и тах имеют зону перекрытия, которая обеспечивает непрерывность прямой зависимости характеристики от минимального значения сигнала $U_{\text{вх}}$ в положении переключателя тп до максимального значения сигнала $U_{\text{вх}}$ в положении переключателя тах.

В некоторых случаях (как это имеет место и при исследованиях устройств АЛС) напряжение $U_{\text{вх}}$ является сложной функцией $U_{\text{сигн}}$ или $U_{\text{помех}}$. В таких случаях целесообразнее иметь аналогичные градуировочные кривые $U_{\text{вых}} = \varphi(U, \Gamma)$ сигнала или помехи.

Расшифровка записи на магнитной ленте производится по схеме рис. 5. Прежде всего нужно выбрать участки записи, которые необходимо в даль-

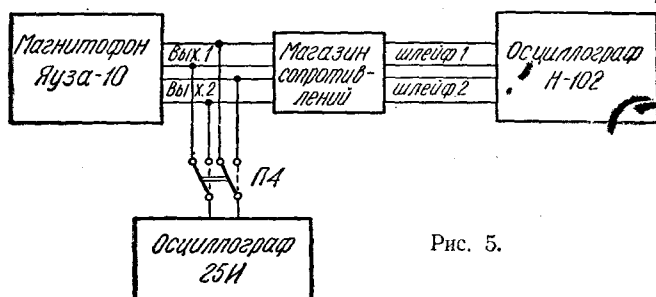


Рис. 5.

нейшем перенести на фотопленку. Для этой цели с помощью визуального осциллографа (И-25) сначала просматривается запись одного канала, а затем второго. Интересующие участки записи, определенные по визуаль- ному осциллографу, переписываются на фотопленку записывающего осцил- лографа в необходимом масштабе.

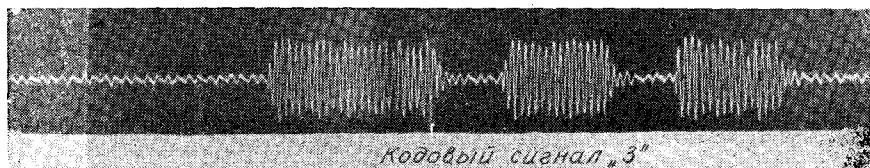


Рис. 6.

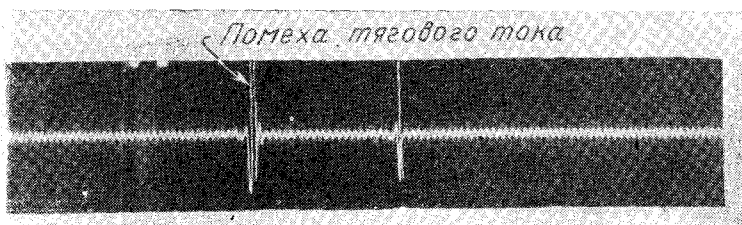


Рис. 7.

Амплитуду записанного на магнитную ленту сигнала можно опреде- лить по формуле

$$x = \frac{y\gamma}{K},$$

где x — амплитуда величины исследуемого сигнала;

y — амплитуда полученного сигнала на выходе магнитофона;

K — коэффициент усиления магнитофона, предполагается на участке прямолинейной зависимости;

γ — коэффициент ослабления сигнала за счет делителя на входе магнитофона.

Приведенная в качестве примера осциллограмма рис. 6 показывает записанный с помощью магнитофона Яуза кодовый сигнал АЛС без помех, снятый с движущегося электровоза ВЛ-60 на участке железной дороги, электрифицированном однофазным током промышленной частоты.

На осциллограмме рис. 7 зафиксирована помеха тягового тока приемным устройствам АЛС, вызвавшая срабатывание реле усилителя АЛС.

В заключение следует отметить, что, несмотря на наличие модуляционных шумов в магнитофонах любительских конструкций, они могут быть в ряде случаев использованы для технических измерений. Однако для широкого внедрения магнитной записи электрических процессов в устройствах автоматики необходимо разработать специальные конструкции магнитофонов, позволяющие осуществлять одновременную запись нескольких процессов и свести к минимуму шум на выходе магнитофона.
