

ДАТЧИКИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА РАБОТЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Г. Ф. Панченко, В. А. Грудиев, Р. М. Корзун, А. А. Тарасюк

Киев

В основу системы автоматического учета работы автомобильного транспорта положена логическая схема разрешенных действий учетных функций в зависимости от транспортного цикла автомобиля. Практическая реализация указанной схемы возможна при наличии функциональных датчиков.

В настоящее время промышленность не выпускает датчиков, которые могли бы удовлетворять требованиям системы автоматического учета работы автомобильного транспорта. Возникла необходимость в разработке датчиков времени, пробега и веса.

На датчик времени возлагаются функции выдачи электрических сигналов общего времени и времени простоя. Он выполнен на основе счетчика моточасов 563.4П. Привод счетчика оставлен без изменения, демонтируются только счетные барабанчики и передаточные шестерни. Вместо них на часовую ось крепится шестерня с $Z = 100$, в зацепление с которой входят две другие шестерни с $Z = 10$. Одна из них насажена на неподвижную ось, а вторая закреплена на подвижном коромысле, соединенном с якорем электромагнита.

На осях вторичных шестеренок закреплены металлические диски толщиной 0,5 мм с вырезом по радиусу шириной 2 мм. Вращающиеся диски входят в вырезы ферритовых колец. Кольца с обмотками залиты эпоксидной смолой в текстолитовых основах, которые закреплены на неподвижном и подвижном коромыслах.

Электрическая схема (рис. 1) собрана на печатной плате, залита эпоксидной смолой в виде цилиндрического блока и закреплена на соединительных стержнях счетчика. Масштаб времени составляет 6 мин на 1 импульс, т. е. 0,1 часа, что упрощает конструкцию импульсного счетчика.

На плате собраны два релаксационных генератора. Один из них (ПП1) выдает сигнал каждые 6 минут. Реле $P1$ срабатывает, когда вырез диска совпадает с прорезью ферритового кольца $\Phi 1$. Цепь $C2, D3, D4, C3, R4$ — положительная обратная связь по постоянному току — работает при наличии генерации. Когда диск входит в прорезь ферритового кольца, генерация срывается, отрицательный потенциал на конденсаторе $C3$ исчезает, транзистор ПП1 закрывается и реле $P1$ обесточивается. Схема второго генератора (транзистор ПП2) упрощена, так как ток срабатывания реле $P2$ меньше, чем реле $P1$. Работа второго генератора аналогична работе первого, но диск второго генератора входит в зацепление с шестерней часовой оси только при остановке автомобиля. При движении автомобиля электромагнит ЭМ удерживает вторичную шестеренку от зацепления.

Первый генератор используется для счета общего времени, второй — для учета времени простоя автомобиля. Диоды $D2$ и $D6$ — германиевые.

осуществляют температурную компенсацию рабочих точек транзисторов ПП1 и ПП2 соответственно. Температурный диапазон работы датчика $-30 \dots +50^\circ\text{C}$. Допускаемые колебания питающего напряжения $\pm 15\%$.

Датчик пути определяет скорость движения автомобиля, регистрирует пройденный путь, а также выдает сигналы о нем и о состоянии автомобиля для дальнейшей обработки информации системой УРАТ. Это устройство с бесконтактным преобразователем угла поворота вторичного вала коробки передач с последующей передачей информации на вторичный прибор.

Бесконтактный преобразователь состоит из трех генераторов, катушки колебательных контуров которых намотаны на ферритовых кольцах с разрезом (рис. 2). Кольца расположены по окружности

через 120° . Перпендикулярно плоскости, на которой расположены кольца, помещен вал с металлическим сектором на 180° , который соединен со вторичным валом коробки передач. При вращении вала сектор входит

в зазоры колец и генерация срывается. На выходе бесконтактного преобразователя (конденсатор С4) напряжение становится равным нулю. Порядок переключения бесконтактных преобразователей такой: 1, 1—2, 2, 2—3, 3, 3—1. Это обеспечивает плавное вращение ротора вторичного прибора, что необходимо для фиксации состояния автомобиля (движение или простой). Диапазон рабочих температур $-60 \dots +70^\circ\text{C}$. К выходу каждого бесконтактного преобразователя подключены бесконтактное реле, а также транзисторы ПП2 и ПП3. В цепь коллектора транзистора ПП3

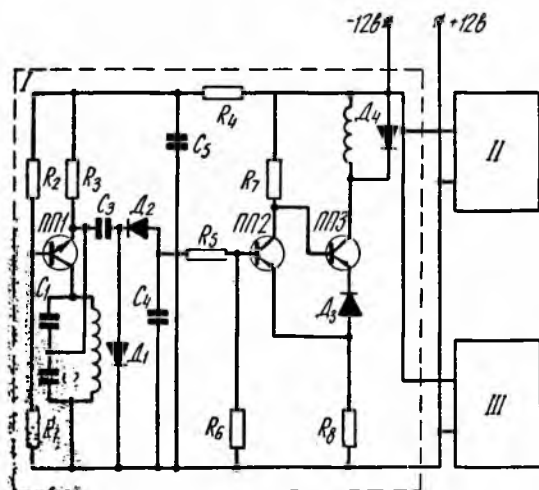


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема датчика пути.

каждого реле включена обмотка двигателя вторичного прибора. Для температурной стабилизации реле в цепь эмиттера транзистора ПП3 включен кремниевый диод. Как показали испытания, ток управления реле практически не меняется в диапазоне окружающих температур $-30 \dots +50^\circ\text{C}$.

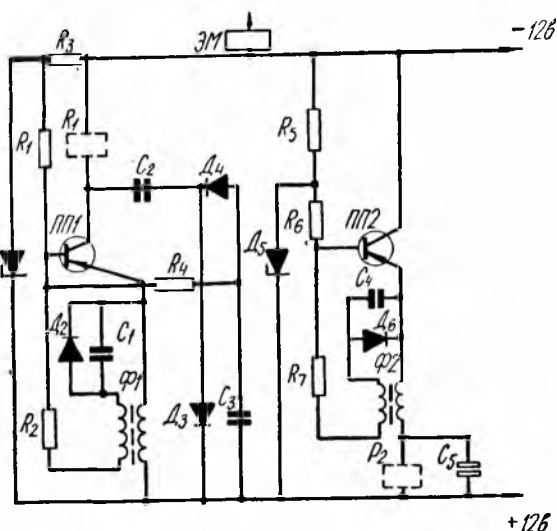


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема датчиков времени.

Устройство фиксации состояния автомобиля представляет собой реле, включаемое при остановке автомобиля контактами, один из которых укреплен на стрелке вторичного прибора, другой — на ограничителе стрелки. Контакты реле производят необходимую коммутацию в системе УРАТ в зависимости от состояния автомобиля.

Автомобильное весоизмерительное устройство (АВУ) предназначено для автоматического взвешивания и регистрации перевезенного автосамосвала груза и визуального контроля погрузки. Значительное увели-

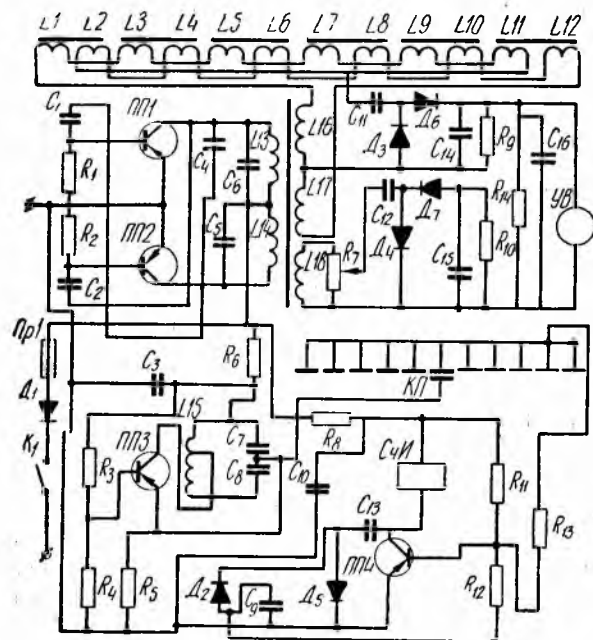


Рис. 3. Принципиальная электрическая схема автомобильного весоизмерительного устройства.

чение полезного сигнала достигается с помощью индуктивных датчиков. АВУ включает в себя 6 имеющих П-образную форму силоизмерительных элементов, выполненных из стали У8 с последующей закалкой, с индуктивными дифференциальными датчиками перемещений, электронный блок и счетчик регистрации груза. Силоизмерительные элементы имеют противоперегрузочные ограничители, которые позволяют устанавливать АВУ на автосамосвале без переделки кузова.

Сигнал, поступающий с датчиков, измеряется вольтметром, показания которого преобразуются в числоимпульсный код. Цена импульса выбирается в зависимости от грузоподъемности автосамосвала.

Силоизмерительные элементы размещают на подрамнике автосамосвала по три с каждой стороны. К опорной балке кузова крепятся упоры, лежащие на опорах силоизмерительных элементов, в результате чего между подрамником и опорной балкой кузова образуется зазор 4—5 мм.

Индуктивные датчики силоизмерительных элементов подключены ко вторичной обмотке трансформатора преобразователя постоянного тока на трансисторах ПП1 и ПП2 (рис. 3). Выпрямитель на диодах Д3 и Д6 является нагрузкой дифференциальных индуктивных датчиков. Выпрямитель на диодах Д4 и Д7 подключен к обмотке L18 и служит для установки нуля. Вольтметр с преобразователем его показаний в числоимпульсный код является нагрузкой выпрямителей, включенных последовательно-встречно. Высокочастотный генератор (транзистор ПП3) подключен через преобразователь показаний вольтметра в числоимпульсный код КП к базе транзистора ПП4, в коллектор которого включен счетчик импульсов.

В момент загрузки кузова автосамосвала балочка силоизмерительного элемента прогибается и перемещает якорь дифференциального датчика. Поскольку обмотки всех дифференциальных индуктивных датчиков включены последовательно на общую нагрузку, сигналы о прогибе всех балочек

чек суммируются. Для предотвращения перегрузки силоизмерительных элементов в момент движения автосамосвала под балочкой каждого из них помещен ограничитель. Зазор между балочками и ограничителями выбирается таким, чтобы при прогибе балочки до ограничителя материал силоизмерительного элемента не выходил за пределы упругой деформации.

Полезный сигнал измеряется стрелочным вольтметром. При прохождении стрелки вдоль шкалы емкость конденсатора, образованного подвижной пластиной, укрепленной на стрелке вольтметра, и неподвижной зубчатой пластиной, укрепленной на шкале, возрастает, когда стрелка проходит над зубом неподвижной пластины и снижается в промежутке между зубьями.

Колебания емкости конденсатора, образованного подвижной и неподвижной зубчатой пластинами, вызывает такие же колебания высокочастотного напряжения на базе транзистора ПП4. Так как каскад имеет положительную обратную связь по постоянному току, значение коллекторного тока возрастает при увеличении высокочастотного напряжения, что вызывает срабатывание счетчика импульсов. Количество срабатываний счетчика импульсов пропорционально количеству зубцов на неподвижной пластине.

Исследовать описанные датчики можно расчетным или экспериментальным способом. При этом различают следующие методы: наихудшего случая, граничных испытаний, моментов, натуральных испытаний и статистических испытаний. Исследование элементов датчиков системы автоматического учета работы автомобильного транспорта только одним из указанных методов недостаточно, так как режим работы и эксплуатационные условия их на автомобильном карьерном транспорте имеют свою специфику. При исследовании датчиков была поставлена задача — определить их характеристики и влияние особых условий на работоспособность и на закономерность распределения характеристик. Чтобы найти закон распределения, необходимо располагать достаточно обширным статистическим материалом порядка сотен опытов (наблюдений). Однако в практике из-за сложности постановки большого числа опытов часто приходится иметь дело со статистическими данными весьма ограниченного объема. Любое значение искомого параметра, вычисленное на основе ограниченного числа опытов, всегда содержит элемент случайности.

Любая оценка параметра a , вычисленного по результатам независимых опытов на основе наблюдений, представляет собой функцию

$$X_1, X_2, \dots, X_n$$

$$\tilde{a} = \tilde{a}(X_1, X_2, \dots, X_n),$$

и, следовательно, величина $\tilde{a}$ является случайной. Закон распределения $\tilde{a}$ зависит от распределения величин, в частности, от самого неизвестного параметра $a(X)$, а также от числа опытов n . Этот закон распределения устанавливают с помощью известных методов теории вероятностей. Используя правила обработки ограниченного по объему статистического материала полученных значений $X_1, X_2, \dots, X_n$ в проведенных независимых опытах случайной величиной X , определим оценку $\tilde{a}$.

Питание датчиков системы автоматического учета работы автомобильного транспорта, устанавливаемых на автомобиле, осуществляется от системы электрооборудования напряжением 12 в. В процессе работы автомобиля напряжение в системе электрооборудования изменяется от

9 до 14 в. Нижний предел изменения напряжения обусловлен пусковым режимом двигателя автомобиля, т. е. включением стартера, а верхний предел — максимальным числом оборотов двигателя и соответственно генератора, а также степенью зарядки аккумуляторных батарей.

В указанных датчиках до настоящего времени не исследовано влияние изменения напряжения питания на работоспособность генераторов, выполняющих функции бесконтактных преобразователей импульсов. В коллекторных цепях бесконтактных преобразователей включены реле типа РКМП, которые в зависимости от положения диска с выступами в зазоре магнитопровода могут находиться в момент генерации в возбужденном состоянии, а при срыве — в отпущенном состоянии.

С помощью образцового вольтметра и миллиамперметра в коллекторной цепи генератора была снята вольт-амперная характеристика в момент генерации и при срыве ее в зависимости от изменения питающего напряжения. Полученные характеристики для десяти опытных образцов после математической обработки при доверительной вероятности $\beta = 0,95$ (табл. 1) по возможности точно отражают общую тенденцию в зависимости Y от X .

Таблица 1

Расчетные значения тока БПИ в зависимости от изменения напряжения питания

Основные соотношения	Расчетные значения	
	в момент генерации	при срыве генерации
$m_X^* = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$	11,5	11,5
$m_Y^* = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n}$	24,5	7,15
$a_2^*[X] = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n}$	135	135
$a_{1,1}^*[X, Y] = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i}{n}$	285,6	82,5
$K_{XY}^* = a_{1,1}^*[XY] - m_X^* m_Y^*$	5	0,275
$D_X^* = a_2^*[X] - (m_X^*)^2$	2,75	2,75
$a = \frac{K_{XY}^*}{D_X^*}$	1,81	0,1
$b = m_Y^* - a m_X^*$	3,7	6
$Y = \frac{K_{XY}^*}{D_X^*} X + m_Y^* - \frac{K_{XY}^*}{D_X^*} m_X^*$	$Y = 1,8X + 3,7$	$Y = 0,1 + 6$

Из приведенного графика изменения тока в коллекторной цепи бесконтактного преобразователя в момент генерации и при ее срыве в зависимости от изменения напряжения (рис. 4) и указанных выше величин видно, что изменения напряжения в пределах от 9 до 14 в не влияют на работоспособность датчиков.

Немаловажное значение имеют климатические факторы, которые сказываются на изменении физических свойств элементов датчиков. Влияние температуры на работоспособность элементов датчиков исследовалось в камере тепла типа ТВК-2а и в камере холода типа ХК-2.

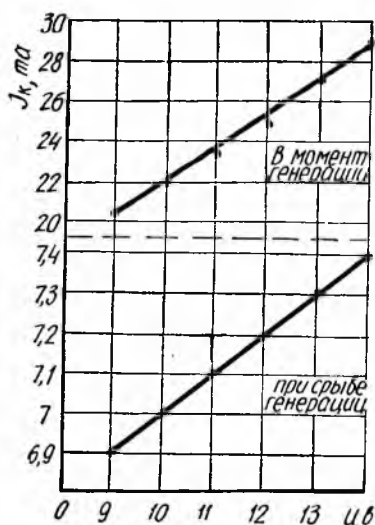


Рис. 4. График изменения тока БПИ в зависимости от напряжения питания.

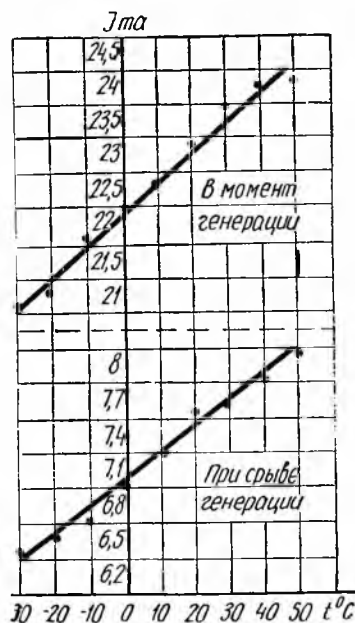


Рис. 5. График изменения тока БПИ в зависимости от температуры.

Подлежащий исследованию элемент устанавливали в камеру, а затем через интервал в 10°С выдерживали в течение 2 часов, после чего снимали значения величин, характеризующих работоспособность датчиков. Окружающую температуру изменяли в пределах от -30 до +50°С.

Экспериментальные значения изменения тока в коллекторной цепи бесконтактного преобразователя в момент генерации и при срыве ее после математической обработки методом наименьших квадратов приведены в табл. 2.

Из графика, представленного на рис. 5, и указанных выше значений температуры видно, что изменение температуры в пределах от -30 до +50°С не влияет на работоспособность датчиков. Исходя из сказанного, можно установить характеристики для выбора коммутационной аппаратуры системы автоматического учета работы автомобильного транспорта.

Аналогичным исследованиям были подвергнуты остальные датчики системы УРАТ.

Таблица 2
Расчетные значения тока БПИ в зависимости от изменения температуры

Основные соотношения	Расчетные значения	
	в момент гене- рации	при срыве гене- рации
$m_X^* = \frac{\sum_{i=1}^n Xi}{n}$	10	10
$m_Y^* = \frac{\sum_{i=1}^n Yi}{n}$	22,5	7,1
$a_2^* [X] = \frac{\sum_{i=1}^n X^2i}{n}$	766,6	766,6
$a_{1,1}^* [X, Y] = \frac{\sum_{i=1}^n XiYi}{n}$	250,5	86,3
$K_{XY}^* = a_{1,1}^* [X] - (m_X^*)^2$	24,5	15,3
$D_X^* = a_2^* [X] - (m_X^*)^2$	666,6	666,6
$a = \frac{K_{XY}^*}{D_X^*}$	0,0367	0,0229
$b = m_Y^* - am_X^*$	22,13	6,87
$Y = aX + b$	$Y = 0,036X + 22,1$	$Y = 0,023X + 6,8$