

Библиотека

ПО

А

В

Т

О

М

А

О

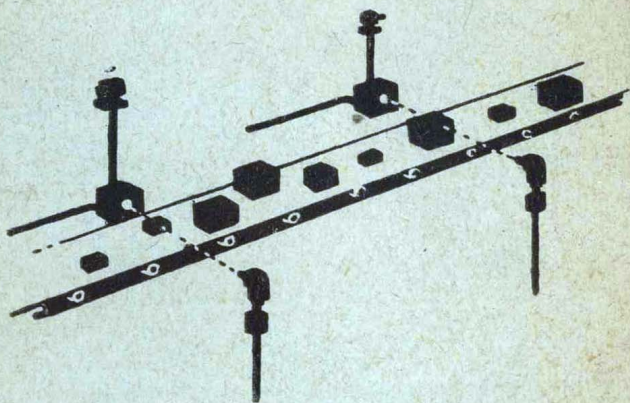
М

А

Т

А. М. Майзель

МЕТОДЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УЧЕТА ШТУЧНОЙ ПРОДУКЦИИ



ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

БИБЛИОТЕКА ПО АВТОМАТИКЕ

Выпуск 63

Л. М. МАЙЗЕЛЬ

МЕТОДЫ
АВТОМАТИЧЕСКОГО УЧЕТА
ШТУЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1962 ЛЕНИНГРАД

Редакционная коллегия:

И. В. Антик, А. И. Бертинов, С. Н. Вешеневский,
В. С. Кулебакин, В. С. Малов, В. Э. Низе, А. Д. Смирнов,
Б. С. Сотсков

ЭЭ-5(4)-3

В книге рассматриваются методы и промышленные схемы автоматического (общего и дифференцированного) учета штучной продукции. Дается описание элементов указанных схем: датчиков, суммирующих устройств при двоичной и десятичной системах счисления и регистрирующих устройств (цифровых, фоторегистрирующих и цифровой индикации). Приводится схема учета по отдельным агрегатам и группам оборудования, а также дается схема автоматического контроля выполнения плана.

Книга предназначена для инженерно-технических работников, занимающихся вопросами автоматизации технологических процессов, и может быть также полезна студентам при курсовом и дипломном проектировании.

6П2.15 *Майзель Леонид Максович,*
М 14 **Методы автоматического учета штучной продукции,**
М.—Л., Госэнергоиздат, 1962, 120 с. с черт. („Библиотека по автоматике“, вып. 63)

6П2.15

Редактор *Н. А. Плевако*

Техн. редактор *В. В. Емжин*

Сдано в набор 28/V 1962 г.

Подписано к печати 28/VIII 1962 г.

Формат бумаги 84×108¹/₃₂

6,15 печ. л.

Уч.-изд. л. 9,8

Т-08588

Тираж 18 000 экз.

Цена 49 коп.

Зак. 2365

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Автоматический учет штучных изделий (продукции, полуфабрикатов и заготовок) позволяет объективно судить о ритме работы производства и выполнении плановых заданий, вести правильное планирование и учет расходуемых материалов, а также производить учет выработки каждого рабочего. В ряде производств неавтоматический учет изделий вообще невозможен или чрезвычайно трудоемок и неудобен.

Введение автоматического учета является важным этапом в автоматизации различных видов производств. Объективная информация, выдаваемая устройствами автоматического учета, может служить исходными данными, вводимыми в счетно-аналитические машины, используемые для автоматического учета и анализа хозяйственной деятельности предприятия и для планирования всех взаимосвязанных процессов производства.

В книге рассматриваются методы и промышленные схемы автоматического (общего и дифференцированного) учета штучной продукции.

Автор считает своим приятным долгом поблагодарить Н. А. Плевако за тщательное редактирование книги.

Автор

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Глава первая. Общие сведения	5
1. Виды автоматического учета штучной продукции	5
2. Преобразование первичного импульса	7
3. Суммирующие устройства	7
Глава вторая. Датчики	9
4. Электроконтактные датчики	9
5. Индуктивные датчики	12
6. Емкостные датчики	13
7. Пьезоэлектрические датчики	14
8. Фотоэлектрические датчики	15
9. Радиоактивные датчики	22
Глава третья. Суммирующие устройства при двоичной системе счисления	24
10. Системы счисления	24
11. Схемы триггерных ячеек	28
12. Схемы двоичных суммирующих устройств	33
Глава четвертая. Суммирующие устройства при десятичной системе счисления	40
13. Механические счетчики	40
14. Электромагнитные счетчики	41
15. Схемы управления электромагнитными счетчиками	48
16. Шаговые искатели и реле-искатели	50
17. Декадные суммирующие устройства	52
18. Декатроны	57
19. Схемы декатронных суммирующих устройств	61
Глава пятая. Регистрирующие устройства	66
20. Цифровые регистрирующие устройства	66
21. Фоторегистрирующие устройства	68
22. Приборы цифровой индикации	69
Глава шестая. Промышленные устройства автоматического учета	72
23. Схемы с электромагнитными счетчиками	72
24. Схема с декадным сумматором	92
25. Схема с цифровыми неоновыми лампами	96
26. Схема с регистрацией на бумажной ленте	98
27. Схема учета по группам оборудования	100
28. Схема контроля выполнения плана	101
29. Схемы с логическими элементами	104
30. Схемы программы счета	110
31. Автомат с фотоэлектрическим датчиком и пересчетной схемой на декатронах	113
Литература	116

ГЛАВА ПЕРВАЯ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1. ВИДЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УЧЕТА ШТУЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Существует два вида автоматического учета: недифференцированный и дифференцированный.

Недифференцированный учет используется для подсчета общего числа единиц изделий без разделения на группы по каким-либо признакам: размерным, качественным и т. п.

При дифференцированном учете производится подсчет числа единиц изделий по отдельным группам, характеризуемым указанными выше признаками; чаще всего дифференциация учета осуществляется по размерным группам. Принципиально схему дифференцированного учета можно представить как совокупность независимых параллельно работающих устройств недифференцированного учета для каждой группы. На рис. 1 для обоих видов автоматического учета приведены блок-схемы, состоящие из следующих общих элементов: 1) датчика импульсов; 2) суммирующего (счетного) устройства; 3) показывающего устройства (индикатора); 4) записывающего устройства.

Следует отметить, что если датчик, как правило, представляет собой и функционально и конструктивно обособленное звено системы учета, то регистрирующие устройства (показывающее или записывающее), фиксирующие результат счета, часто неразрывно связаны с суммирующим устройством и не могут быть от него отделены не только конструктивно, но даже при условном рассмотрении функционирования счетной схемы.

В некоторых случаях устройство автоматического учета позволяет производить только лишь визуальный отсчет (показывающее устройство) или только запись (самопишущее устройство). В соответствии с этим в составе устройства учета отсутствует либо записывающее, либо показывающее приспособление.

Датчик (воспринимающий элемент) служит для получения информации о наличии учитываемого изделия и выдачи соответствующего сигнала. Этот сигнал, как правило, представляет собой единственный импульс постоянного уровня (амплитуды), не зависящий от каких-либо свойств изделия и свидетельствующий лишь о наличии

или отсутствии его (схема «да — нет»). Подобный режим работы датчика, когда его сигнал изменяется не плавно, а скачками (дискретно), называется релейным (или позиционным). Число позиций датчика в схеме «да — нет» равно двум, сигнал есть или отсутствует, т. е. изделие есть или его нет. Такая схема с одним датчи-

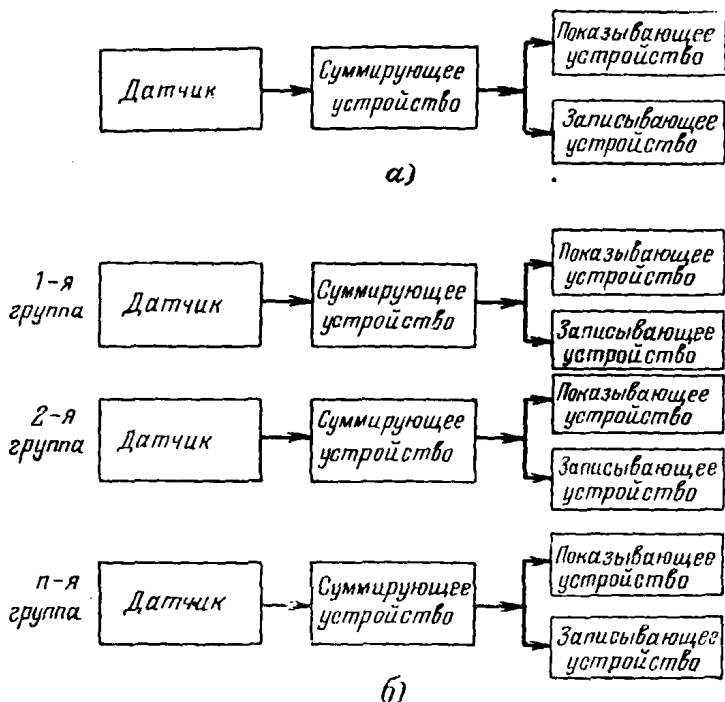


Рис. 1. Блок-схема устройств автоматического учета.
а — недифференцированного; б — дифференцированного.

ком используется непосредственно для недифференцированного учета.

Для дифференцированного учета нужно применять уже несколько (два и более) датчиков, работающих обычно тоже в двухпозиционном режиме, но с настройкой каждого на срабатывание только при наличии у изделия заранее заданного определенного признака (например, при толщине в установленных пределах). Число подобных датчиков должно равняться количеству групп дифференцированного учета.

В некоторых (более редких) случаях для дифференцированного учета пользуются одним многопозиционным датчиком, уровни (или виды) сигналов которого, кроме нулевого (отсутствие сигнала) и максимального, имеют еще промежуточные дискретные значения; число позиций такого датчика должно на единицу превышать ко-

личество групп учета: отсутствие изделия соответствует отсутствию сигнала (нулевая позиция), наличие изделия в какой-либо группе учета соответствует сигналу определенного уровня.

2. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПЕРВИЧНОГО ИМПУЛЬСА

В датчиках обычно происходит преобразование (иногда сопровождаемое усилением) одного вида энергии в другой.

В устройствах автоматического учета в основном находят применение следующие датчики:

1) электроконтактные, основанные на замыкании или размыкании контактов в зависимости от присутствия или отсутствия изделия;

2) индуктивные, основанные на изменении индуктивности катушки от присутствия изделия;

3) емкостные, принцип действия которых состоит в изменении емкости конденсатора при наличии изделия;

4) пьезоэлектрические, использующие возникновение электрических зарядов на гранях некоторых диэлектриков при их деформации, являющейся следствием наличия изделия;

5) фотоэлектрические, работа которых основана на изменении сопротивления фотоэлементов в зависимости от величины падающего на них светового потока, связанной с наличием или отсутствием изделия;

6) радиоактивные, базирующиеся на зависимости интенсивности поступающего радиоактивного излучения от наличия или отсутствия изделия.

Иногда интенсивность (уровень) первичного сигнала датчика меняется плавно в определенных пределах (например, в силу изменения освещенности фотоэлемента при постепенном перекрытии изделием светового потока); в этих случаях осуществляется последующее автоматическое преобразование этого плавно изменяющегося сигнала в дискретный с помощью релейного элемента, срабатывающего скачком, когда уровень входного сигнала достигнет величины, называемой параметром срабатывания.

3. СУММИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Суммирующие устройства (сумматоры) служат для последовательного суммирования качественно одинаковых импульсов, поступающих от датчиков; суммирующее устройство вырабатывает выходные импульсы (сигналы), которые могут быть поданы на вход показывающего или пишущего устройства, если оно входит в состав схемы, или оказывают необходимое воздействие на те элементы суммирующего устройства, которые служат в качестве индикаторов, фиксирующих результат счета. Число, вид и последовательность выходных сигналов зависят, естественно, от того, на какие регистрирующие элементы или устройства эти сигналы поступают.

Заметим, что часто различные устройства, входящие в состав счетных схем, называют счетчиками. В строгом смысле слова этот термин относится к суммирующим (интегрирующим) устройствам, но на практике счетчиками называют как суммирующие, так и регистрирующие устройства, их сочетания, а иногда даже устройства,

включающие датчики. Ввиду нечеткости трактовки термина «счетчик» мы будем пользоваться им только тогда, когда он входит в официальное название серийного промышленного прибора.

Суммирующие устройства, входящие в схемы автоматического учета, бывают двух видов: механические, служащие для суммирования механических импульсов, и электроимпульсные, суммирующие электрические импульсы. В свою очередь устройства последнего вида делятся на электромагнитные и электронные.

В электромагнитных приборах входной электрический сигнал вызывает перемещение якоря магнита, которое в качестве импульса поступает в устройство, суммирующее механические импульсы.

Электронные суммирующие устройства выполняются как на триггерных ячейках, так и на специальных лампах для счета импульсов — декатонах.

В устройствах последнего вида, кроме общепринятой десятичной системы счисления, широко используется двоичная.

Весьма важными характеристиками суммирующих устройств являются: разрешающая способность — максимальное количество импульсов, которое может быть обработано в единицу времени, и емкость — максимальное общее число импульсов, которое может быть просуммировано.

Разрешающая способность механических сумматоров обычно не превышает 1000 имп/мин . Электромагнитные устройства имеют разрешающую способность до 100 имп/сек , а электронные — до 10^6 имп/сек и даже больше.

В процессе работы суммирующее устройство, помимо основной функции — счета поступающих импульсов и выработки выходных сигналов, выполняет часто дополнительные функции, необходимые для обеспечения надежной работы сумматора или регистрирующего устройства. В ряде случаев импульсы, проходящие через звенья суммирующего устройства, должны быть преобразованы в другую форму или усилены, и тогда в состав сумматора вводятся преобразователи или усилители (иногда в виде конструктивно изолированных блоков, иногда в форме неотделимого участка схемы). Часто в суммирующее устройство включается нормализатор импульсов, который предназначен для преобразования импульсов, поступающих с датчиков на вход первой ступени сумматора, в импульсы такой формы (иногда также и уровня), какая необходима для правильной работы данного суммирующего устройства.

В механических устройствах нормализатором может являться рычажный механизм, преобразующий произвольные механические импульсы в определенный угол поворота якоря, собачки храповика и т. п.

В электроимпульсных устройствах нормализаторами импульсов служат электрические схемы, преобразующие сигналы, поступающие от датчиков, в электрические импульсы таких форм, полярности и амплитуды, которые необходимы для надежной работы суммирующего устройства.

В значительном числе случаев, когда сумматор работает на отдельное регистрирующее устройство — индикатор или самописец, он выполняется в виде так называемого редуктора.

Редуктор имеет целью уменьшать количество импульсов, поступающих на индикатор счетной схемы, т. е. давать на своем выходе в K раз меньше импульсов по сравнению с количеством их,

поступающим на вход. Величина K называется коэффициентом пересчета или редукции.

Установка редуктора вызывается стремлением увеличить емкость и разрешающую способность счетной схемы. В механических редукторах обычно применяют схему с многоступенчатой зубчатой передачей, а в электроимпульсных — релейные и ламповые редуцирующие схемы.

Если сумматор работает как редуктор, то для возможности точной регистрации счета необходимо включить в него индикатор остатка (роль которого могут играть какие-либо элементы самого суммирующего устройства).

Индикатор остатка представляет собой устройство, фиксирующее остаток от деления числа импульсов, поданных на вход редуктора, на коэффициент редукции K .

В качестве регистрирующих устройств находят применение как цифровые самопишущие (печатающие) приборы, так и специальные схемы и элементы, воспроизводящие цифровые знаки для визуального отсчета и фоторегистрации (вторая группа устройств, как уже указывалось, может представлять собой конструктивно обособленный прибор или блок, а также входить в состав суммирующего устройства).

Изображение любого числа строится из небольшого числа знаков (цифр). Это изображение различно для одного и того же числа в зависимости от выбранной системы счисления: помимо общепринятой десятичной системы, в счетных схемах используются и другие — двоичная, восьмеричная и т. д. Любая из этих систем основана на разрядном принципе изображения числа. Так, в десятичной системе счет единиц ведется до девяти; десять единиц образуют один десяток, т. е. единицу более высокого разряда — разряда десятков; десять десятков образуют единицу разряда сотен и т. д. Изображение числа составляется из последовательного ряда цифр, фиксирующих числа единиц по разрядам. Поэтому, как правило, система выходных сигналов суммирующего устройства должна быть также построена на принципе поразрядного счета и зависеть от особенностей принятой системы счисления. В то же время сигналы, поступающие на вход сумматора, представляют собой непрерывный ряд однообразных повторяющихся импульсов.

ГЛАВА ВТОРАЯ

ДАТЧИКИ

4. ЭЛЕКТРОКОНТАКТНЫЕ ДАТЧИКИ

В электроконтактных датчиках перемещения штока, соприкасающегося с изделием в момент его прохождения около датчика, преобразуются в замыкание или размыкание электрических контактов. В зависимости от отношения величины перемещения контактов к величине перемещения измерительного штока контактные датчики разбиваются на две группы: а) безрычажные; б) рычажные.

В безрычажных датчиках перемещение контактов равно перемещению измерительного штока. В рычажных датчиках перемеще-

ние контактов получается увеличенным по сравнению с перемещением измерительного штока (рис. 2). В рычажных датчиках относительное влияние погрешностей, зависящих от состояния контактов и их настройки, уменьшается с увеличением передаточного отношения (считая от штока к контактам).

Электроконтактные датчики могут иметь силовые или сеточные контакты.

Силовые контакты непосредственно включаются в цепь реле, электромагнитов и счетчиков. Сеточные контакты включаются в цепи управляющих сеток электронных ламп и тиратронов, вызывая при своем замыкании или размыкании изменение анодного тока.

Так как напряжение сеточных цепей электронных ламп и тиратронов может быть выбрано весьма небольшим, а величины сопротивлений, включенных в эти цепи, могут достигать порядка 1 Мом , то не только дугобразования, но даже искрения при замыкании и размыкании контактов не происходит. Другими преимуществами схем с использованием электронных ламп и тиратронов являются их быстродействие и практическая безынерционность, что дает возможность создавать высокопроизводительные счетные устройства.

Для уменьшения коррозии и эрозии контактов, особенно силовых, необходимо уменьшать продолжительность их нахождения под напряжением.

Электроконтактные датчики работают обычно как двухпозиционные по принципу «да — нет» и поэтому могут быть использованы лишь для недифференцированного счета. Однако существуют также конструкции многопозиционных электроконтактных датчиков, которые ведут счет изделий отдельно по размерным группам (т. е. одновременно с учетом сортируют изделия по размерному признаку).

На рис. 3,а приведена принципиальная схема одноконтактного многопозиционного датчика, который может быть использован в устройствах для дифференцированного счета изделий. Этот датчик состоит из: консольно закрепленной стальной пружины 1 с установленным на ее свободном конце изолированным контактом 5, электромагнита 2, переменного сопротивления 3, прибора 4, измеряющего ток в обмотке электромагнита, и измерительного штока 7 с контактом 6. При протекании тока через обмотку электромагнита пружина 1 приближается к нему и изгибается; в результате контакт 5 будет смещен на расстояние S от положения, показанного на рисунке. Величина S функционально связана с величиной тока, протекающего по обмотке электромагнита (если в пружине не возникает остаточной деформации). Таким образом, ступенчатое изменение величины тока в обмотке электромагнита вызовет дискретное (также ступенчатое) изменение расстояния S . Например,

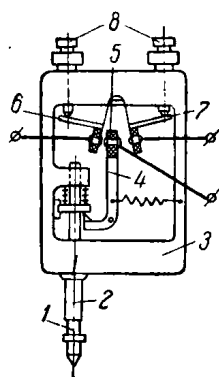


Рис. 2. Схема электроконтактного датчика.

1 — измерительный шток; 2 — направляющая гильза; 3 — корпус датчика; 4 — дуговой рычаг; 5 — подвижной электрический контакт; 6 и 7 — неподвижные электрические контакты; 8 — винты настройки.

при каждом увеличении тока на одну и ту же величину смещение S будет увеличиваться на 100 мк. Следовательно, при фиксированной величине тока замыкание контактов 5 и 6 будет происходить каждый раз при прохождении под штоком 7 изделия 8, размер которого превышает определенную величину.

Если при наличии изделия под штоком последовательно изменять ток в обмотке электромагнита по ступеням, датчик подаст им-

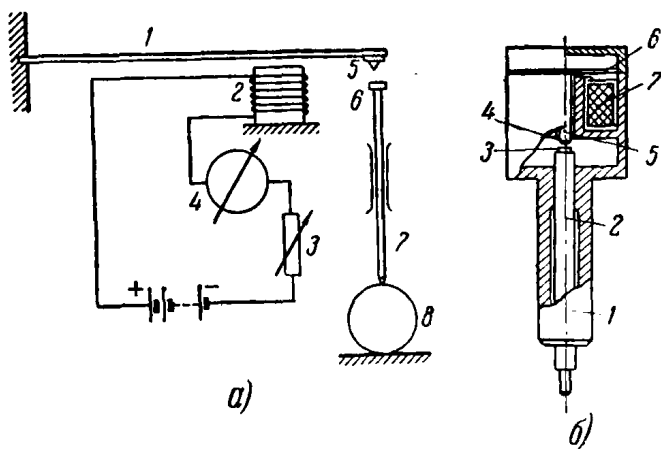


Рис. 3. Одноконтактные датчики для дифференцированного счета.

а — схема электромагнитного пружинного датчика; *б* — схема мембранного датчика.

пульс, отмечающий не только наличие, но и размерную группу изделия (размер которого находится в определенных пределах). Подобный датчик пригоден для раздельного счета изделий по группам.

На рис. 3,б приведена схема многопозиционного одноконтактного мембранного датчика. Этот датчик технологически прост и дешев в изготовлении. Измерительный шток 2, несущий на верхнем конце контакт 3, движется в корпусе 1. Второй контакт 4 установлен на нижнем конце штока 5, укрепленного в центре круглой плоской или гофрированной мембраны 6, изготовленной из мягкой стали. Эта мембрана (играющая роль пружины на рис. 3,а) закреплена крышкой датчика и деформируется притяжением к электромагниту 7.

Автоматическое ступенчатое изменение величины тока в обмотке электромагнита датчика для дифференцированного счета по размерным группам может быть получено с помощью коммутатора или посредством релейной цепочки. Последний способ дешевле и надежнее в работе. Его недостатком является относительно малое быстродействие. Так, например, при сортировке на 10 групп измерительное время составляет около 0,5 сек.

Так как деформация мембраны датчика зависит от числа ампер-витков обмотки электромагнита, то для ступенчатого изменения

положения контакта 5 можно вместо изменения тока в обмотке изменять число витков при постоянном значении тока.

В первом случае питание электромагнита производится от источника со стабилизированным напряжением, а ступенчатое изменение тока достигается путем последовательного подключения в цепь обмотки электромагнита ряда сопротивлений.

Во втором случае питание электромагнита производится от источника со стабилизированным током, а ступенчатое изменение числа витков получается переключением секций обмотки.

5. ИНДУКТИВНЫЕ ДАТЧИКИ

Принцип работы индуктивных датчиков основан на зависимости полного электрического сопротивления катушек датчика от присутствия изделия на измерительной позиции.

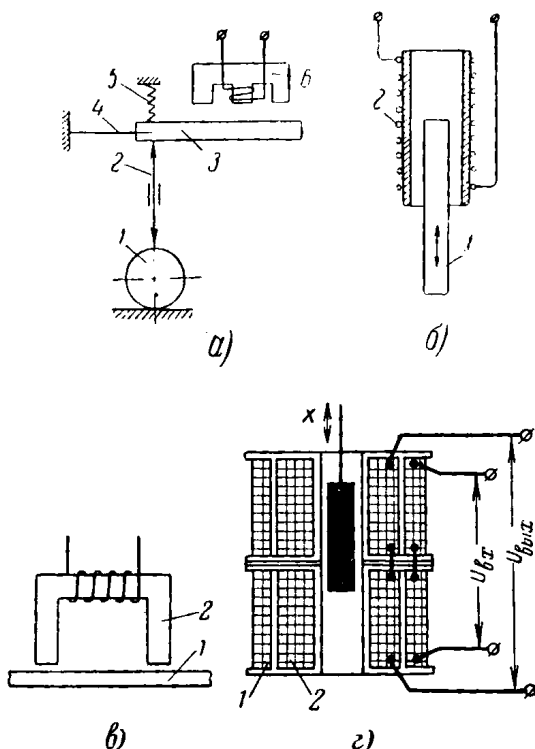


Рис. 4. Схемы индуктивных датчиков.

а — с подвижным якорем; 1 — изделие; 2 — измерительный шток; 3 — якорь; 4 — плоская пружина; 5 — пружина; б — магнитопровод с катушкой; в — для изделий из ферромагнитных материалов; 1 — изделие; 2 — датчик; г — для изделий из электропроводящих материалов; 1 — изделие; 2 — датчик; г — дифференциальный трансформаторного.

По характеру изменения сопротивления индуктивные датчики могут быть разделены на следующие три группы:

1. Датчики, в которых изменение воздушного зазора между сердечником и якорем, соприкасающимся с изделием, вызывает изменение магнитного сопротивления магнитопровода (рис. 4,а).

2. Датчики, изменение сопротивления магнитной цепи которых происходит при появлении в магнитном поле изделий из ферромагнитных материалов (рис. 4,б).

3. Датчики, потери в магнитной цепи которых, вызываемые вихревыми токами, изменяются при появлении в магнитном поле изделия из электропроводящего материала (рис. 4,в).

К этому же типу датчиков относится так называемый трансформаторный (индукционный) датчик, действие которого основано на изменении взаимной индукции его обмоток при перемещении сердечника в момент соприкосновения последнего с изделием.

Для повышения чувствительности (отношения изменения выходной величины к вызвавшему его изменению входной) датчики, относящиеся к первой группе, а также трансформаторные выполняются по дифференциальной схеме. В таком исполнении индуктивные датчики с подвижным якорем имеют две катушки с одинаковыми параметрами. Перемещение якоря при соприкосновении с изделием вызывает одновременное увеличение индуктивности одной катушки и такое же уменьшение индуктивности другой.

У дифференциальных трансформаторных датчиков (рис. 4,г) первичная обмотка 1 имеет две последовательно включенные катушки, а вторичная обмотка 2 состоит из двух встречно включенных катушек. При симметричном относительно катушек расположении сердечника э. д. с., наводимые во вторичной обмотке, равны и разность напряжений на выходе датчика равна нулю. При перемещении сердечника э. д. с., наводимые в катушках вторичной обмотки, будут неодинаковыми и на выходе появится напряжение (равное разности э. д. с. катушек), величина которого будет зависеть от перемещения сердечника.

6. ЕМКОСТНЫЕ ДАТЧИКИ

Принцип работы емкостных датчиков основан на зависимости емкости конденсатора от полезной площади его обкладок, расстояния между ними и диэлектрической проницаемости его диэлектрика. Изменение любого из указанных параметров датчика вызывается наличием изделия, подлежащего счету (например, оно сближает обкладки или сдвигает одну из них).

На рис. 5 приведена схема датчика, емкость которого меняется в зависимости от изменения расстояния между обкладками. Обычно неподвижная пластина датчика изолируется, а подвижная соединяется с корпусом или же обе пластины изолируются от корпуса. Для уменьшения требований, предъявляемых к величине сопротивле-

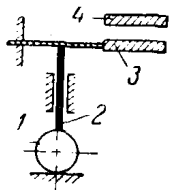


Рис. 5. Схема емкостного датчика.

1—изделие; 2—измерительный шток; 3—подвижная обкладка конденсатора; 4—неподвижная обкладка конденсатора.

ния изоляции измерительной цепи и измерителя, емкостные датчики питают напряжением повышенной или высокой частоты.

7. ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ

В пьезоэлектрических датчиках, применяемых в устройствах автоматического учета, используется прямой пьезоэлектрический эффект, состоящий в появлении электрических зарядов на гранях или ребрах некоторых диэлектриков при деформации, являющейся

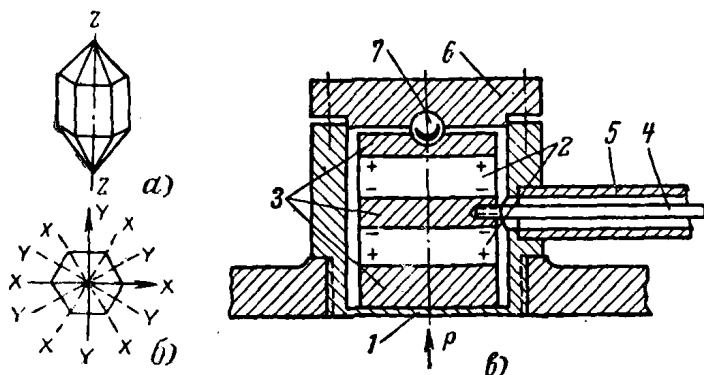


Рис. 6. Кристалл кварца.

а — общий вид; *б* — расположение осей; *в* — схема пьезоэлектрического датчика.

следствием наличия изделия. Подобные диэлектрики называются пьезоэлектриками.

Наиболее сильно пьезоэлектрический эффект проявляется у сегнетоэлектриков, к числу которых относятся некоторые кристаллические вещества и поляризованные керамики, обладающие весьма высокой диэлектрической проницаемостью. Типичными представителями сегнетоэлектриков являются сегнетова соль, титанат бария и фосфат аммония.

Весьма широкое применение в качестве пьезоэлектрического датчика нашел кварц, у которого пьезоэлектрические свойства сочетаются с высокой механической прочностью и хорошими изоляционными качествами.

В кристалле кварца, представляющем собой шестигранную призму с пирамидами на основаниях, различают следующие главные оси (рис. 6, *а* и *б*): оптическую ось $z-z'$, проходящую через вершины пирамид; три электрические оси $x-x'$, проходящие через ребра пирамид; три механические оси $y-y'$, проходящие через середины граней и перпендикулярные электрическим осям. При этом прямой пьезоэффект возникает лишь при сжатии или растяжении кристалла в направлении любой электрической или механической оси. Сжатие или растяжение кристалла вдоль оптической оси не вызывает пьезоэффекта.

На рис. 6, в, приведена схема пьезоэлектрического датчика с двумя кварцевыми пластинами. Сила P , появление которой вызвано наличием изделия, действует на мембрану 1, являющуюся дном корпуса, внутри которого заключены кварцевые пластины 2, расположенные между металлическими прокладками 3. Средняя прокладка имеет соединение с выводом 4, проходящим через втулку 5, выполненную из изоляционного материала. Крышка 6 соединена с корпусом датчика и передает давление пластинам через шарик 7, что вызывает более равномерное распределение давления по рабочим поверхностям кварцевых пластин. Последние обычно располагаются так, что в цепь прибора подается отрицательный потенциал; положительные заряды отводятся на землю через корпус.

8. ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ

В фотоэлектрических датчиках для устройств автоматического учета штучной продукции используются три основных вида фотоэффекта:

1) внешний, когда катодная эмиссия зависит от освещенности катода; при этом электроны удаляются от освещенного вещества;

2) внутренний, когда активное сопротивление зависит от освещенности; при этом электроны остаются в освещенном веществе;

3) вентильный, когда между слоями освещенного и неосвещенного материала, разделенными тонким изоляционным («запирающим») слоем, возникает э. д. с., зависящая от освещенности.

Соответственно этому различаются фотоэлементы с внешним и внутренним фотоэффектом и с запирающим слоем.

Фотоэлемент с внешним фотоэффектом (рис. 7) представляет собой вакуумную или газонаполненную лампу с fotocувствительным катодом, нанесенным на внутреннюю стенку стеклянного баллона или на специальный металлический электрод (подложка), расположенный внутри баллона, и анодом в виде кольца, пластины и т. д. Наиболее употребительными типами фотокатодов являются кислородно-цезиевые, сурьмяно-цезиевые и висмута-серебряно-цезиевые. Между анодом и катодом прикладывается постоянная разность потенциалов порядка 230—240 в.

При облучении фотокаатода в цепи, образованной фотоэлементом, источником напряжения и нагрузочным сопротивлением, появится ток, направленный от фотокаатода к аноду.

Для рассматриваемых фотоэлементов наиболее важными являются следующие их характеристики: спектральная, световая и вольт-амперная (рис. 8). Спектральная характеристика показывает

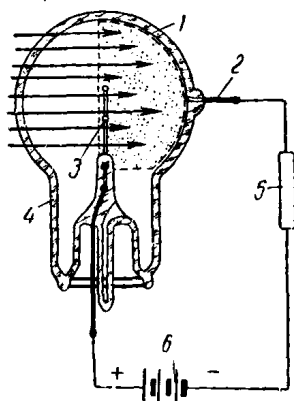


Рис. 7. Схема устройства и включения фотоэлемента с внешним фотоэффектом.

1 — катод; 2 — вывод катода; 3 — анод; 4 — стеклянный баллон; 5 — нагрузочное сопротивление; 6 — источник напряжения.

зависимость чувствительности фотоэлемента от длины волны (или частоты светового колебания) падающего на фотокатод света.

Световая характеристика показывает зависимость величины фотоэлектронной эмиссии от силы светового потока (при неизменном

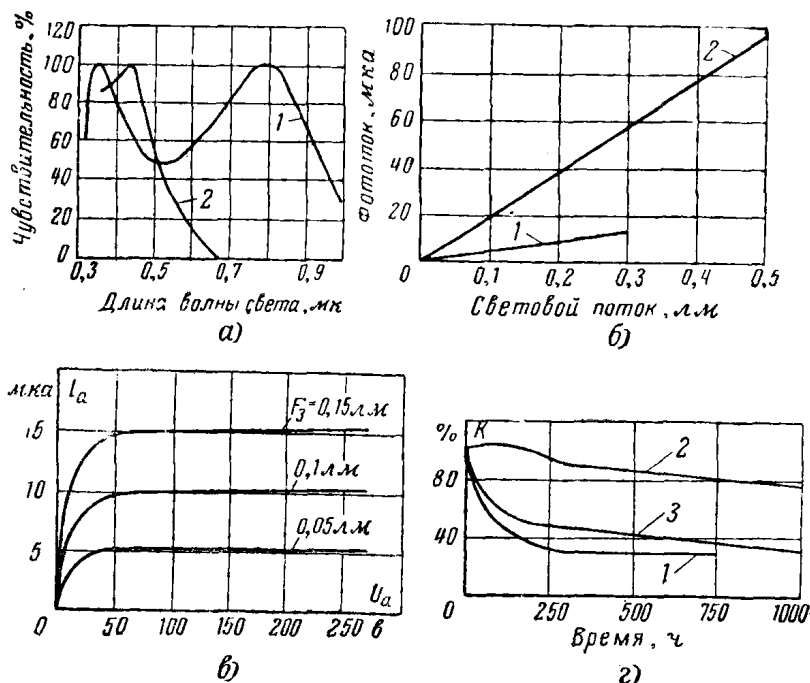


Рис. 8. Характеристики фотоэлементов с внешним фотоэффектом. а—спектральная; 1—кислородно-цезиевых; 2—сурьмяно-цезиевых; б—световая: 1—кислородно-цезиевых; 2—сурьмяно-цезиевых; в—вольт-амперная, сурьмяно-цезиевых; г—средние графики утомляемости: 1—кислородно-цезиевых; 2—сурьмяно-цезиевых; 3—однокаскадного фотоумножителя.

анодном напряжении). Величина фототока в широкой области прямо пропорциональна световому потоку:

$$I_{\Phi} = k\Phi,$$

где I_{Φ} — фототок, мка;

Φ — световой поток, лм;

k — интегральная чувствительность, мка/лм, характеризующая реакцию фотоэлемента на белый свет (полного спектрального состава); кроме того, часто пользуются понятием спектральной чувствительности фотоэлемента, относящимся к световому потоку с определенной длиной волны.

Характерным параметром фотоэлементов является так называемый темновой ток, определяемый проводимостью элемента при отсутствии светового потока.