

Я.Л. Либерман
В.В. Кувшинский

КОНТРОЛЬНО - СОРТИРОВОЧНЫЕ АВТОМАТЫ

Издательство «Машиностроение»

Я.Л.Либерман
В.В.Кувшинский

КОНТРОЛЬНО - СОРТИРОВОЧНЫЕ АВТОМАТЫ



МОСКВА « МАШИНОСТРОЕНИЕ » 1983

Рецензент инж. Б.Т. Барзак

Л55 **Либерман Я.Л., Кувшинский В.В.**
Контрольно-сортировочные автоматы. — М.: Машиностроение. 1983. 96 с., ил.
35 к.

Рассмотрены основы построения современных контрольно-сортировочных автоматов, их конструкции и узлы. Изложены принципы действия, методы наладки и настройки автоматов. Описаны устройства обнаружения и устранения отказов их элементов и систем переработки контрольной информации.

Для квалифицированных рабочих-контролеров и мастеров.

Л 2203000000-095
038 (01) -83 95-83

ББК 34.4
БП.5.4.08

© Издательство "Машиностроение", 1983 г.

ИБ № 2630

Яков Львович ЛИБЕРМАН, Владимир Владимирович КУВШИНСКИЙ

КОНТРОЛЬНО-СОРТИРОВОЧНЫЕ АВТОМАТЫ

Редактор Ю. И. Подскребко
Художественный редактор И. К. Капранова
Технический редактор Г. Г. Семенова
Корректор В. Е. Блохина
Обложка художника Х. М. Наумова
Операторы И. В. Наумова, А. Н. Засухина

Текст набран на наборно-печатающих автоматах
Подписано в печать 15.12.82 Т — 21427 Формат 60х90 1/16
Бумага типографская № 2 Гарнитура Пресс Роман Ротапринт Усл. печ. л. 6,0
Уч.-изд. л. 7,17 Тираж 8500 экз. Заказ 1330 Цена 35 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство "Машиностроение"
107076, Москва, Строминский пер., 4

Московская типография № 8
Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР
по делам издательства, полиграфии и книжной торговли,
Хохловский пер., 7

ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных задач, поставленных партией и правительством перед народным хозяйством на XXVI съезде КПСС, является разработка и осуществление мероприятий по повышению действенности систем контроля качества и технического уровня выпускаемой машиностроительной продукции. Это связано с необходимостью повышения точности и надежности приборов, используемых при контроле качества, развитием производства автоматического оборудования с электронными и другими системами контроля. Во многих отраслях машиностроения все шире внедряются быстродействующие контрольно-сортировочные автоматы, осуществляющие контроль качества деталей по различным параметрам, сортировку годных деталей по группам, отбраковку некачественных деталей, блокировку или подналадку технологического оборудования.

Контрольно-сортировочные автоматы наиболее эффективны в массовом производстве, когда техническими условиями предусмотрен сплошной контроль качества выпускаемой продукции. Без применения автоматов число контролеров ОТК в таком производстве составляет около 15% общего числа рабочих. Это требует значительных расходов, повышающих себестоимость продукции, снижает производительность и достоверность контроля, так как работа контролеров-сортировщиков требует высокой концентрации внимания и сопровождается снижением производительности труда к концу смены более чем на 26% при увеличении числа ошибок почти в 5 раз. Внедрение же одного автомата, контролирующего и сортирующего 1800 деталей в час, дает возможность высвободить до пяти контролеров, что снижает себестоимость контрольно-сортировочных операций, повышает их объективность и избавляет людей от напряженного и монотонного труда.

Разработкой и производством контрольно-сортировочных автоматов занимаются многие организации и предприятия. Это прежде всего ОКБ СА Минстанкинпрома СССР, инструментальный завод "Калибр", Ленинградский инструментальный завод, ВНИИПП, научно-исследовательские и проектные институты автомобильной промышленности и сельскохозяйственного машиностроения. В этом же направлении ведутся работы в МВТУ им. Н.Э. Баумана, во Львовском, Уральском и других политехнических институтах.

Современные контрольно-сортировочные автоматы снабжены разнообразными механическими и электрическими устройствами для загрузки и транспортирования деталей, измерения их параметров, переработки контрольной информации и т.д. Многие из них оснащены специальными логическими устройствами, повышающими точность и надежность операций контроля и сортировки. Для эффективного использования контрольно-сортировочных автоматов требуется квалифицированный обслуживающий персонал.

Работа наладчиков, обслуживающих контрольно-сортировочные автоматы, чрезвычайно ответственна, так как от них во многом зависит качество выпускаемой продукции. Успешно выполнять такие работы можно, лишь имея четкое представление о принципах построения контрольно-сортировочных автоматов, схемах и устройствах, применяемых в них.

Материал книги построен, в основном, на базе разработок Уральского политехнического института им. С.М. Кирова. Введение, гл. I, IV—VIII написаны Я.Л. Либерманом, гл. II — В.В. Кувшинским и Я.Л. Либерманом, гл. III — В.В. Кувшинским.

ГЛАВА I

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ

КОНТРОЛЬНО-СОРТИРОВОЧНЫХ АВТОМАТОВ

ПОНЯТИЕ О КОНТРОЛЕ, СОРТИРОВКЕ И КОНТРОЛЬНО-СОРТИРОВОЧНЫХ МАШИНАХ

Свойство, общее в качественном отношении многим физическим объектам, но в количественном отношении индивидуальное для каждого объекта, называется физической величиной. Когда хотят подчеркнуть математический смысл физической величины, употребляют термин параметр, что означает некоторую переменную, принимающую при определенных условиях постоянное значение. Физические величины, встречающиеся в практике, очень разнообразны. К ним относятся размеры, твердость, масса, шероховатость поверхности изделий, влажность, температура и т.д.

Под контролем понимают совокупность трех операций: измерение некоторой физической величины или параметра объекта, сравнение действительного значения этого параметра с нормативным, формирование суждения о наличии требуемого свойства объекта. Так, при контроле вала измеряют его диаметр и, сравнивая с заданным на чертеже, определяют, укладывается ли размер в пределы допуска; контролируя твердость материала детали после термообработки, находят, соответствует ли она заданным техническим условиям. Если сборку какого-либо механизма производят, подбирая детали по размерам, чтобы получить некоторый зазор или натяг, при контроле устанавливают, к какой размерной группе деталь относится. У некоторых деталей достаточно проконтролировать один параметр (размер, форму, твердость), у других несколько. Например, при контроле поршней двигателей внутреннего сгорания проверяют такие параметры, как диаметр, конусность и овальность отверстия под поршневой палец, диаметр поршня в двух плоскостях и перпендикулярность отверстия под поршневой палец оси поршня.

Суждение при контроле может формироваться по-разному. В наиболее простом случае оно характеризует попадание значения контролируемого параметра в пределы допуска, ограниченного с одной стороны. В этом случае контроль называют допусковым односторонним. Такому контролю подвергают, например, отклонение от соосности отверстий и т.п. Если допуск ограничен с двух сторон, то контроль называют допусковым двухпредельным. Он применяется для таких параметров, как погрешность длины или диаметра деталей, избыточное давление и пр. Если допуск предельно разбивают на неперекрывающиеся интервалы и контролируют попадание значений параметра в пределы того или иного интервала, то контроль называют многодиапазонным или многоинтервальным и применяют его для тех же параметров, что и допусковый двухпредельный.

Все перечисленные способы контроля могут быть реализованы на практике в виде систем контроля, представляющих собой совокупность средств, с помощью которых производят контрольные и сопутствующие им операции. Примером системы контроля может являться прибор для контроля торцового биения роликов (рис. 1), осуществляющий односторонний контроль. Ролик устанавливают на призме 4 и прижимают механизмом вращения 1, содержащим электродвигатель. От осевого смещения он удерживается двумя упорами. С правым торцом ролика взаимодействует предельный электроконтактный датчик 2, который подвешен на плоских пружинах 3 и имеет

Рис. 1. Прибор для контроля торцового биения роликов

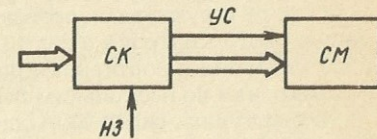
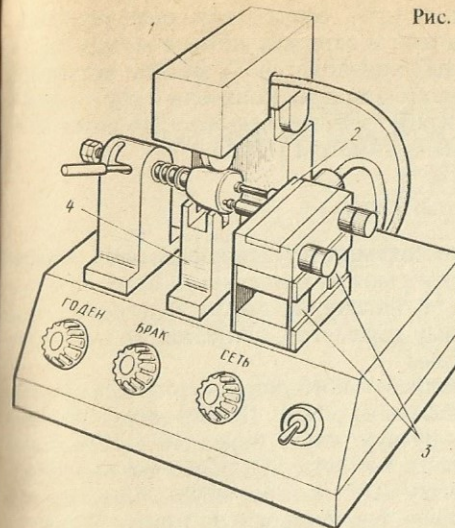


Рис. 2. Структурная схема контрольно-сортiroвочной машины

два щупа: основной, перемещающийся относительно корпуса датчика, и дополнительный, жестко закрепленный на корпусе. Оба щупа соприкасаются с роликом в диаметрально противоположных точках торца, поэтому при вращении ролика на призме датчика измеряет удвоенное биение. Действительное значение удвоенного биения сравнивается с нормативным. Если результат измерения не превышает его нормативного значения, то датчик формирует суждение "годен" и зажигает соответствующую лампу на панели прибора; если превышает, то суждение "брак" и зажигает другую лампу.

Особенностью систем контроля является представление суждения в форме сигнала. В системах, где операции сравнения и формирования суждения выполняет человек, это может быть человеческая речь, в автоматических же системах — это изменение величины электрического тока, загорание лампы и т.п. В общем же случае сигналом может служить всякое обусловленное изменение состояния материальной среды, способное распространяться в пространстве. Распространение сигнала в пространстве называется его передачей. При передаче сигнал может тем или иным способом воздействовать на устройство, если это воздействие обеспечивает целенаправленное функционирование устройства, то оно называется управлением, а само устройство — объектом управления.

Наиболее распространенными объектами управления являются рабочие машины — устройства, построенные на основе механизмов и предназначенные для преобразования состояния, свойств, формы для перемещения предметов труда человека. Перемещение по заданному маршруту называется адресованием, а машины, осуществляющие его, адресующими. Если адресование производится для разделения объектов контроля на классы, такие, что любым двум объектам одного класса соответствуют одинаковые, а любым двум объектам разных классов различные суждения, то адресование называется сортировкой, а адресующие машины сортировочными.

Если объединить систему контроля с сортировочной машиной, то получим контрольно-сортiroвочную машину, которую можно представить структурной схемой (рис. 2), где СК — система контроля, СМ — сортiroвочная машина, широкие стрелки символизируют перемещение деталей, а узкие означают ввод нормативного значения (НЗ) контролируемого пара-

метра и передачу управляющего сигнала (УС), соответствующего результатам контроля. Когда перемещение детали и передача сигнала между частями контрольно-сортировочной машины производится с участием человека, то машину в зависимости от степени автоматизации контроля и сортировки называют полуавтоматической, если же без участия человека, то автоматической, или контрольно-сортировочным автоматом (КСА).

СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ

Как показывает анализ КСА, применяемых в машиностроении, в зависимости от структурных особенностей их можно разделить на автоматы для допускового контроля и сортировки по одному параметру, многодиапазонного контроля и сортировки по одному параметру, допускового контроля и сортировки по нескольким параметрам.

Структурная схема КСА для однопредельного допускового контроля и сортировки по одному параметру показана на рис. 3. Детали загружаются в транспортирующее устройство ТУ1 вручную или с помощью механизмов разгрузки оборудования, производящего эти детали, и поштучно выдаются второму транспортирующему устройству ТУ2, которое доставляет их с позиции загрузки на контрольную позицию, где установлено контрольное устройство КУ, состоящее из датчика-классификатора Д-К и его измерительной оснстки ИС. Датчик-классификатор представляет собой совокупность элементов, которые измеряют параметр детали, сравнивают результат измерения с нормативным значением и формируют суждения о попадании или непопадании значения контролируемого параметра в пределы допуска. При этом одно из суждений рассматривается как отнесение детали к категории "брак", а другое — к категории "годен".

Измерительная оснстка — это совокупность элементов, с помощью которых выполняются операции, сопутствующие контролю (базирование детали, передача измерительной информации от объектов контроля к Д-К, установка датчика в нужное положение и др.). Если по аналогии с понятием "измерительная информация", обозначающим собой информацию о значении измеряемых физических величин, ввести понятие "контрольная информация", т. е. информация о суждениях, формируемых при контроле, то можно сказать, что контрольное устройство в КСА осуществляет своего рода "извлечение" контрольной информации из деталей, подлежащих сортировке. Эта информация поступает далее в систему переработки, состоящую из запоминающего ЗУ и сортировочного СУ устройств, а деталь с помощью транспортера ТУ3 перемещается из позиции контроля на позицию сортировки, где подается на СУ. Последнее имеет исполнительные механизмы, которые под воздействием сигналов, несущих контрольную информацию, производят адресование детали в сортировочный отсек СО1 ("брак") или СО2 ("годен"). При этом ЗУ запоминает информацию на время перемещения детали от контрольного устройства к СО1 или СО2, поскольку выход детали из КУ приводит к исчезновению сигнала на выходе Д-К.

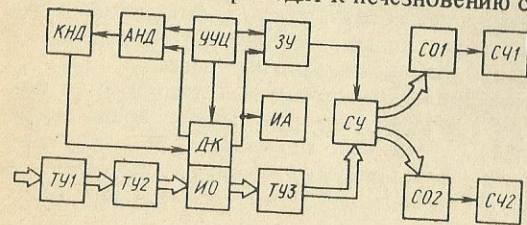


Рис. 3. Структурная схема КСА для однопредельного допускового контроля и сортировки по одному параметру

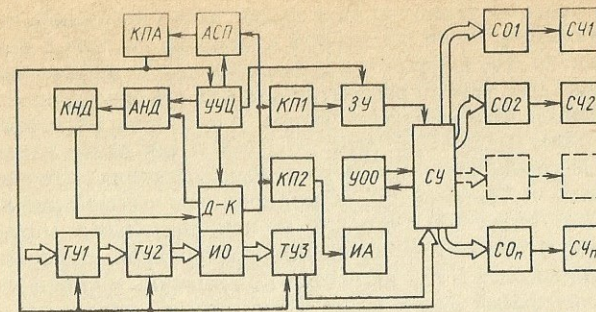


Рис. 4. Структурная схема КСА для многодиапазонного контроля и сортировки по одному параметру

Перечисленные устройства являются в КСА основными, к ним относятся также устройство управления циклом УУЦ, которое обычно выполняется в виде командоаппарата. Оно синхронизирует опрос Д-К, работу ЗУ (запись и считывание информации) с работой устройств ТУ1 — ТУ3. Помимо основных устройств, КСА содержит несколько вспомогательных: ИА — индикатор адреса сортируемых деталей (обычно это сигнальные лампочки), СЧ1 и СЧ2 — счетчики числа бракованных и годных деталей, а также устройства наладки и подналадки КСА. ИА служит главным образом для наблюдения обслуживающего персонала за работой автомата, СЧ1 и СЧ2 для учета качества сортируемых деталей и блокировки или подналадки технологического оборудования в случае, когда фактический процент брака превышает допустимый. Что касается устройств наладки и подналадки КСА, то они чаще всего предназначены для упрощения и стабилизации настройки Д-К на ноль и нормативное значение контролируемого параметра и представляют собой анализатор настройки датчика-классификатора АНД и корректор настройки КНД. АНД и КНД включаются периодически через определенное число циклов работы по сигналам УУЦ. При этом на КУ подается образцовая деталь и АНД выявляет смещения настройки Д-К, которые могут возникнуть из-за вибрации автомата, загрязнения, изнашивания или повреждения механизмов. КНД (автоматическое устройство, или человек) корректирует далее настройку Д-К по сигналу АНД.

Структурная схема КСА для двухпредельного допускового контроля и сортировки по одному параметру практически не отличается от рассмотренной схемы. Отличие в том, что при двухпредельном контроле Д-К выдает не два сигнала "брак" и "годен", а три — "брак неисправимый", "годен" и "брак исправимый", и поэтому вместо двух сортировочных отсеков и счетчиков КСА имеет по три тех и других.

Рассмотрим схему КСА для многодиапазонного контроля и сортировки по одному параметру (рис. 4). Она также содержит устройства для транспортирования детали — ТУ1 — ТУ3, контрольное устройство, состоящее из Д-К и ИО. Однако эта схема имеет и свои особенности. Первая и главная из них состоит в наличии кодопреобразователя КП1, применение которого следует из того, что Д-К в данном случае формирует не два или три сигнала, а значительно больше — от десяти до ста, по числу классификационных интервалов. Существует два принципиально разных типа Д-К, применяемых в автоматах для многодиапазонного контроля и сортировки: позиционные и импульсные, однако, кодопреобразователь требуется для обоих.

В позиционных датчиках причина применения КП1 в том, что сигнал, соответствующий каждому классификационному интервалу, выдается по сво-

ему каналу, поэтому такие датчики имеют число выходных каналов, равное числу интервалов. Если обозначить появление сигнала в выходном канале позиционного $D-K$ цифрой 1, а неоявление 0, то информацию, выдаваемую указанным $D-K$, можно рассматривать как закодированную равномерным распределительным двоичным кодом, т.е. кодом, образованным комбинациями 0...0001, 0...0010, 0...0100, 0...1000 и так далее, где общее число цифр в каждой комбинации при p граничных значениях интервалов классификации равно $p-1$. На такой способ кодирования весьма неэкономичен, так как требует $p-1$ ячеек $ЗУ$ и столько же исполнительных механизмов $СУ$. В связи с этим в систему переработки контрольной информации $КСА$, имеющего позиционный $D-K$, и включают кодопреобразователь, преобразующий распределительный код в более экономичный, например, в естественный двоичный, построенный по двоичной системе счисления, троичный, построенный по троичной системе счисления, и др.

При использовании импульсных $D-K$ причина применения $KП1$ аналогична. Такие $D-K$ все сигналы, соответствующие классификационным интервалам, выдают унитарным кодом, т.е. представляют каждый сигнал в виде определенного числа одинаковых импульсов. При $p-1$ интервалах максимальное число импульсов в сигнале также равно $p-1$ и требуемая емкость $ЗУ$ для записи информации в унитарном коде такая же, как и в распределительном. Этим и обусловлена необходимость введения $KП1$ в систему переработки контрольной информации и при использовании импульсных $D-K$.

Второй особенностью схемы является включение индикатора адреса объектов контроля через кодопреобразователь $KП2$. Обычно $ИА$ представляет собой цифровое табло, где воспроизводится номер сортировочного отсека, в который адресуется деталь. Наиболее удобным является представление номера в десятичном коде. Так как датчик выдает информацию в распределительном или унитарном коде, для преобразования этих кодов в десятичный и служит $KП2$. Иногда его используют и для преобразования кода, формируемого $KП1$, в десятичный, однако это делается, когда $D-K$ и $KП1$ конструктивно выполнены как единый узел и подключение $KП2$ между $D-K$ и $KП1$ невозможно.

Как видно из рис. 4, схема имеет также устройство обнаружения отказов системы переработки контрольной информации $УОО$; устройства наладки и подналадки; анализатор стационарности потока значений контролируемого параметра ($АСП$); корректор производительности автомата $КПА$.

$УОО$ предназначено для того, чтобы в случае отказов $KП1$, $ЗУ$ или $СУ$ не допустить ложного адресования деталей. В основу его работы, чаще всего положено применение так называемых помехозащищенных кодов, свойства которых позволяют обнаруживать и в ряде случаев даже автоматически устранять отказы. С целью реализации этих свойств код, формируемый $D-K$, преобразуется в $KП1$ в помехозащищенный, который далее и используется при переработке контрольной информации. Его особенностью является то, что он состоит из кодовых комбинаций, не вызывающих срабатывания $УОО$. Такие комбинации называют разрешенными в отличие от запрещенных, которые вызывают срабатывание $УОО$. Если система переработки информации работает без отказов, то в ней запрещенных кодовых комбинаций не возникает. При отказах они появляются и $УОО$ подает команду $СУ$, которое по этой команде адресует деталь не в один из $p-1$ сортировочных отсеков, соответствующих классификационным интервалам, а в отсек неопознанных деталей CO_n , т.е. в результате предотвращается ложное адресование.

Сущность работы $АСП$ и $КПА$ основана на реализации зависимости ка-

чества сортировки деталей от закона распределения вероятностей контролируемого параметра и производительности автомата. Если этот закон остается постоянным во времени, т.е. является стационарным, то, выбрав определенную производительность $КСА$, можно обеспечить требуемое качество сортировки. Если закон распределения изменяется и является нестационарным, то для качественной сортировки производительность автомата следует также изменять. Это и выполняется с помощью $АСП$ и $КПА$. Первое из этих устройств по командам $УУЦ$ через определенное время анализирует стационарность закона распределения и определяет, насколько этот закон изменился и как следует скорректировать производительность автомата. Второе устройство осуществляет коррекцию, воздействуя на приводы устройств $ТУ1 - ТУ3$. Для того чтобы при этом не нарушилась синхронизация их работы с функционированием $КУ$ и устройств переработки контрольной информации, $КПА$ одновременно с коррекцией производительности автомата соответствующим образом изменяет и временной масштаб работы $УУЦ$.

Автоматы для многодиапазонного контроля и сортировки находят широкое применение в производствах, использующих селективную сборку. Их характерными примерами являются устройства, предназначенные для контроля и сортировки твердосплавных зубков буровых долот, контролируемые диаметр колец и шариков подшипников качения и др.

В автоматах для допускового контроля и сортировки по нескольким параметрам адресование обычно производится в сортировочные отсеки "брак" (неисправимый брак, по крайней мере, по одному параметру), "полностью годен" и "частично годен" (исправимый брак по различным сочетаниям параметров). Их структурная схема может иметь два варианта (рис. 5-6).

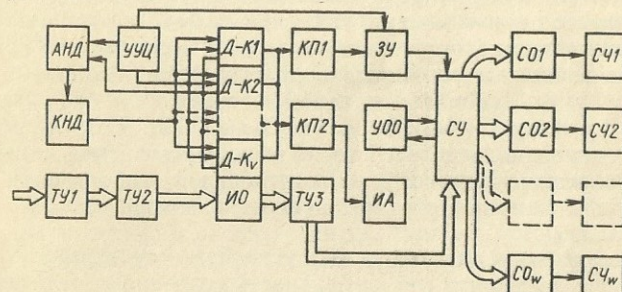


Рис. 5. Структурная схема КСА для параллельного допускового контроля и сортировки по нескольким параметрам

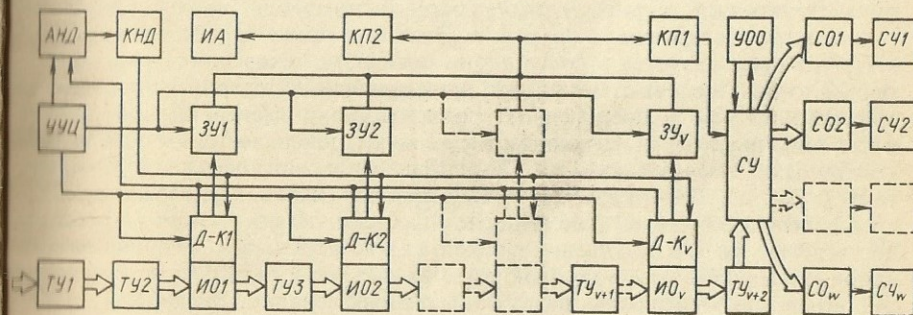


Рис. 6. Структурная схема КСА для последовательного допускового контроля и сортировки по нескольким параметрам

Контрольное устройство и кодопреобразователи в них выполняют иначе, чем в рассмотренных схемах. Как правило, КУ (см. рис. 5) содержит несколько Д-К с общей измерительной оснastкой (приспособлением для установки и базирования детали, стойкой для крепления датчиков, и т.п.). Когда деталь поступает на позицию контроля, все датчики опрашиваются одновременно и сигналы с них подаются на КПП1 и КПП2 параллельно в виде независимых отрезков кодовых комбинаций. Если комбинации, состоящие из указанных отрезков, образуют подобно распределительному коду какой-либо неэкономичный код, обладающий недостаточной помехозащищенностью, то КПП1 преобразует его более рациональный. Аналогично КПП1, КПП2 производят преобразование в десятичный код.

Для повышения качества сортировки КСА, построенные по схеме, показанной на рис. 5, снабжают устройствами подналадки датчиков АНД и КНД, устройством обнаружения отказов УОО, обеспечивающим совместно с СУ адресование сортируемых деталей при отказах системы переработки контрольной информации в отсек неопознанных деталей. Тем не менее добиться высокого качества сортировки при выполнении КСА согласно указанной схеме на практике удастся редко. Это обусловлено сложностью конструкции КУ, содержащего несколько Д-К, и его сравнительно низкой надежностью и точностью, что обычно вызвано необходимостью перемещения датчиков перед установкой детали в контрольную позицию. Чтобы избежать значительного усложнения контрольного устройства и не ухудшать эксплуатационные качества автомата, КСА для допускового контроля и сортировки строят рассмотренным способом при числе контролируемых параметров не более трех-четырех.

Если требуется контролировать большее число параметров, то при построении автоматов применяют структурную схему, показанную на рис. 6, главной особенностью которой является наличие нескольких КУ, каждое из которых устанавливают на отдельной контрольной позиции и содержит один Д-К. Деталь последовательно перемещается от одного контрольного устройства к другому с помощью механизмов ТУ2, ТУ3. Опрос датчиков производится также последовательно по мере перемещения детали. Аналогично производится и запоминание контрольной информации, для чего Д-К1, Д-К2, ..., Д-К связаны, соответственно, с запоминающими устройствами ЗУ1, ЗУ2, ..., ЗУ_ν.

Управление работой запоминающих устройств осуществляется от УУЦ, обеспечивающего определенную длительность хранения информации в каждом ЗУ и одновременный съем ее со всех ЗУ после прохождения детали через все контрольные устройства. В процессе съема на выходах ЗУ1, ЗУ2, ..., ЗУ_ν формируется код, подобный тому, который снимается с выходов датчиков в автоматах, построенных по рис. 5. Этот код также передается на КПП1 и КПП2, где преобразуется в более экономичный, помехозащищенный и десятичный коды. Следует отметить, что применение КПП1 в данном случае менее эффективно, чем в предыдущих, поскольку оно дает лишь сокращение числа исполнительных механизмов СУ, но не повышает плотность записи контрольной информации в ЗУ. По этой причине сложность всего комплекса ЗУ1, ЗУ2, ..., ЗУ_ν оказывается, как правило, выше, чем сложность ЗУ в предшествующей схеме. В результате, упрощение контрольного устройства, достигаемое за счет введения нескольких контрольных позиций взамен одной, зачастую не дает возможности повысить качество КСА во столько же раз, во сколько увеличено число контрольных позиций. Разумеется, причина этого не только в усложнении ЗУ, но и в увеличении числа транспортирующих устройств и т.п. Однако устройства ТУ2-ТУ3 и др. можно выполнить

и виде одного механизма, сложность которого от числа позиций автомата зависит незначительно. Поэтому усложнение ЗУ — это главный недостаток КСА, построенных по схеме 6, по сравнению с КСА, построенными по схеме 5.

Уменьшают влияние этого недостатка на показатели качества КСА обычно путем комбинаций этих двух схем, располагая в нескольких позициях контроля автомата контрольные устройства с несколькими Д-К. Мы рассмотрели наиболее общие структурные схемы КСА. При необходимости, объединяя или исключая те или иные устройства, из них можно получать и другие схемы.

ГЛАВА II ТРАНСПОРТИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

МЕХАНИЗМЫ ЗАГРУЗКИ И ПИТАНИЯ

Первым устройством, с которым взаимодействует деталь в автомате, является транспортирующий механизм, осуществляющий загрузку и питание автомата и предназначенный для накопления, ориентирования деталей и поштучной выдачи их на заданную позицию. Устройства загрузки и питания иногда производят также предварительную отсортировку деталей с резко повышенным или заниженным значениями контролируемого параметра, что уменьшает число отказов из-за заклиниваний, поломок и др.

В отличие от других машин-автоматов, например, металлорежущих станков, прессов и т.п., где накопление деталей загрузочным устройством ограничивается лишь наименьшим допустимым числом деталей, в КСА количество накапливаемых деталей ограничивается наименьшим и наибольшим пределами. Первый предел, так же как и для металлорежущих станков, выбирается исходя из возможной продолжительности простоев оборудования на предыдущих операциях. От этого зависит, насколько перебои в работе оборудования, откуда поступают детали, подлежащие контролю и сортировке, будут сказываться на простоях КСА. Второй предел назначают исходя из допустимых потерь завода-изготовителя из-за задержки в обнаружении брака, поскольку от него зависит, сколько времени пройдет между моментом недопустимого возрастания процента брака в общем числе выпускаемых деталей и моментом, когда это явление будет обнаружено.

Ориентирование деталей механизмами загрузки и питания бывает активное, когда детали принудительно устанавливаются в требуемое положение, и пассивное, когда неправильно ориентированные детали отсеиваются от общего потока.

Детали, подлежащие контролю и сортировке (рис. 7), поступают навалом в бункер-накопитель Б, который содержит механизм захвата, работающий от специального привода и подающий детали в механизм ориентирования О. С помощью своего привода последний придает деталям требуемое пространственное положение и направляет их на лоток Л. При транспортировании по лотку детали попадают в механизм предварительной отсортировки ПО, соединенный с тарой Т. Этот механизм отделяет от общего потока деталей (и направляет в тару) те из них, которые имеют значительные отклонения контролируемого параметра, а остальные, не нарушая их ориентации, передает в магазин М. Подобно бункеру магазин также накапливает детали, но уже в ориентированном положении. Из него с помощью механизма поштучной выдачи ПВ детали через определенные промежутки времени

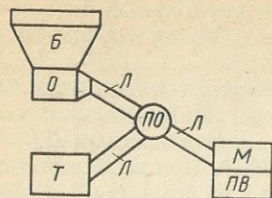


Рис. 7. Схема механизма загрузки и питания КСА

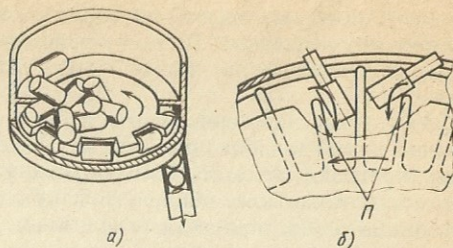


Рис. 8. Дискоевое БОУ:

а — с ориентированием в карманах; б — с активным ориентированием

поступают на позицию контроля. В зависимости от конструктивного исполнения механизма загрузки и питания в нем могут быть не все перечисленные элементы. Чаще всего отсутствует механизм *ПО*. Если все остальные элементы присутствуют, то независимо от наличия механизма *ПО* все устройство называют бункерно-магазинным. Если в нем имеется магазин и механизм *ПВ*, то его считают магазинным, а если лишь бункер, механизм ориентирования и лоток, то бункерным.

Решая вопросы ориентирования деталей на этапе конструирования механизма загрузки и питания, обычно рассматривают две стадии ориентирования: первичную, когда деталь из произвольного неустойчивого положения приводится в промежуточное устойчивое положение, и вторичную, когда деталь из промежуточного положения устанавливается в окончательное требуемое. Конструируя бункер-накопитель, обычно стремятся, чтобы механизм захвата, имеющийся в бункере, одновременно со своими прямыми функциями осуществлял и первичное ориентирование. В результате получается устройство, которое называют бункерно-ориентирующим. При использовании такого устройства на долю специального механизма ориентирования остается только вторичное ориентирование.

Бункерно-ориентирующие устройства (БОУ). Основными элементами БОУ являются бункер (емкость для накопления деталей), механизмы захвата и ориентирования. Наибольшее применение получили дисковые, трубчатые и вибрационные БОУ.

Основным элементом дискового БОУ является плоский или конический диск с карманами, размещенный на дне бункера (рис. 8, а). При вращении диска детали скатываются по его наклонно расположенной поверхности и попадают в вырезы, конфигурация и размеры которых соответствуют форме и размерам детали. При этом детали получают первичную ориентацию в пространстве. В средней части бункера имеется отверстие, через которое детали падают на отводящий лоток. Как правило, БОУ с дисками, имеющими вырезы-карманы, применяют для загрузки в КСА втулок, пальцев и т.п. Для деталей типа колпачков диски БОУ снабжают крючками или наклонными штырями, которые при вращении диска зацепляют и поднимают детали в верхнюю часть чаши бункера.

Общим для рассмотренных устройств является принцип ориентирования: из массы деталей они отбирают только правильно ориентированные, поэтому их называют БОУ с пассивным ориентированием. В устройстве, показанном на рис. 8, б, ориентирование производится иначе. В нижней части бункера детали попадают в карманы утолщением влево или вправо и в таком положении поднимаются диском в верхнюю часть чаши. Здесь происходит их активное ориентирование за счет использования смещения центра тяжести по отношению к середине детали. Повисая на перегородке *П*, дета-

ли разворачиваются на ней и соскальзывают утолщением вниз через отверстие в дне бункера в отводящий лоток. При активном ориентировании увеличивается производительность БОУ и возрастает равномерность выдачи деталей в КСА. Производительность дисковых БОУ составляет 100–200 деталей в минуту.

В трубчатых бункерах чаша имеет форму конической воронки, отверстие которой используют для первичной ориентации детали. Чтобы они не настревали в чаше, применяют ворошители 2, закрепляемые на вращающейся трубке 1 (рис. 9, а), или разрезные втулки, получающие возвратно-поступательное движение (рис. 9, б). Каждая полувтулка связана с рычагом и совершает возвратно-поступательное движение с помощью эксцентрика. Оба эксцентрика закреплены на валах, синхронно вращающихся от электродвигателя. Ориентирующие трубки и втулки делают сменными. Это позволяет в серийном производстве перенастраивать БОУ для загрузки разных деталей. Трубчатые БОУ с разрезной втулкой позволяют ориентировать детали с отношением длины к диаметру близким к 1, и применяются для загрузки КСА небольшими шарами, дисками, кольцами, одноступенчатыми втулками, стержнями. Производительность трубчатых бункеров составляет 75–200 деталей в минуту.

Вибрационные БОУ (вибробункеры) получают в промышленности все более широкое распространение. Это объясняется их относительной простотой, универсальностью, надежностью и возможностью ориентировать разнообразных по форме и размерам детали. Чаша 1 вибробункера (рис. 10) с закрепленным в ней спиральным лотком 2 установлена на трех наклонно расположенных пружинах 3. При пропускании переменного электрического тока через обмотку электромагнита 4 он периодически притягивает к себе чашу бункера. Вследствие того, что пружины подвески расположены наклонно, чаша, опускаясь, одновременно поворачивается в сторону наклона пружин, а поднимаясь, возвращается в прежнее положение. При этом на детали, находящиеся на лотке, действуют силы тяжести и инерции. При движении лотка вверх обе они действуют в одном направлении и создают силу трения, не позволяющую детали проскальзывать. Когда чаша и лоток притягиваются электромагнитом и быстро опускаются, направления сил инерции и трения становятся противоположными. Сила трения деталей о лоток резко уменьшается и они проскальзывают в сторону подъема лотка. При колебательном движении чаши детали практически непрерывно поднимаются

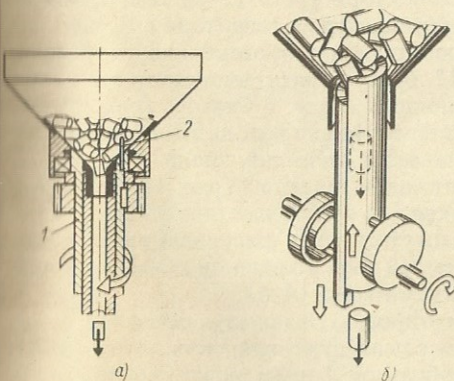


Рис. 9. Трубчатые бункера:

а — с ворошителем; б — с разрезной втулкой

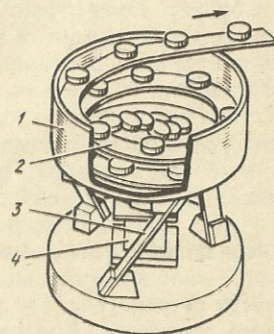


Рис. 10. Схема вибрационного БОУ

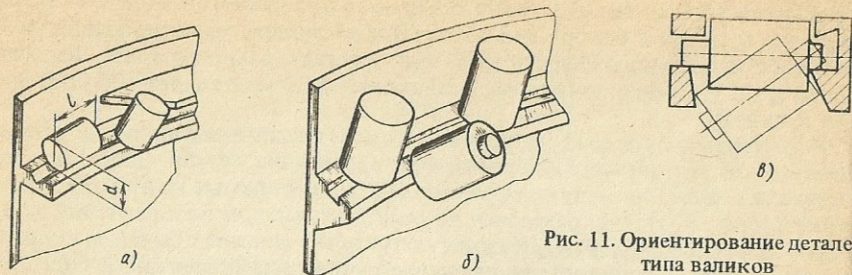


Рис. 11. Ориентирование деталей типа валиков

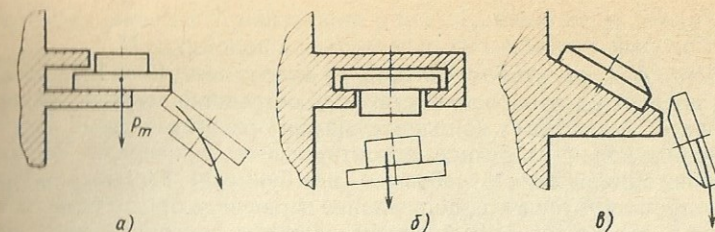


Рис. 12. Ориентирование деталей типа дисков и колец

по лотку вверх, к выходу из лотка. При этом скорость движения деталей по лотку определяется углом подъема лотка и частотой колебаний чаши.

Ориентирование деталей в вибробункере происходит при их попадании на винтовой лоток, для дальнейшего ориентирования используют дополнительные устройства, расположенные в верхней части лотка. Устройства для пассивного ориентирования (селекторы) сбрасывают неправильно ориентированные детали с лотка в чашу бункера, после чего они поднимаются по лотку снова. Устройства активного ориентирования (их называют ориентаторами) принудительно ориентируют деталь в нужном положении. Ориентаторы более сложны по конструкции, поэтому в тех случаях, когда вибробункер с селектором обеспечивает заданную производительность, ему обычно отдают предпочтение.

Рассмотрим примеры ориентации деталей в вибробункерах. Гладкие валики ($l > d$) ориентируются лотком соответствующей формы. Для неправильно ориентированных деталей предусмотрен селектор, возвращающий их обратно в бункер (рис. 11, а). Валики длиной, незначительно отличающейся от диаметра с одной ступенью меньшего диаметра, можно ориентировать наклонным лотком с пазом, выполняющим роль селектора. Неправильно ориентированные детали соскальзывают в бункер (рис. 11, б).

Трехступенчатые валики можно ориентировать с помощью селектора (рис. 11, в). Детали с винтового лотка поступают в прорези боковых стенок. Если длинная ступень детали окажется слева, то она продвигается по прорезям в отводящий лоток, если справа, то короткая ступень проваливается в вырез стенки, и деталь возвращается в бункер.

Если требуется ориентировать детали типа дисков и колец буртиком вниз, их пропускают через прорезь селектора (рис. 12, а). Неправильно ориентированные детали выталкиваются выступом селектора и падают обратно в бункер. Если нужно ориентировать детали буртиком вверх, используют селектор, показанный на рис. 12, б. Для ориентации дисков и колец фаской вверх можно применить наклонный лоток с буртом (рис. 12, в).

Для винтов, болтов и подобных деталей можно использовать в качестве ориентатора паз в лотке, куда проваливается стержень детали (рис. 13, а), в некоторых случаях предусматривают еще и селектор (рис. 13, б), служащий для возврата деталей, оказавшихся в положении поперек лотка. Селектором для деталей типа крышек могут служить фигурный вырез лотка (рис. 14, а, б). Для ориентирования деталей типа колпачков применяют вращающиеся диски с крючками или штырями (рис. 14, в).

П-образные пластины можно ориентировать, используя смещение центра тяжести детали (рис. 15, а). В этом случае суженная часть лотка выполняет роль селектора. Для пластин Г-образной формы можно использовать ориентатор (рис. 15, б). Двигаясь по лотку в положении П, подойдя к концу винтового лотка, детали попадают в криволинейный лоток и движутся

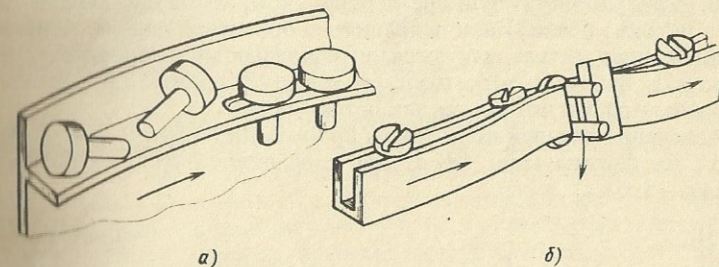


Рис. 13. Ориентирование деталей типа винтов, болтов, заклепок

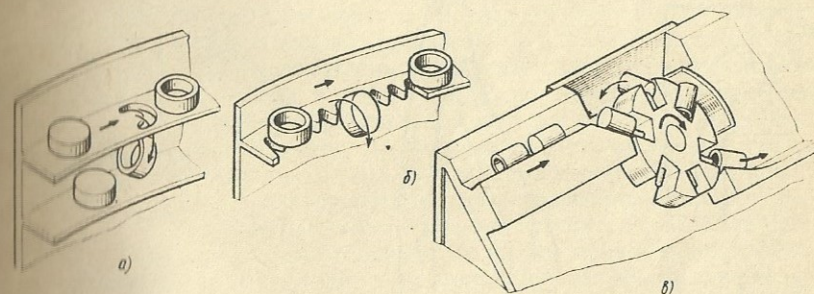


Рис. 14. Ориентирование деталей типа крышек и колпачков

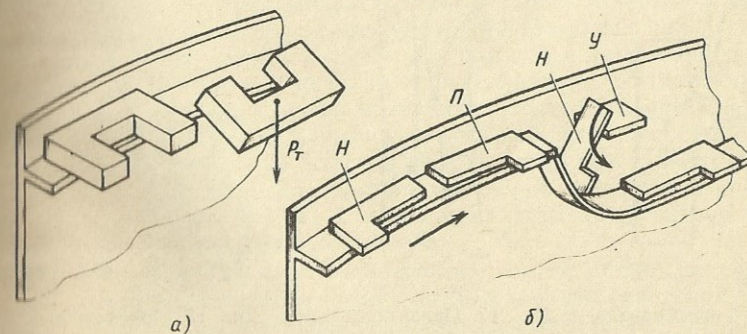


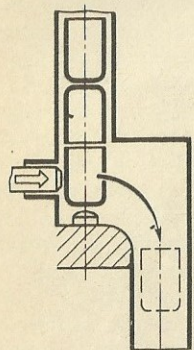
Рис. 15. Ориентирование деталей типа пластин

далее, не меняя ориентации. Детали в положении *H* частично надвигаются на упор *У*, который заставляет их повернуться в положение *П*.

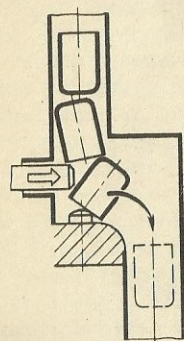
Устройство для ориентирования деталей вне бункера. Если БОУ не может обеспечить полное ориентирование детали в пространстве, механизмы загрузки и питания КСА снабжают дополнительными ориентирующими устройствами, выполняющими вторичное ориентирование: приведение детали из промежуточного положения в требуемое (вне бункера). Рассмотрим примеры таких устройств. Колпачки, получившие первичную ориентацию, попадают по лотку в ориентатор, если колпачок движется доньшком вниз, толкатель (рис. 16, *а*) пропускает его в таком же положении в отводящий лоток, если доньшко оказалось вверх (рис. 16, *б*), колпачок зацепляется за штырь и опрокидывается толкателем.

Детали, получившие в бункере первичную ориентацию, можно разделять на два потока: правильно и неправильно ориентированные. Неправильно ориентированная деталь движется по спиральному (оборачивающему) лотку (рис. 17), форма которого заставляет ее повернуться в заданное положение, после чего оба потока соединяются в один.

Для разделения деталей по потокам при выходе из бункера используют особенности их формы (рис. 18, *а*) или смещенное расположение центра тяжести (рис. 18, *б*).



а)



б)

Рис. 16. Ориентирование колпачков

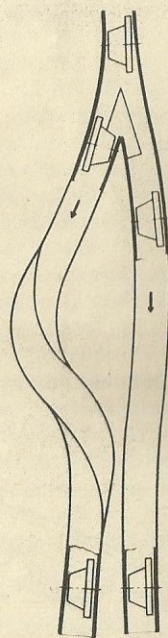
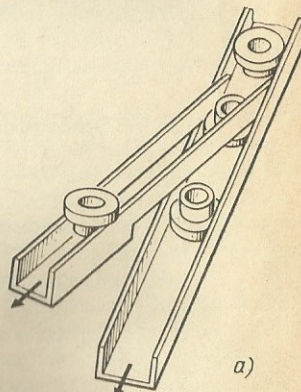
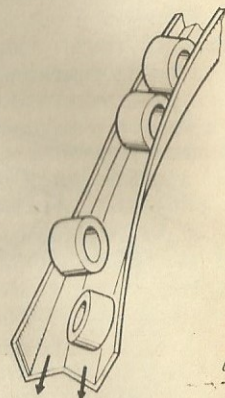


Рис. 17. Ориентирование с использованием оборачивающего лотка



а)



б)

Рис. 18. Ориентирование деталей с использованием: *а* — особенностей формы; *б* — смещенного центра тяжести

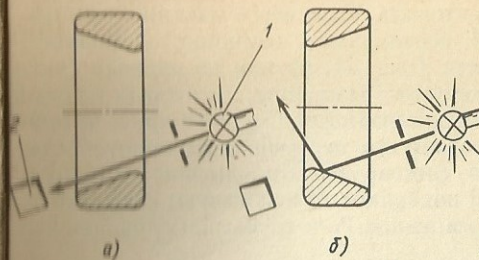


Рис. 19. Ориентирование с помощью фото-датчика

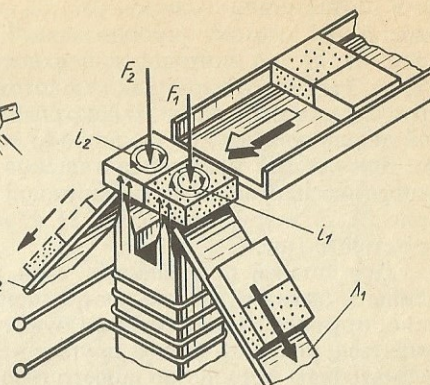


Рис. 20. Ориентирование детали методом ЭМАГО

Если нельзя использовать для ориентирования особенности наружной конфигурации детали, приходится устанавливать механизмы с управлением от датчиков, фиксирующих положение внутренних поверхностей детали. Для разделения потока наружных колец конических роликподшипников (рис. 19, *а*) луч от источника света *1* направляется на фотоэлемент 2, и подается команда для подачи кольца в оборачивающий лоток. Если кольцо занимает неправильное положение (рис. 19, *б*), луч света отражается от конической поверхности отверстия, фотоэлемент не срабатывает, и деталь продолжает двигаться по основному лотку.

Перспективным является метод ориентирования с помощью электромагнитного поля, разработанный в Институте физики АН Латвийской ССР и названный ЭМАГО (электромагнитное опознавание и ориентирование), отличающийся тем, что его можно использовать для деталей самой разнообразной конфигурации, изготовленных из диэлектрических и немагнитных токопроводящих материалов. В основу метода положено следующее. Если у детали имеется разная диэлектрическая проницаемость в различных местах, вызванная различием размеров, формы или свойств материала участков детали, то при попадании такой детали в электростатическое поле возникают силы, стремящиеся ориентировать деталь определенным образом по отношению к электродам. Если поместить такую деталь в переменное магнитное поле, в ней индуцируется вторичное магнитное поле и ориентирование детали в пространстве происходит в результате взаимодействия внешнего и внутреннего магнитных полей.

Пример реализации метода ЭМАГО показан на рис. 20. Деталь типа прямоугольной пластины симметричной формы с разной магнитной проводимостью левой и правой части подается вибробункером на позицию ориентации. Под действием переменных магнитных потоков в детали индуцируются токи i_1 и i_2 , разные по величине. В результате взаимодействия магнитных потоков и индуцированных токов возникают электродинамические силы F_1 и F_2 (больше будет сила на участке с большей проводимостью). В результате деталь повернется на опоре и соскользнет в лоток. Если участок детали с большей проводимостью окажется слева от опоры, то она попадет в лоток L_2 , если справа, то в L_1 . Соединив лотки вместе, получают общий поток одинаково ориентированных деталей.

Магазины и механизмы поштучной выдачи деталей. Детали, получившие ориентацию, поступают через отводящий лоток в магазин (или укладываются в него вручную), где накапливаются перед подачей их на контрольную позицию КСА. Из магазина они выдаются через равные промежутки време-

ни в соответствии с циклом работы автомата. Чаще всего магазин представляет собой лоток, расположенный вертикально, наклонно, "змейкой" (рис. 21, а), по винтовой поверхности (рис. 21, б) или по спирали (рис. 21, в). Распространены также многоярусные магазины, у которых каждый ярус образован дисками со спиральными канавками. С одного яруса на другой детали попадают по наклонным лоткам или перемещаются принудительно. Для деталей типа колец и дисков, фиксируемых в магазине по торцу и отверстию или по торцу и наружной поверхности, используют стержневые (рис. 21, г) и трубчатые (рис. 21, д) магазины. Роль трубы могут выполнять три стойки (рис. 21, е).

Для деталей типа валиков, осей, шпилек и т.п. с большим отношением длины к диаметру используют бункерные магазины, загружаемые, как правило, вручную. При выходе из бункерного магазина детали могут затормаживаться, упираясь друг в друга и образуя свод. Поэтому приходится предусматривать устройство для его разрушения (рис. 21, ж).

Синхронную выдачу деталей из магазина (ориентацию во времени) обеспечивают механизмы поштучной выдачи (или отсекатели). Отсекатель отделяет деталь от общего потока, после чего под действием силы тяжести она поступает в механизм межпозиционного транспортирования. Отсекатели различают по характеру движения. Отсекатель вращательного движения аналогичен устройствам для разрушения свода в бункерных магазинах. Отсекатель возвратно-поступательного движения (рис. 22, а) в положении, показанном на схеме, удерживает стержнем 1 весь столб деталей. Для выдачи

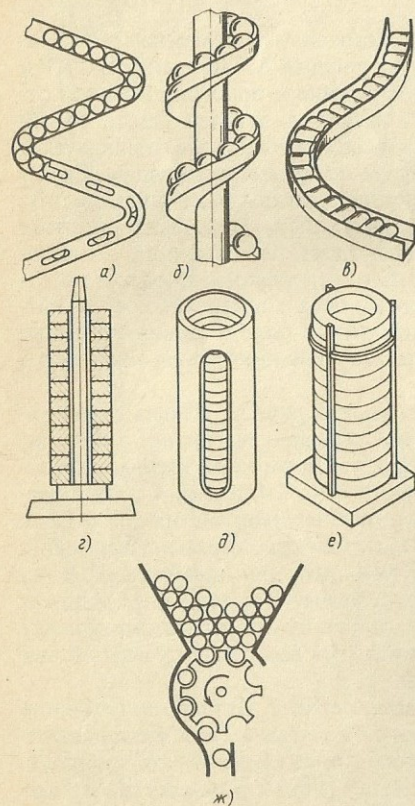


Рис. 21. Магазины:

а — в — лотковые; г — стержневой; д, е — трубчатые; ж — бункерный

Рис. 22. Отсекатели возвратно-поступательного (а) и качательного (б) движения

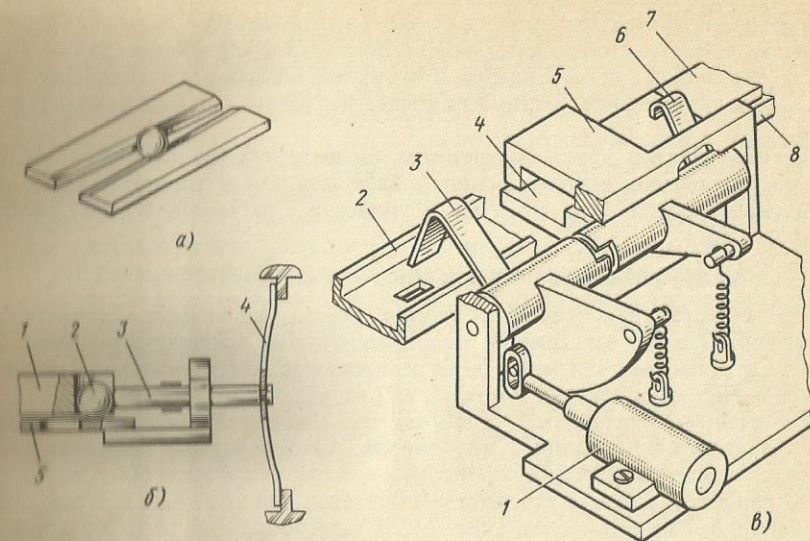
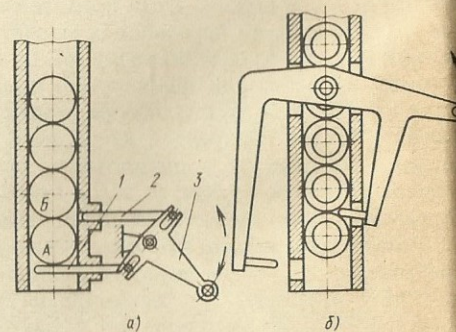


Рис. 23. Механизмы предварительной сортировки:

а — с жестким калибром; б — с упругим калибром; в — с разъемным калибром

детали 4 рычаг 3 поворачивается вверх с помощью электромагнита, стержень 1 выходит из лотка, а стержень 2 входит в него, отсекая выпадающую деталь. Для выдачи следующей детали рычаг 3 поворачивается вниз и стержень 2 пропускает деталь Б до упора в стержень 1, который в этот момент закроет выход из магазина, и т.д. Принцип действия качающегося отсекатели аналогичен.

Механизмы предварительной отсортировки. Для предотвращения попадания в КСА деталей, существенно искаженной формы и вызывающих заклинивание автомата, служат механизмы предварительной отсортировки. Для этой цели используют специальные калибры, определяющие искажения формы и превышение габаритных размеров деталей. Наибольшее распространение получили клиновые калибры (рис. 23, а), состоящие из двух вращающихся валков или неподвижных линеек, образующих клиновидную щель. При перемещении вдоль щели негабаритные детали не проваливаются в нее и направляются в специальную емкость. Остальные детали проваливаются в щель и поступают в магазин, механизм поштучной выдачи и т.д. Во избежание заклинивания деталей в механизмах предварительной сортировки применяют также упругие и разъемные калибры.

Упругие калибры (рис. 23, б) образуются поверхностью окна диска 1, транспортирующего деталь 2, и поверхностью торца пальца 3, соединенного плоской пружиной 4 [А.с. № 266231 (СССР)]. Если деталь имеет размеры, превышающие допустимые, то пружина деформируется вправо, открывается заслонка 5, и деталь падает в отсек негабаритных деталей. Для возвращения пружины в исходное состояние используются специальные упоры, связанные с диском 1, или электромагнит.

На рис. 23, в показан механизм с разъемным калибром [А.с. № 585889 (СССР)]. Детали 7, подаваемые по лотку 8, проходят через калибр, образованный выступом неподвижного основания 5 и поверхностями подвижного дна 4, и движутся далее по лотку 2. Привод 1 механизма (электромагнит)

через определенные промежутки времени поворачивает шуп 3 до его контакта с поверхностью находящейся под ней детали. Если при повороте шупа под ним не окажется детали из-за ее задержки в калибре, шуп поворачивает дно калибра на угол, достаточный для сброса задержанной детали. Прижим 6, связанный с дном калибра, в это время поджимает последующую деталь к дну лотка 8, препятствуя на время открытия калибра движению деталей.

Применяются и другие механизмы предварительной отсортировки, например, устройство, использованное в автомате для сортировки заготовок поршневых пальцев (см. гл. VIII), устройства, работающие по методу ЭМАГО и др.

МЕХАНИЗМЫ МЕЖПОЗИЦИОННОГО ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ

Для перемещения деталей с позиции загрузки на позиции контроля или сортировки служат механизмы межпозиционного транспортирования. По характеру движения они делятся на реверсивные, нереверсивные, механизмы прерывистого движения и механизмы непрерывного движения.

Реверсивные механизмы прерывистого движения выполняют в виде автооператоров или шаговых конвейеров. Автооператоры применяют тогда, когда позиции контроля и сортировки в автомате совмещены. К ним относятся транспортирующие устройства автоматов для контроля и сортировки деталей типа дисков и колец (рис. 24, а) бочкообразных роликов подшипников качения и др.

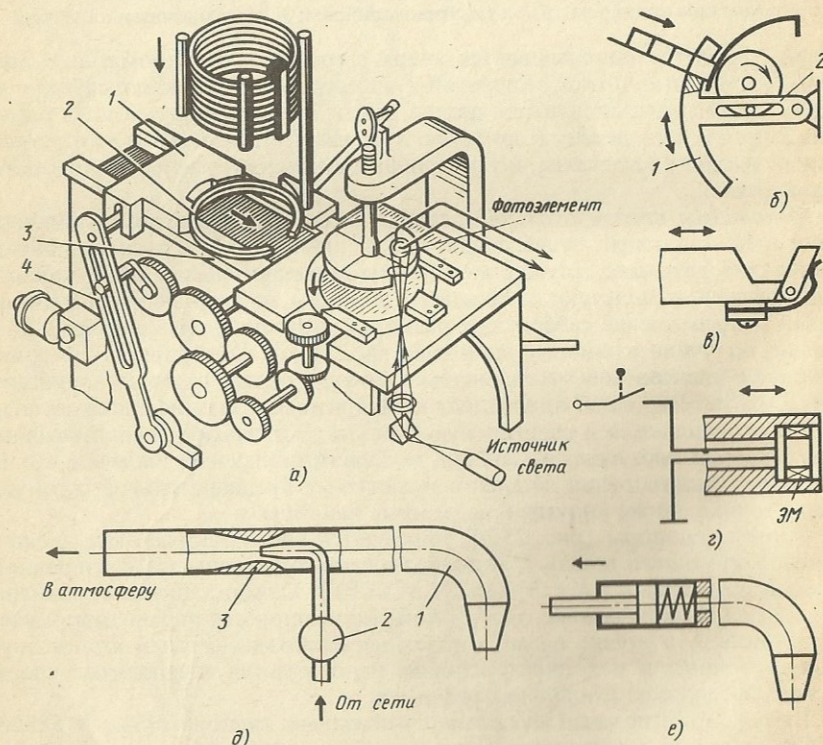


Рис. 24. Схема автооператора для сортировки поршневых колец и конструктивные варианты толкателей

Основными элементами автооператора являются толкатель 1, конец которого имеет профиль, соответствующий конфигурации транспортируемой детали, и качающийся рычаг 4, перемещающий толкатель. При прямом ходе рычага толкатель упирается в деталь 2 и перемещает ее по направляющим 3 на позицию контроля. Деталь 2 выталкивает предыдущую из контрольного устройства и направляет ее на сортировку. После этого толкатель возвращается на позицию загрузки и захватывает следующую деталь. Иногда толкатель 1 (рис. 24, б) жестко соединен с рычагом 2, что позволяет перемещать деталь по дуге окружности и упростить автооператор. Для повышения надежности и производительности КСА вместо профиля, соответствующего конфигурации детали, толкатель автооператора снабжают собачкой (рис. 24, а), удерживающей деталь при прямом ходе; электромагнитом ЭМ (рис. 24, в), управляемым контактом командоаппарата, или вакуумным прихватом 1 (рис. 24, д), питающимся от эжектора 3 или пневмоцилиндра (рис. 24, е) через пневмокран 2. Поступая в эжектор, воздух создает разрежение в трубопроводе, соединяющем эжектор с прихватом, что и удерживает деталь. При использовании пневмоцилиндра разрежение создается за счет перемещения поршня в направлении, обозначенном стрелкой.

Автооператоры приводятся в движение с помощью кривошипа или кулачка. Оба эти элемента могут обеспечивать безударный закон движения толкателя, но кривошип перемещает толкатель без выстоев по закону "прямой ход — обратный ход — прямой ход", а кулачок может перемещать толкатель по разным законам и обеспечивать, если это требуется, задержку толкателя. Это применяется, когда толкатель не может захватить деталь на позиции загрузки или освободиться от нее на позиции контроля при движении, например, при использовании толкателей с электромагнитными и вакуумными прихватами.

Шаговые конвейеры с реверсивным движением применяют в многопозиционных автоматах, предназначенных для контроля и сортировки деталей по нескольким параметрам, и состоят из нескольких кинематически связанных автооператоров. Связь автооператоров обеспечивается реечной передачей (рис. 25, а) или траверсами (рис. 25, б), образующими шарнирный параллелограмм. В первом случае захват деталей и перенос их с позиции на позицию производится рычагами 1, перемещаемыми кривошипом 2 (или кулачком) через зубчатую рейку 4 и колеса 3. Во втором случае рычаги при-

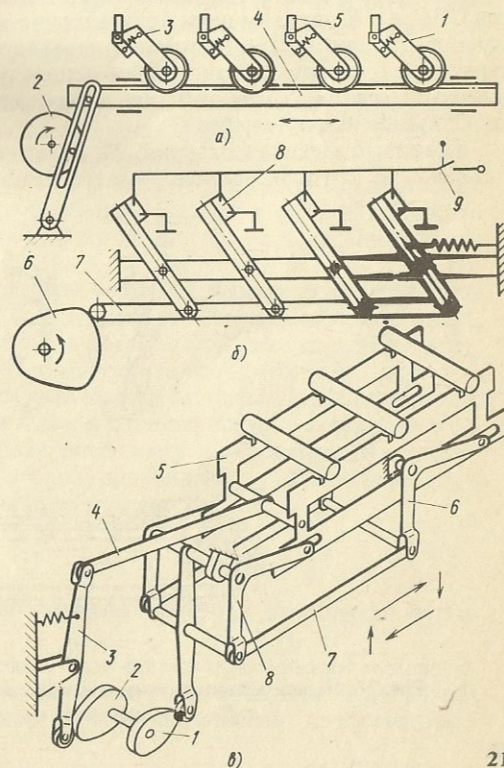


Рис. 25. Шаговые конвейеры с реверсивным движением: а — с зубчато-реечной передачей; б — с шарнирным параллелограммом; в — с шагающими линейками

водятся в движение кулачком 6 (или кривошипом) через тревсеру 7. Для удержания детали могут быть также использованы собачки 5 (рис. 25, а), электромагниты 8 (рис. 25, б) и вакуумные прихваты. Электромагниты управляются параллельно одним общим контактом 9 командоаппарата, а вакуумные прихваты питаются от одного общего эжектора или пневмоцилиндра. Шаговые конвейеры и автооператоры с электромагнитными или вакуумными прихватами служат для транспортирования легких плоских деталей типа пластин.

Для транспортирования осей, валиков, втулок применяют конвейеры с подпружиненными собачками или с шагающими линейками. Они отличаются высокой плавностью работы, достигаемой за счет использования сдвоенных кулачков и специальных рычажных механизмов (рис. 25, в). Сдвоенные кулачки 1 и 2 взаимодействуют с прямолинейным рычагом 3 и Г-образным рычагом 8. Рычаг 3 через рычаг 4 шарнирно соединен с шагающей линейкой 5. Рычаг 8 соединен с линейкой ползунами, прямолинейным рычагом 7 и Г-образным рычагом 6. Профилируя определенным образом кулачки, можно обеспечить плавное движение линейки по траектории, показанной стрелками. Недостаток автооператоров и шаговых конвейеров с реверсивным движением — потери времени на холостой обратный ход.

Нереверсивные механизмы прерывистого движения могут перемещать детали по кругу или линейно. В первом случае их называют каруселями, во втором — нереверсивными шаговыми конвейерами. Карусели представляют собой диски 1 (рис. 26, а, б), снабженные отверстиями или пазами, в которых размещаются детали 2. Они выполняются с горизонтальным (рис. 26, а) или вертикальным (рис. 26, б) расположением вала. Шаговые конвейеры представляют собой замкнутые цепи 1, охватывающие шестерни 3 (рис. 26, в). К звеньям цепи прикреплены поперечные пластины 4, перемещающие детали 2. Для получения нереверсивного прерывистого движения каруселей и шаговых конвейеров используют механизмы периодического поворота: храповые, мальтийские, кулачково-роликовые механизмы и передачи с выключаемой муфтой.

Храповые механизмы (рис. 27, а) включают в себя зубчатое колесо 1 и собачку 2, которая устанавливается на качающийся рычаг 3 и приводится

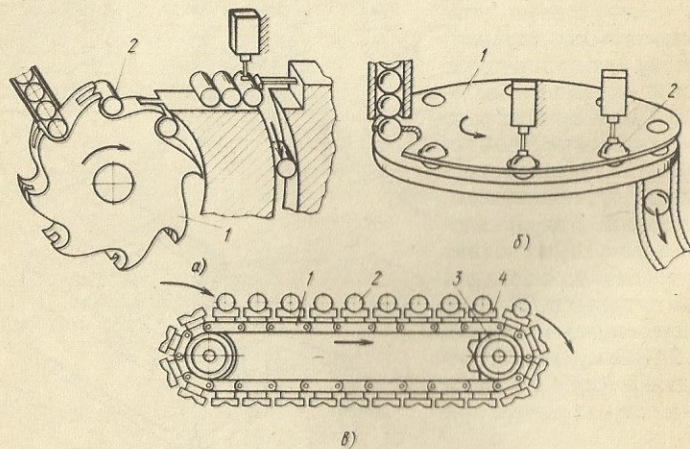


Рис. 26. Нереверсивные механизмы прерывистого транспортирования:
а, б — карусельные; в — конвейерные

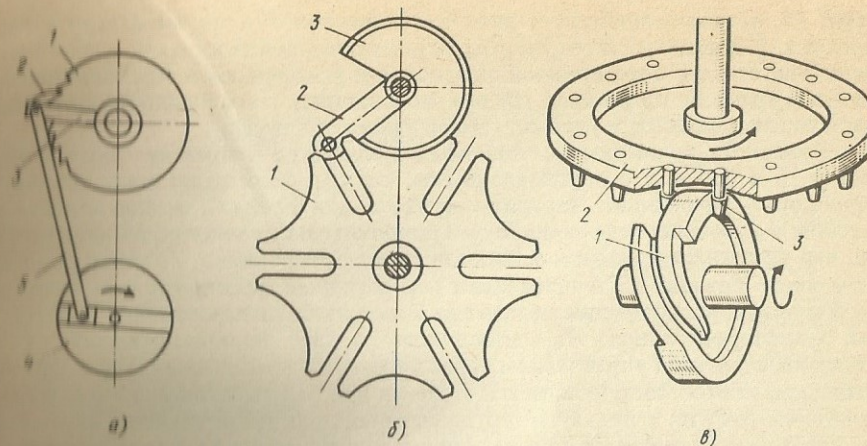


Рис. 27. Механизмы периодического поворота:

а — храповой; б — мальтийский; в — кулачково-роликовый

в движение кривошипом 4 через рычаг 5. При вращении кривошипа в направлении стрелки качающийся рычаг вводит собачку в зацепление с колесом и заставляет его повернуться на определенный угол. При дальнейшем повороте кривошипа рычаг с собачкой возвращается назад, а колесо удерживается на месте силами трения или фиксирующим устройством.

Соединяя вал колеса храпового механизма с каруселью или конвейером, обеспечивают их движение по закону "прямой ход — выстой — прямой ход — выстой...". Соотношение между длительностью хода и выстой можно изменять, увеличивая или уменьшая радиус кривошипа за счет соединения кривошипа 4 с рычагом 5 через ползун, закрепляемый на кривошипе прижимами. Это облегчает наладку храпового механизма. К недостаткам храпового механизма относятся большое число звеньев, сложность фиксации карусели или конвейера в момент выстой.

Мальтийский механизм (рис. 27, б) имеет два звена: мальтийский крест 1 и кривошип 2. Кривошип, вращаясь, входит в паз мальтийского креста и поворачивает его до тех пор, пока не выйдет из него. После этого мальтийский крест останавливается.

Мальтийский механизм, как и храповой, обеспечивает периодическое движение по закону "прямой ход — выстой — прямой ход — выстой...". Фиксацию карусели или конвейера во время выстой можно осуществить, устанавливая соосно с кривошипом 2 жестко связанный с ним сектор 3, который вводится в зацепление с пазами креста 1. Однако изменять соотношение между длительностью хода и выстой в мальтийских механизмах в отличие от храповых механизмов нельзя, поскольку соотношение между длительностью хода и выстой уже при проектировании таких механизмов жестко определяется условием безударной работы механизма:

$$\frac{t_x}{t_b} = \frac{z-2}{z+2},$$

где t_x — время движения креста; t_b — время выстой; а z — число пазов креста.

Кулачково-роликовый механизм обеспечивает практически любой закон периодического движения механизма транспортирования и сам может фиксировать карусель или конвейер. В этом механизме с кулачком 1

(рис. 27, в) взаимодействует диск 2 с роликами 3, которые входят в паз кулачка. В зависимости от формы паза вращающийся кулачок заставляет диск двигаться с определенной скоростью и ускорением в течение определенного времени. На участке, где паз располагается по окружности кулачка, диск останавливается и удерживается в таком положении.

Кулачково-роликовые механизмы используют в автоматах с числом позиций 10 и более. Это обусловлено тем, что с уменьшением числа позиций приходится увеличивать габариты кулачка или вводить между ведомым диском и каруселью или конвейером дополнительные механические передачи, что усложняет привод механизмов транспортирования. Поэтому при малом числе позиций КСА применяют передаточные механизмы с выключаемой муфтой, позволяющие обеспечить более удобную компоновку механизма транспортирования. Их изготавливают на базе однооборотных муфт с электромагнитным управлением, фрикционных и кулачковых муфт. Работа этих механизмов сопровождается ударами в моменты включения и выключения, поэтому их используют, когда высокая производительность автомата не требуется. Стремление повысить производительность КСА помимо создания неререверсивных механизмов межпозиционного транспортирования с прерывистым движением привело к использованию механизмов непрерывного движения.

Механизмы непрерывного движения представляют собой карусели или конвейеры, соединенные с электродвигателем через червячную, зубчатую, цепную или ременную передачи, и применяются, когда можно контролировать деталь при движении. Автоматы с механизмами непрерывного движения применяют довольно широко. Это автоматы с клиновыми калибрами, КСА для сортировки игольчатых роликов, шариков и др. Следует отметить, что их производительность не всегда выше, чем у автоматов с механизмами прерывистого движения, поскольку производительность КСА ограничивается часто не транспортирующими, а сортировочными устройствами.

ГЛАВА III КОНТРОЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ И ИХ ФУНКЦИИ

Контрольные устройства выполняют в КСА следующее: базирование деталей, их фиксацию, зажим, вращение (если это требуется) и контроль. Все это осуществляется с помощью специальных элементов, взаимосвязанных между собой, как это показано на рис. 28, а. Деталь D базируется и зажимается на позиции контроля установочными элементами ($УЭ$). С деталью взаимодействует первичный измерительный преобразователь ($ИП1$), который передает информацию вторичному преобразователю $ИП2$ и далее пороговым элементом $ПЭ1$, $ПЭ2$, ..., $ПЭ_n$. Преобразователи $ИП1$ и $ИП2$ подвергают контролируемый параметр масштабному преобразованию, например, усилению и при необходимости заменяют его какой-либо функционально связанной с ним физической величиной, более удобной для обработки, чем этот параметр. Если контролируемым параметром x является линейный размер, то его преобразуют в величину, представляющую собой угол поворота или электрический сигнал y . Если параметр x — шероховатость поверхности, то y либо электрический сигнал, либо давление воздуха, если параметр x — жесткость, то y чаще всего механическое перемещение.

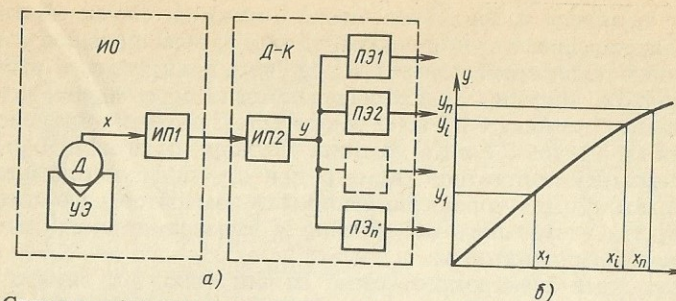


Рис. 28. Структурная схема и статическая характеристика контрольного устройства

Функциональную зависимость $y = f(x)$ (рис. 28, б) называют функцией преобразования или статической характеристикой контрольного устройства. По этой характеристике производят настройку $ПЭ$ на пороги срабатывания $y_i = f(x_i)$ где x_i — нормативные значения параметра x . Поскольку при настройке происходит физическое воспроизведение нормативного значения x , то $ПЭ$ иногда называют элементами, воспроизводящими указанные значения.

В результате сравнения воспроизведенных нормативных значений контролируемого параметра с действительными $ПЭ$ сигнал выдают либо нет. Преобразователь $ИП1$ совместно с $УЭ$ образует измерительную оснастку датчика-классификатора, а преобразователь $ИП2$ и $ПЭ$ — датчик-классификатор. Датчик-классификатор $Д-К$ представляет собой, как правило, стандартный или унифицированный элемент КСА. Измерительную оснастку обычно разрабатывают применительно к конкретному автомату и контролируемой детали.

ДАТЧИКИ-КЛАССИФИКАТОРЫ

Датчики различают по принципу действия измерительного преобразователя, виду входной и выходной величин, конструкции $ПЭ$. Входной величиной измерительных преобразователей датчиков обычно является механическое перемещение. Для преобразования выходной величины используют точные механизмы, пневматические и электрические устройства. Аналогичные устройства используют и в качестве $ПЭ$. В соответствии с этим различают механические, электрические и пневматические $Д-К$. В контрольных устройствах КСА наиболее широкое применение получили электротактные, фотоэлектрические, пневмоэлектротактные и механотронные датчики. В ряде случаев используют такие индуктивные, пневмофотоэлектрические и другие датчики.

Электроконтактные датчики преобразуют механическое перемещение измерительного тока в электрический сигнал управления сортировочными устройствами и делятся на предельные и амплитудные. Предельные датчики контролируют фактические размеры и позволяют отделить годные детали от бракованных, а годные разделить на несколько размерных групп.

Амплитудные датчики контролируют разность между наибольшим и наименьшим размерами детали. В соответствии с числом пар контактов, выполняющих функции $ПЭ$, различают одно-, двух-, трех- и многоконтактные датчики.

В двухконтактном датчике мод. 228 (рис. 29) перемещение штока с измерительным наконечником H передается рычагу I , подвешенному к корпусу на шарнире из крестообразных плоских пружин. Такая подвеска отличается достаточно высокой жесткостью и долговечна, так как в ней от-

сутствуют трущиеся части. Связь штока с рычагом обеспечивается хомутиком 4, опирающимся на корундовый штифт 3, выполняющий роль изолятора. Нижний подвижный контакт К1 датчика прикреплен к рычагу с помощью плоской пружины 2, поэтому возможно перемещение штока вниз после того, как контакты К1 и К3 замкнутся. При ходе штока вверх после замыкания контактов К2 и К4 хомут 4 отходит от штифта 3, что предотвращает поломку контактной системы при случайных перемещениях или ударах по штоку. Для упрощения настройки измерительного преобразователя датчика и визуального наблюдения за размерами детали датчик снабжен стрелочным индикатором.

Амплитудный электроконтактный датчик (рис. 30) служит главным образом для контроля овальности цилиндрических деталей. Основным элементом амплитудного датчика — плавающий контакт, выполненный в данной конструкции в виде рычага. При повороте детали наконечник фиксирует наименьший диаметр, шток опускается, и фрикционная пружина 2 поворачивает плавающий рычаг 1 до упора в контакт К1. При дальнейшем опускании штока выступ рычага проскальзывает по пружине. Когда диаметр детали начнет увеличиваться, шток будет подниматься и фрикционная пружина заставит плавающий рычаг поворачиваться вправо на величину, соответствующую разности максимального и минимального диаметров. Если эта разность больше допустимой, рычаг упирается в контакт К2, и подается сигнал на отбраковку детали.

Многоконтактные датчики применяются для многодиапазонной сортировки деталей. При их создании приходится решать задачу размещения в ограниченном объеме датчика нескольких десятков пар контактов. Существуют разные варианты конструктивного решения этой задачи. В двенадцатиконтактном датчике (рис. 31, а) подвижные контакты 4 размещены на

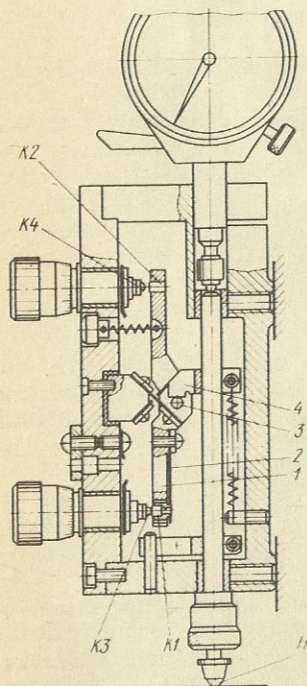


Рис. 29. Электроконтактный датчик мод. 228

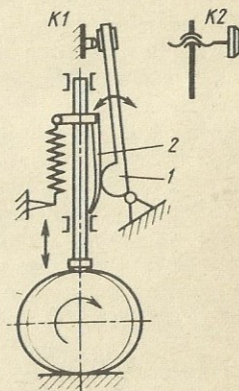


Рис. 30. Схемы действия амплитудного электроконтактного датчика с рычажным плавающим контактом

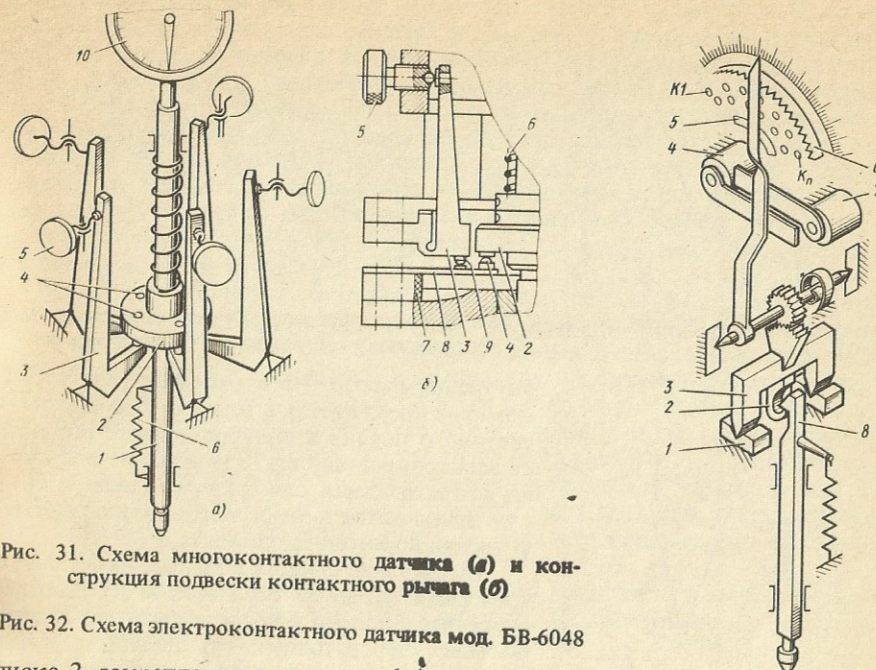


Рис. 31. Схема многоконтактного датчика (а) и конструкция подвески контактного рычага (б)

Рис. 32. Схема электроконтактного датчика мод. БВ-6048

диске 2, закрепленном на штоке 1 (на рисунке условно показано пять контактов). Неподвижные контакты 4 установлены на плоских пружинах 8, изолированных от корпуса прокладками 7 (рис. 31, б). Для регулировки зазора между неподвижными и подвижными контактами при настройке датчика служат двенадцать упругих рычагов 3, изолированных от пружин 8 фарфоровыми трубками 9. Для поворота рычагов служат настроечные винты 5. Измерительное усилие создается пружиной 6. Для визуального отсчета перемещений штока в датчик устанавливают микронный индикатор 10.

Более широкими возможностями обладают датчики для многодиапазонной сортировки с одним подвижным контактом, роль которого выполняет стрелка показывающего прибора. Датчики мод. БВ-6048 (рис. 32) позволяют сортировать детали на 30 размерных групп. Измерительный шток уступом 8 связан с рычагом 2, прикрепленным к коромыслу 3, установленному на ножевых опорах в призме 1. При установке детали на контрольную позицию шток поворачивает коромысло, сектор и забочное колесо, закрепленное на общей оси со стрелкой прибора. Стрелка устанавливается в положение, соответствующее размеру детали, в этот момент включаются электромагниты 4 и 7, и их якоря притягивают к себе стрелку. Последняя попадает между двумя зубцами неподвижной рейки 6 и прижимается к одному из неподвижных контактов К1—К_п и пластине 5. При этом замыкается соответствующая электрическая цепь, и подается сигнал ЗУ автомата.

Действие фотоэлектрических датчиков основано на преобразовании механического перемещения штока в изменение лучистой энергии или направления светового потока и последующем преобразовании лучистой энергии в электрический сигнал.

Светочувствительный элемент (фотоэлемент) имеет электрическое свойство (например, внутреннее сопротивление), которое изменяется при воздействии на него светового потока. В датчиках используют элементы с

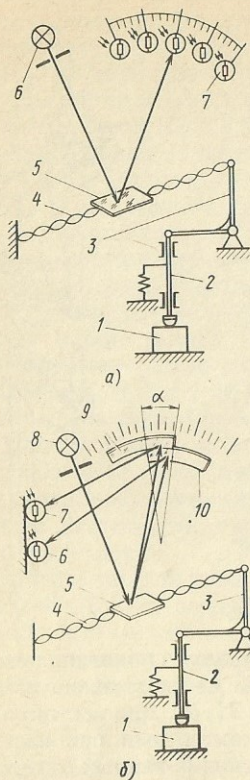


Рис. 33. Схемы фотоэлектрических датчиков (а, б) и пружинного передаточного механизма (в)

внутренним фотоэффектом (фоторезисторы), который проявляется в том, что под действием светового потока в полупроводнике возрастает электропроводность. Это явление используется для замыкания электрической цепи, в которую включается фоторезистор, выполняющий функции порогового элемента Д-К.

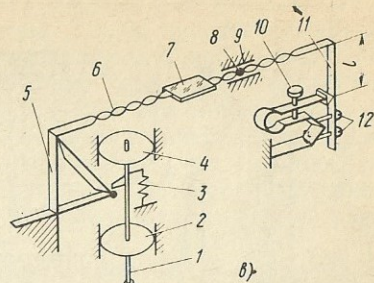
Расширение области применения фотоэлектрических датчиков объясняется их высокой чувствительностью и возможностью получения больших передаточных отношений, позволяющих контролировать размеры деталей с точностью до десятых долей микрометра, и сортировать их на несколько десятков размерных групп при сохранении высокой производительности. Отсутствие механических контактов повышает надежность датчиков.

Принцип действия фотоэлектрического датчика для сортировки деталей на размерные группы показан на рис. 33, а. Деталь 1 устанавливают под шток 2, кинематически связанный с рычагом 3. При перемещении штока рычаг поворачивается, растягивая или сжимая скрученную пружинную ленту 4. Зеркало 5 поворачивается на угол, соответствующий размеру детали, если на зеркало направить луч света от неподвижного источника света 6, отраженный луч попадет на один из расположенных по дуге окружности фоторезисторов 7. Чтобы рассортировать детали, например, на 10 размерных групп, нужно установить в датчике столько же фоторезисторов.

Серийно выпускаются фотоэлектрические датчики, предназначенные для сортировки деталей на большое число размерных групп (датчики типа ПФС). Для удобства настройки и визуального контроля деталей они имеют шкалу, проградуированную в микрометрах или долях микрометра, освещаемую тем же лучом света, что и фоторезисторы.

Датчики ПФС с фоторезисторами типа ФСК-4а позволяют сортировать детали на число размерных групп до 52, обладают высокой чувствительностью и производительностью. Так датчик мод. 0,5 ПФС имеет цену деления шкалы 0,5 мкм и позволяет контролировать до 4 деталей в секунду, а датчик мод. 5 ПФС (цена деления 5 мкм) до 8. Погрешность измерения для первой модели не превышает $\pm 0,12$ мкм, для второй $\pm 1,2$ мкм.

Другой характерный тип фотоэлектрических датчиков — предельные, предназначенные для допускового контроля. Они разделяют детали на годные, "брак +", "брак -". К ним относятся датчики ПФП и др. В них луч све-



та, отраженный зеркалом 5 (рис. 33, б) от источника 8, попадает на фоторезистор после отражения от кольцевых зеркал 9 и 10. Если размер детали находится в пределах допуска, поворот зеркала 5 не выходит за пределы угла α , где одновременно освещаются два кольцевых зеркала и фоторезисторы 7 и 6. Если размер детали больше или меньше заданного, луч света, отраженный зеркалом 5, выходит за пределы угла α и попадает только на одно из кольцевых зеркал, при этом освещается один из фоторезисторов и подается команда на отбраковку детали. Для настройки датчика на заданную величину допуска изменяют угол перекрытия α кольцевых зеркал. Зеркала поворачивают одно по отношению к другому с помощью шестеренчато-реечной передачи.

Рассмотрим принцип действия пружинного передаточного механизма фотоэлектрических датчиков (рис. 33, в). Перемещение штока 1, соединенного с пружиной 3 и подвешенного на пружинных мембранах 2 и 4, преобразуется в поворот угольника 5, натягивающего скрученную ленту 6, при этом поворачивается зеркало 7. Если шток будет часто и быстро двигаться, то возможно возникновение крутильных колебаний зеркала, что вызывает погрешности срабатывания. Чтобы этого не происходило, колебания гасятся с помощью демпфера — миниатюрного шарика 8, помещенного в отверстие 9, заполненное эластичной пластмассой. Натяжение ленты регулируют пружиной 11 с помощью винтов 12. Для изменения длины рычага 1 при регулировке чувствительности используют винт 10.

Конструкции фотоэлектрических датчиков продолжают совершенствоваться, добиваясь увеличения точности измерения, а если требуется, расширяя пределы сортировки.

Расширить диапазон сортировки позволяет датчик с штоком автоматически изменяющейся длины. Длина штока 6 (рис. 34) может меняться пьезоэлементами 1 при пропускании через них электрического тока. В зависимости от полярности подаваемого напряжения высота пьезоэлементов, а следовательно, и общая длина штока может увеличиваться или уменьшаться. Пьезоэлементы подобраны так, что изменение длины штока (а вместе с ней и длины пружины, несущей зеркало 3) соответствует диапазону измерения по шкале датчика. Если при измерении луч, двигаясь по шкале вправо, выходит за ее пределы, то происходит засветка фоторезистора 5, посылающего в блок питания 2 команду на подачу напряжения к пьезоэлементам.

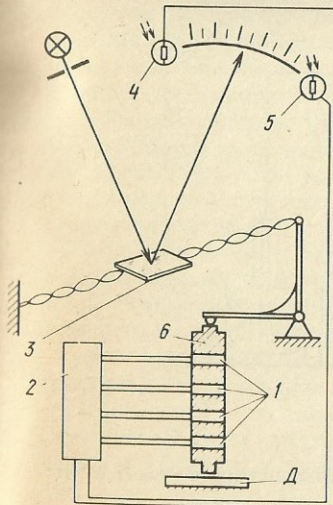


Рис. 34. Схема датчика со штоком изменяющейся длины

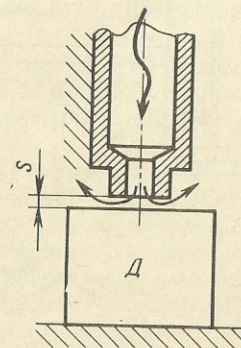


Рис. 35. Схема пневматического элемента сопло-заслонка

Шток удлиняется, растягивает пружину подвески зеркала и луч возвращается в пределы шкалы. При контроле детали малого размера световой поток попадает на фоторезистор 4, и блок питания подает напряжение обратной полярности к пьезоэлементам, длина штока уменьшается и луч сместится вновь в пределы шкалы.

Пневматические датчики реагируют на изменение расхода воздуха, контролируемого по давлению для скорости. Если перед соплом, из которого выходит сжатый воздух (рис. 35), поместить на некотором расстоянии деталь D (заслонку), то она будет препятствовать свободному истечению воздуха, а расход меняться в зависимости от расстояния S , т.е. от размера детали.

Если шкалу прибора, регистрирующего расход воздуха, проградуировать в единицах длины, то получим пневматический прибор для визуальной регистрации размеров, если подсоединить к нему электроконтактный или фотоэлектрический ПЭ, получим пневмоэлектроконтактный (пневмофотоэлектрический) датчик, с помощью которого можно осуществлять автоматический контроль и сортировку.

Широкое распространение получили пневмоэлектроконтактные сильфонные дифференциальные датчики, отличительной особенностью которых является наличие сильфонов 5 и 13 (рис. 36, а), прикрепленных к неподвижной колодке 11 и подвижной раме 12. Сильфон представляет собой замкнутый сосуд цилиндрической формы с гофрированной стенкой, при изменении давления внутри него он растягивается или сжимается, причем

диаметр сильфона практически не меняется. В оба сильфона по центральному каналу T подается сжатый воздух через фильтр 1 и стабилизатор давления 2 (давление воздуха контролируется манометром 3). Из сильфонов воздух поступает в трубопроводы $T1$, $T2$ и далее к измерительной оснастке 4 и 14. Ею в этом случае служит пневматический калибр-пробка, который вводится в контролируемое отверстие детали D . В зависимости от зазора между калибром и поверхностью отверстия будет изменяться давление воздуха в трубопроводе $T1$ и левом сильфоне. Правый сильфон соединен трубопроводом с пробкой 14, введенной в отверстие эталона Э. Если отверстия в детали и эталоне одинаковы, то давления в сильфонах будут одинаковыми, сильфоны и рама 12 займут среднее положение и деталь будет направлена в отсек годных деталей.

Если размер отверстия меньше заданного, рама сдвинется влево, подвижный контакт $K2$, установленный на плоской пружине, упрется в неподвижный (регулируемый) контакт $K1$. Замкнется цепь сортировочного устройства, направляющего деталь в отсек "брак -". Если диаметр отверстия больше эталонного, давление в левом сильфоне станет меньше, чем в правом, рама сдвинется вправо и замкнутся контакты $K3$ и $K4$. В результате будет подан соответствующий сигнал сортировочному устройству, и деталь попадет в отсек "брак +". Из рассмотренной схемы видно, что сильфонный дифференциальный пневматический датчик реагирует на разность давлений в цепях измерения. Поэтому чувствительность таких датчиков выше, чем у простых датчиков, и они менее чувствительны к колебаниям давления воздуха, поступающего от стабилизатора давления.

В приведенной схеме размер детали сравнивается с размером эталона, поэтому она получила название "измерение методом сравнения". Эталон можно заменить дросселями 6 и 7, если отрегулировать их так, чтобы в левом трубопроводе установилось такое же давление, как и при измерении эталона. Таким способом получают схему "измерения с противодавлением".

Пневмоэлектроконтактные сильфонные датчики оснащают показывающим прибором, позволяющим наблюдать отклонения размера детали от заданного и облегчающим настройку регулируемых контактов. Рама датчика связана со стрелкой 16 прибора капроновой нитью 17, обернутой вокруг ступицы стрелки и натягиваемой пружиной 15. При перемещении рамы нить заставляет стрелку поворачиваться, указывая на шкале величину и знак отклонения размера детали от заданного.

Еще одна модификация мод. 236 — двухконтактный датчик с дополнительным плавающим контактом 8, предназначенный для амплитудных измерений, плавающий контакт установлен в изолирующей призме 10 на раме 12 и поджимается к призме пружиной 9. При контроле геометрической формы (овальности вала или отверстия) плавающий контакт перемещается между жестким $K5$ и регулируемым $K6$ контактами. Если овальность детали превышает допустимую, контакты замыкают цепь для подачи сигнала на отбраковку детали.

Промышленность выпускает двух-, четырех- и шестиконтактные сильфонные датчики. В датчике БВ-6029 (рис. 36, б) число контактов доведено до 50. Это достигнуто за счет замены капроновой нити жестким рычажным механизмом и расположения контактов по пути перемещения стрелки.

Для повышения точности контроля разработаны самобалансирующиеся приборы "нулевого перепада". Такой прибор (рис. 37) имеет камеры: измерительную 1 и противодавления 3, в которые подается сжатый воздух с давлением P . Если давление P_d станет меньше, чем давление P_n , мембрана 2 начнет опускаться, а если $P_d > P_n$, мембрана поднимется. В камере противо-

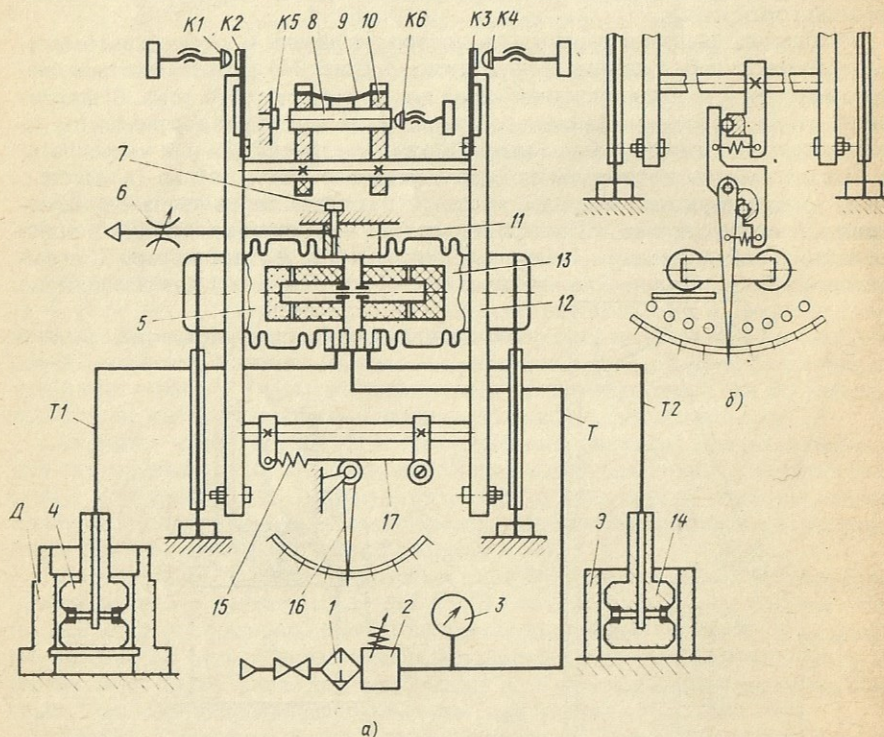


Рис. 36. Схемы пневмоэлектроконтактных сильфонных датчиков типа П (а) и БВ-6029 (б)

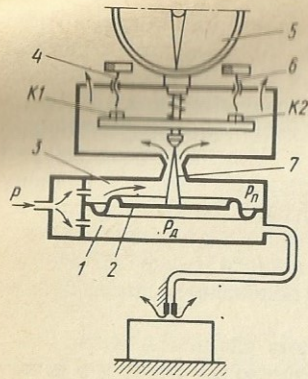


Рис. 37. Схема самобалансирующего пневматического прибора

давления имеется конический клапан 7. Через него часть воздуха из этой камеры может **выходить** в атмосферу. Зазор между конусом и седлом клапана зависит от положения мембраны: при подъеме мембраны зазор уменьшается, выход воздуха затрудняется, при опускании зазор возрастает. Положение мембраны и конуса клапана будет зависеть от давления P_d , а следовательно, от размера детали. Поэтому можно соединить конус со штоком индикатора 5 и по его показаниям судить об отклонениях размеров контролируемых изделий.

Если оснастить индикатор электроконтактной приставкой, можно использовать прибор как пневмоэлектроконтактный датчик. Для этого на штоке индикатора закрепляют подвижные, а на корпусе индикатора регулируемые неподвижные контакты. Такой датчик может подавать только две команды в цепь управления, чтобы **увеличить** количество команд, подвижные контакты $K1, K2$ размещают вокруг штока индикатора; они перемещаются вместе с мембраной и клапаном. Неподвижные контакты регулируют с помощью винтов 4 и 6. Датчик, имеющий два предельных контакта и один амплитудный, позволяет контролировать предельные отклонения размера, а при использовании плавающего контакта определять погрешности геометрической формы и взаимного расположения поверхностей деталей.

Развитие конструкций пневматических и фотоэлектрических датчиков привело к созданию комбинированных (пневмофотоэлектрических) датчиков с многоступенчатым преобразованием измерительного перемещения. В отличие от обычных сильфонных датчиков в них пневматическая и механическая преобразующие системы связаны с фотоэлектрической. Благодаря этому стало возможным значительно увеличить число сортировочных групп и заменить контактную часть датчика бесконтактной, т.е. повысить его надежность (рис. 38). Рама 1 пневмофотоэлектрического датчика поворачивает рычаг 2, несущий источник света 3, относительно оси [А.с. № 497064

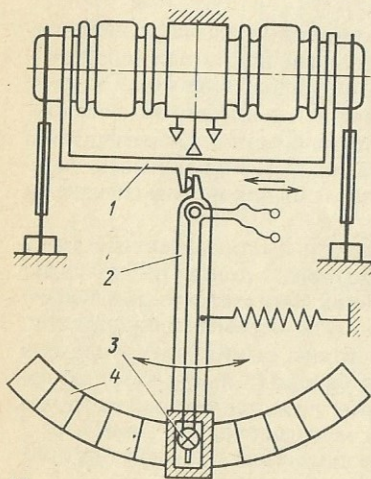


Рис. 38. Схема пневмофотоэлектрического датчика

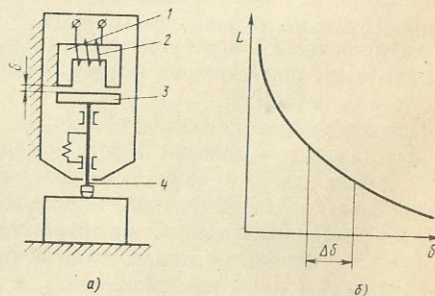


Рис. 39. Схема индуктивного датчика (а) и его характеристика (б)

(СССР)]. Для получения узкого светового луча в рычаге между источником света и фотозлементами 4 размещена щелевая диафрагма. Этот датчик отличается от ранее известных отсутствием зеркала.

Индуктивные датчики отличаются простотой конструкции и долговечностью, так как не имеют изнашивающихся деталей. Они обеспечивают высокую чувствительность и точность контроля. Различают индуктивные датчики дроссельного и трансформаторного типов.

В первых используют принцип изменения коэффициента самоиндукции, во вторых — коэффициенты взаимной индукции обмоток. Датчик дроссельного типа представляет собой сердечник 1 из ферромагнитного материала с обмоткой 2, включенной в цепь переменного тока (рис. 39, а). Перед сердечником располагается якорь 3, связанный со штоком 4. Сердечник и якорь образуют, соответственно неподвижную и подвижную часть магнитопровода. Расстояние между ними зависит от размера детали. При изменении зазора между якорем и сердечником будет меняться сопротивление магнитопровода, а следовательно, и индуктивность обмотки датчика. Зависимость между индуктивностью L и величиной воздушного зазора δ характеризуется статической характеристикой датчика. Для простого индуктивного датчика с переменным воздушным зазором эта характеристика близка к линейной только на небольшом участке $\Delta\delta$ (рис. 39, б). Как видно из рисунка, чувствительность датчика возрастает при малых воздушных зазорах.

Для получения высокой чувствительности и линейной характеристики индуктивные датчики объединяют попарно, получая дифференциальный индуктивный датчик с двумя сердечниками и одним общим якорем (рис. 40, а). В таком датчике при перемещении якоря в соответствии с размером детали изменяются зазоры δ_1 и δ_2 — один из них возрастает, второй на столько же уменьшается. Соответственно изменяется и индуктивность обмоток датчика L_1 и L_2 .

Благодаря этому чувствительность дифференциального индуктивного датчика примерно вдвое превышает чувствительность простого датчика. Обмотки датчика включают в электрическую схему мостового типа "электрический мост". Два плеча моста образуют индуктивные сопротивления L_1 и L_2 , два других — активные сопротивления R_1 и R_2 , которые подбирают таким образом, чтобы при среднем положении якоря ($\delta_1 = \delta_2$) соблюдалось условие: $L_1 = L_2$ и $R_1 = R_2$. В этом случае мост будет находиться в равновесии и при подаче напряжения ток в измерительной диагонали AB отсутствует. При подводе к наконечнику детали якорь сместится из среднего положения, равновесие моста нарушится и в обмотках датчика появятся токи I_1 и I_2 (рис. 40, б), а в диагонали ток $I = I_1 - I_2$ — фиксируемый прибором ИП.

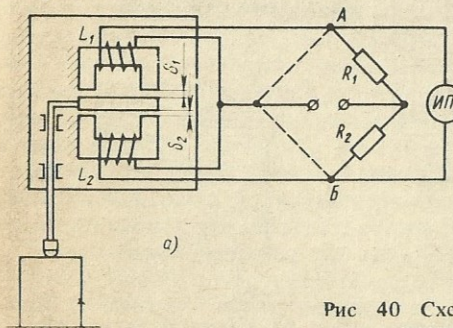


Рис. 40. Схема дифференциального индуктивного датчика (а) и его характеристика (б)

Благодаря высокой чувствительности и линейности характеристики (рис. 40, б) дифференциальные индуктивные датчики получают все более широкое применение в контрольно-измерительных приборах и устройствах. Большинство из них работает на частоте источника питания 50 Гц при стабилизированном напряжении 10–30 В. При особо высоких требованиях к чувствительности и точности работы датчиков частоту питающего напряжения увеличивают до 3–10 кГц. Однако это усложняет устройство в связи с необходимостью применения преобразователей частоты.

Примеры конструкций дифференциальных индуктивных датчиков показаны на рис. 41. В конструкции с общим ярком (рис. 41, а) перемещение штока 1 при измерении вызывает смещение ярка 3 и изменение зазоров δ_1 и δ_2 . Измерительное усилие обеспечивается пружиной 4. Так как расстояние между ярком и магнитопроводами невелико, то предусмотрена возможность дополнительного перемещения штока снизу вверх (например, если на измерительную позицию попала деталь с размером, выходящим за пределы поля допуска). Шток связан с ярком не непосредственно, а через пружину 2, поэтому при ходе вверх после остановки ярка он может еще переместиться, сжимая пружину 2. В датчике с двумя ярками (рис. 41, б) неподвижный магнитопровод с обмотками размещен в средней части корпуса. При перемещении штока изменяются зазоры δ_1 и δ_2 между неподвижным магнитопроводом и ярками 1 и 2, вызывая изменение индуктивного сопротивления его обмоток.

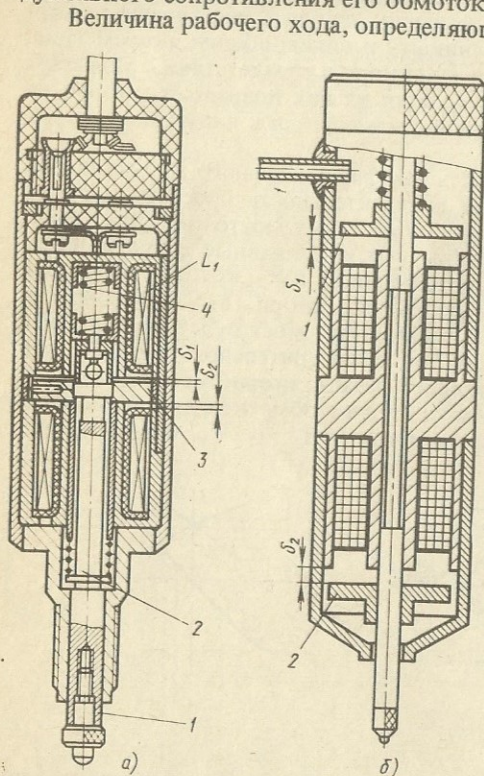


Рис. 41. Схема дифференциальных индуктивных датчиков

Величина рабочего хода, определяющая максимально возможные пределы измерения, составляет у дифференциальных индуктивных датчиков $\pm 0,01$ – $0,5$ мм.

В основу работы механотронных датчиков положено изменение электрических характеристик электровакуумных приборов в зависимости от взаимного расположения электродов, относительное перемещение которых достигается механическим путем.

В механотронном датчике (рис. 42) перемещение штока 1 вызывает изменение положения сдвоенного анода 3 по отношению к накаливному катоду 4 в вакуумном боллоне.

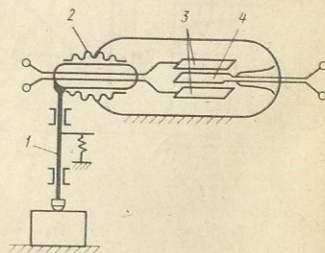


Рис. 42. Схема механотронного датчика

Герметичность баллона обеспечивается с помощью гофрированной эластичной трубки 2, допускающей перемещение штока и анодов в вертикальной плоскости. В зависимости от взаимного расположения электродов изменяются характеристики датчика по току и напряжению, что и фиксируется прибором или используется для подачи сигналов управления.

Надежность механотронных датчиков обеспечивается герметизацией баллона и отсутствием непосредственного соприкосновения электродов (датчик так же, как и индуктивный, в этой части является бесконтактным). Среди конструкций механотронных датчиков имеются такие, которые обеспечивают возможность многодиапазонной рассортировки деталей. Для этого к выходу механотрона через усилитель подключаются токовые реле, или реле напряжения, настроенные на определенные пороги срабатывания.

Во многих КСА применяется малогабаритный механотронный датчик 6МХ1С. Пределы измерения датчика ± 100 мкм, чувствительность по току — изменение анодного тока при изменении расстояния между анодом и катодом — 30 мкА/мкм.

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ОСНАСТКА

К измерительной оснастке относятся: установочные элементы; первичные измерительные органы; промежуточные преобразующие элементы.

Установочные элементы служат для базирования детали, т.е. придания ей определенного положения в пространстве по отношению к выбранной системе координат, и если требуется для закрепления детали при контроле. Первичный измерительный орган — шток с измерительным наконечником, контактирующий с поверхностью детали или находящийся на некотором расстоянии от нее (при бесконтактных измерениях). В первом случае — измерительный щуп или нож, во втором — сопло пневматического прибора, яркор индуктивного датчика или другой чувствительный элемент.

Преобразующие элементы предназначены для связи первичных измерительных органов с Д-К и строятся на основе точных механизмов, электрических или пневматических устройств.

Рассмотрим типичные примеры измерительной оснастки. Оснастка КСА предназначенного для контроля и сортировки цилиндрических деталей типа пальцев, втулок и осей по наружному диаметру показана на рис. 43. Деталь 1 подается на контрольную позицию шаговым транспортером 1, базируется на образующей цилиндра на неподвижных опорах 18 и 17 и закрепляется призмами 2 и 15, которые автоматически опускаются на деталь с помощью тяги 19. Ножи 14 и 16, имеющие параллельные рабочие поверхности, охватывают деталь с двух сторон в общей диаметральной плоскости. Нижний нож закреплен на рамке, которая подвешена к стойкам 10 на четырех плоских пружинах 8, 11, образующих шарнирный параллелограмм. Такая эластичная подвеска позволяет рамке самоустанавливаться. Верхний нож закреплен в разрезной колодке 4, подвешенной на плоскопараллельных пружинах 3 и 5. На колодку опирается толкатель 12 рычага 6, который может поворачиваться на шарнире 7 из крестообразно расположенных пружин, воздействуя на шток фотоэлектрического датчика 9. Плечо b рычага 6 больше плеча a, поэтому малые перемещения ножа преобразуются в увеличенный ход штока, что облегчает сортировку деталей на размерные группы.

Отличительной особенностью этой оснастки является оригинальная конструкция устройства для тонкой настройки датчика на размер. Поворачивая винт 13, конический конец которого входит в паз колодки 4, можно изменять высоту колодки и угол поворота рычага 6. В рассмотренном примере

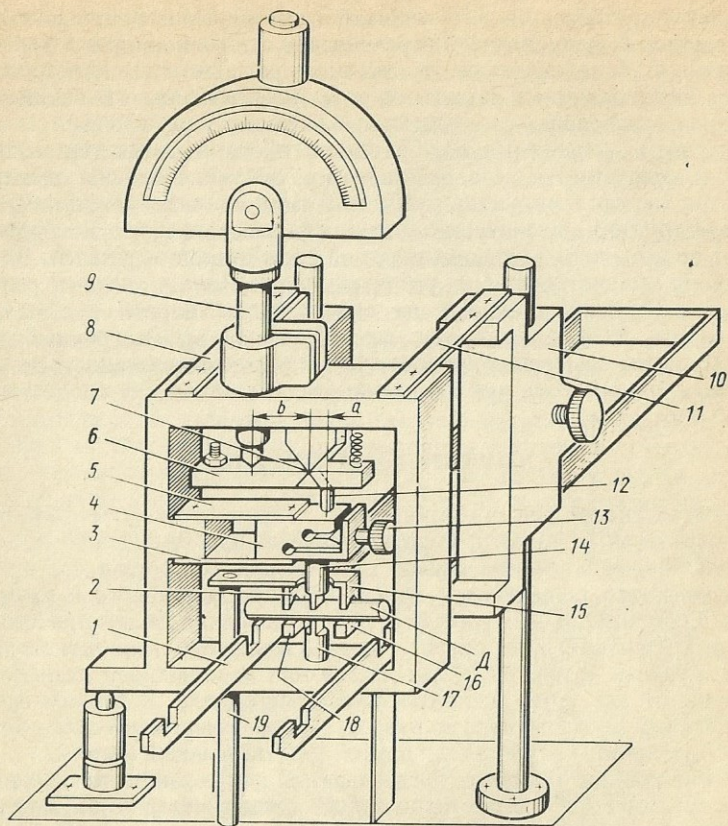


Рис. 43. Измерительная оснастка для контроля цилиндрических деталей по диаметральным размерам

использован контактный способ измерения и механическая связь первичного измерительного органа со штоком датчика.

Рассмотрим измерительную оснастку для бесконтактных измерений (рис. 44). Деталь подается транспортером (на рисунке его заменяет стрелка T) на контрольную позицию и базируется наружной поверхностью на роликах 1 и 2. Прижимают деталь к ним нижние ролики 3. Первичные измерительные органы — пневматические сопла 4 и 5 — размещены попарно в трех поперечных сечениях детали. При измерении деталь принудительно поворачивается верхними роликами, которые вращаются разиновым диском 6, что дает возможность определить погрешность формы детали в поперечных сечениях как разность диаметров. Отклонение размеров от заданных вызывает изменение зазоров между соплами и поверхностью детали и соответствующее изменение давления сжатого воздуха в измерительной камере пневматического датчика, преобразуемое затем в электрический сигнал.

Иногда применяют комбинации контактных и бесконтактных измерений, так в КСА для контроля колец роликовых подшипников (рис. 45) контактным способом с использованием амплитудного электроконтактного датчика 4 контролируется разностенность кольца подшипника, а с помощью пневмоэлектроконтактного датчика, подключенного к соплу 12, — высота кольца.

Рис. 44. Измерительная оснастка для бесконтактных измерений

Деталь D базируется в установочно-зажимном приспособлении по отверстию с помощью центрирующего кольца 8 и по торцу магнитного патрона 9. При пропускании постоянного тока через обмотку патрона 10 деталь притягивается к нему, удерживается в течение всего цикла контроля. Этот же патрон поворачивается вместе с деталью для измерения разности толщины кольца. Патрон служит также для опускания детали в зону измерения и подъема его на уровень транспортера. Чтобы освободить кольцо, его размагничивают, пропуская через обмотку патрона переменный ток.

Для центрирования приспособления на контрольной позиции служит стойка с шариком 11, на который опирается центровое гнездо корпуса магнитного патрона. Установка электроконтактного амплитудного датчика выполнена плавающей, он закреплен на каретке 3, которая может легко передвигаться на шариковых направляющих. Пружина 2 стремится сдвинуть каретку влево, поджимая ее опорным наконечником 7 к внутренней поверхности контролируемого кольца. Благодаря этому даже при наличии биения отверстия кольца измерение разностенности поворачиваемой детали выполняется от неизменной измерительной базы. Измерительный наконечник 6 закреплен на верхнем конце рычага 5 и поджимается штоком датчика 4. Чтобы ввести и вывести деталь из зоны контроля, необходимо развести измерительный и опорный наконечники. Для этого служит арретирующее (отводящее) устройство. Пружина сдвигает вправо поршень пневмоцилиндра 19. Его шток упирается в нижний конец рычага 5 и поворачивает его, отводя измерительный наконечник влево от кольца. При дальнейшем повороте рычага он нажимает на упор 18 каретки и смещает ее на небольшое расстояние (опорный наконечник отходит вправо). В момент измерения в полость пневмоцилиндра поступает сжатый воздух, его поршень и шток отходят влево, сжимая пружину 1. Опорный и измерительный наконечники подводятся к детали. Сопло 12 пневматического датчика также установлено на плавающей подвеске. Колодка 17 подвешена к стойке 15 на плоских пружинах 13 и 16, поджимается к нижнему торцу детали пружиной 14. Об отклонениях высоты кольца от эталонной судят по зазору S между соплом и базовой плоскостью патрона.

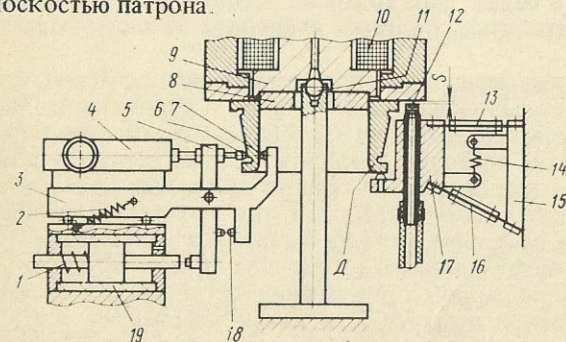
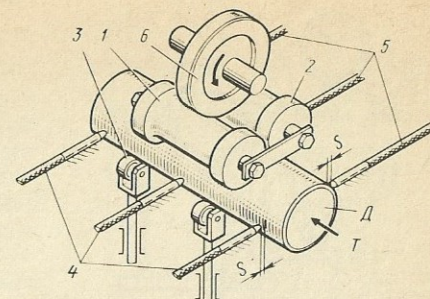


Рис. 45. Измерительная оснастка для контроля кольца подшипника

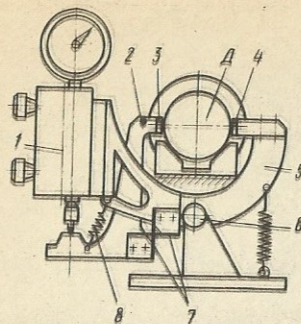


Рис. 46. Измерительная оснастка для контроля оси катка трактора

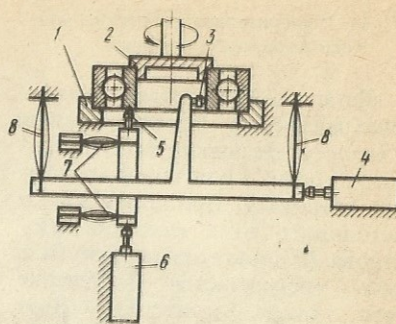


Рис. 47. Компоновка контрольной позиции автомата для проверки биения шарикоподшипника

Базирование деталей на контрольной позиции КСА часто выполняют с помощью призм (рис. 46). Контроль диаметра детали D , например (шейки оси катка трактора), выполняют электроконтактным предельным датчиком, закрепленным на рычаге 5 с опорой 6. Вторым концом, где смонтирован опорный наконечник 4, рычаг опирается на деталь. Промежуточным преобразующим элементом служит рычаг 2, закрепленный на шарнире из двух крестообразно расположенных пружин 7. Верхний конец рычага несет измерительный наконечник 3, нижний упирается в шток датчика 1. Измерительное усилие создается пружиной 8. Как видно, и в этой конструкции измерительной оснастки использована подвеска, самоустанавливающаяся по поверхности контролируемой детали.

Для арретирования наконечников при замене детали служит рычаг, не показанный на схеме, поворачивающийся от кулачка, закрепленного на распределительном валу автомата.

Измерительная оснастка может служить и для контроля собранных изделий. На рис. 47 представлена схема компоновки контрольной позиции автомата, предназначенного для контроля радиального и торцового биения внутреннего кольца радиального шарикоподшипника. Подшипник базируется по торцу и цилиндрической поверхности наружного кольца в установочном приспособлении 1. Контроль биения внутреннего кольца производится при его повороте шпинделем 2. Измерительный наконечник 3 опирается на поверхность отверстия внутреннего кольца и фиксирует его радиальное биение. Величину биения контролирует амплитудный датчик 4. Шуп 5 и амплитудный датчик 6 служат для контроля торцового биения кольца. Подвеска первичных измерительных органов выполнена на плоскопараллельных пружинах 8 и 7.

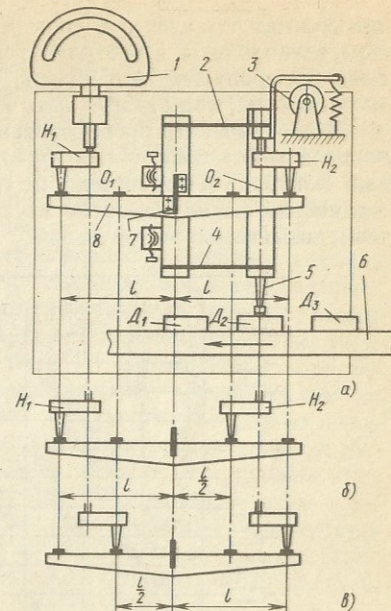
Рассмотренные разновидности измерительной оснастки используются в автоматах, предназначенных для контроля и сортировки одного типоразмера изделий. Однако существует и переналаживаемая измерительная оснастка. Такая оснастка позволяет изменять интервал сортировки и точность измерения путем изменения передаточного отношения механизма, преобразующего перемещение измерительного шупа в движение штока датчика без дополнительной настройки датчика. Примером может служить устройство с фотоэлектрическим датчиком (рис. 48). Связь между измерительным шупом 5 и штоком датчика 1 обеспечивается двуплечим рычагом 8, подвешенным на плоской пружине 7, и наконечниками H_1 и H_2 , каждый из которых можно поворачивать относительно оси O_1 (O_2) на 180° [А.с.

Рис. 48. Переналаживаемая измерительная оснастка

№ 573207 (СССР)]. В первом положении (рис. 48, а) передаточное отношение рычага равно $1:1 = 1$. Если цена деления шкалы датчика — 4 мкм, то точность измерения будет ± 2 мкм.

Предположим, что такая точность для контролируемых деталей недостаточна. Повернем наконечник H_2 на 180° (рис. 48, б), правое плечо рычага уменьшится вдвое и при перемещении измерительного шупа шток датчика совершит вдвое меньший ход. В результате перемещение светового индекса по шкале датчика на одно деление будет соответствовать изменению контролируемого размера уже не на 4, а на 2 мкм, соответственно, точность измерения повысится до ± 1 мкм. Если требуется расширить пределы измерения датчика, можно установить наконечники H_1 и H_2 так (рис. 48, в), что

каждое деление шкалы датчика будет соответствовать изменению размера на 8 мкм, но точность измерений при этом снизится до ± 4 мкм. Такие датчики применяют для контроля и сортировки полупроводниковых кристаллов по толщине. В соответствии с требованиями к стабильности электрических параметров кристаллов (зависящей от точности размера кристалла) изменяют настройку передаточного отношения КСА. Подачу деталей D_1, D_2, D_3, \dots на контрольную позицию автомата обеспечивает транспортер 6. Перед очередным рабочим ходом транспортера кулачок 3, приводимый в движение от распределительного вала автомата, приподнимает шток 5, подвешенный на параллелограмме из двух плоских параллельных пружин 2 и 4.



ГЛАВА IV УСТРОЙСТВА ПЕРЕРАБОТКИ КОНТРОЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ КОДОПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Контрольная информация выдается Д-К закодированной распределительным, унитарным или подобными кодами, которые перерабатываются в КСА и, если требуется, преобразуются. В общем случае всякий код представляет собой последовательность комбинаций символов 0, 1, 2, ..., каждая из которых соответствует либо определенному сортировочному отсеку или определенным интервалам значений контролируемых параметров. В качестве символов используют дискретные сигналы, например, отсутствие или наличие электрического напряжения или давления воздуха, положительное, отрицательное и нулевое значения напряжений, уровни давления и т.п. Если сигналы принимают два значения (включая нулевое), то кодовые комбинации

ции состоят из нулей и единиц 0001, 0100, 0101, ... и код называется двоичным, если сигналы принимают три значения 0101, 0002, 0210, ..., то код называется троичным. Аналогично, по числу значений, которые могут принимать сигналы, коды могут быть четверичными и т.д.

Необходимость преобразования кодов в КСА возникает, когда производится многодиапазонная сортировка по одному параметру или допусквой контроль и сортировка по нескольким параметрам. Наиболее распространенной разновидностью кодопреобразователей являются преобразователи, называемые матричными.

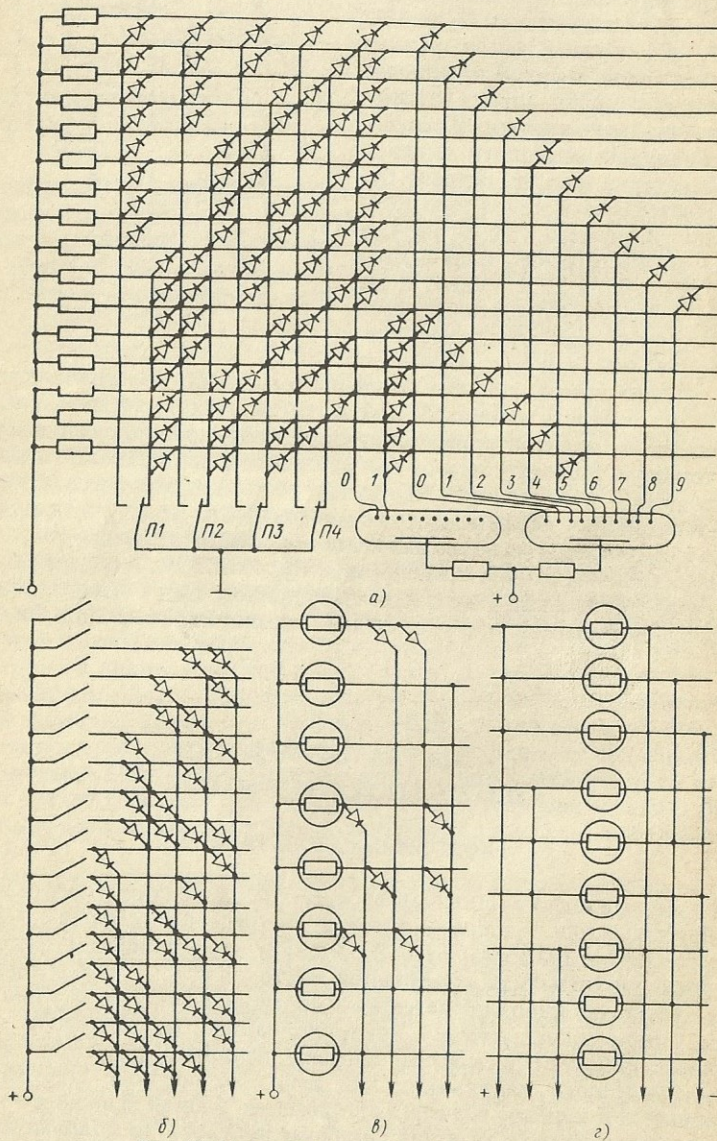


Рис. 49. Матричные кодопреобразователи

Матричные кодопреобразователи строят на диодных сетках, они состоят из перекрещивающихся горизонтальных и вертикальных шин, соединенных между собой. Самые сложные сетки получаются в КСА для допусквого контроля и сортировки по нескольким параметрам при выводе информации на цифровые индикаторы адреса проконтролированных деталей. Примером может служить преобразователь, который состоит из узлов преобразования первичного кода в распределительный и преобразования последнего в десятичный (рис. 49, а). Первичный код вводится с помощью коммутационных элементов Д-К или запоминающего устройства, условно изображенных в виде переключателей. Если выходная шина не заземлена, то считается, что на нее подан сигнал 0, если заземлена, то сигнал 1. Вывод десятичного кода из кодопреобразователя производится с помощью газоразрядных цифровых индикаторных ламп типа ИН. Аналогичные кодопреобразователи называются обычно преобразователями, построенными по схеме "дешифратор-шифратор". Если первый узел отсутствует, то их называют просто шифраторами, последними являются преобразователи распределительного кода во всякий другой. Строятся они так: составляют код, который должен быть получен в результате преобразования, а затем в соответствии с расположением единиц в кодовых комбинациях горизонтальные и вертикальные шины соединяют через диоды. Так может быть построен преобразователь распределительного кода в код с четным числом единиц (рис. 49, б) и в другие двоичные коды.

Число диодов в кодопреобразователях типа шифратор намного меньше, чем в построенных по схеме "дешифратор-шифратор". Чтобы еще более сократить число диодов, применяют схему, показанную на рис. 49, в [А.с. № 158449 (СССР)]; этот преобразователь применяется совместно с фотоэлектрическими Д-К, у которого ширина луча, падающего на фотосопротивления, расположенные с интервалом d , превышает d , но меньше, чем $2d$. При работе датчика в зависимости от положения луча засвечивается либо одно фотосопротивление, либо два соседних. В последнем случае происходит сложение соседних кодовых комбинаций. Комбинации, полученные в результате сложения, совместно с комбинациями, полученными при засветке каждого фотосопротивления в отдельности, поступают на выходные шины преобразователя. Использование этой схемы при построении шифраторов дает возможность с помощью датчиков, имеющих K пороговых элементов, производить сортировку на $2K$ групп, а также требует числа диодов в несколько раз меньше, чем обычные шифраторы.

В ряде случаев при построении шифраторов применения диодов стремятся избежать. Это объясняют тем, что при пробое диода в кодопреобразователе образуются ложные цепи, и если автомат не имеет устройства обнаружения отказов, то неисправность может привести к ложной сортировке большого числа деталей. Чтобы избежать этого, разрабатывают бездиодные шифраторы.

Все пороговые элементы датчика-классификатора [А.с. № 179954 (СССР)], например фотосопротивления (рис. 49, з), объединяются в бездиодном шифраторе в группы, каждую из которых подключают параллельно к одной из шин, находящихся под потенциалом "+". Все первые фотосопротивления каждой группы, вторые и т.д. подключают параллельно к шинам, находящимся под потенциалом "-". При срабатывании того или иного фотосопротивления замыкается цепь и ток начинает протекать через соответствующую пару выходов преобразователя.

Такие бездиодные шифраторы успешно используются во многих автоматах, выпускаемых Ленинградским инструментальным заводом. Они об-

ладают высокой надежностью, однако все-таки не превосходят в этом отношении кодопреобразователи, показанные на рис. 49, в, поскольку в отличие от последних для сортировки деталей на $2K$ групп они требуют не K , а $2K$ пороговых элементов датчиков-классификаторов.

Недостатком большинства матричных кодопреобразователей является то, что степень сложности их конструкции существенно зависит от вида кода, числа кодовых комбинаций или сортировочных отсеков. Для устранения этого недостатка были разработаны кодопреобразователи с промежуточным преобразованием кода в механическое перемещение.

Преобразователи "код — перемещение — код" работают по принципам сравнения и суммирования. Структурная схема преобразователей первого вида показана на рис. 50, а [А.с. № 362471 (СССР)]. Она включает в себя электродвигатель 1, кинематически связанный с двумя кодовыми дисками 8 и 10. На диске 8 прозрачными (единицы) и непрозрачными (нули) участками воспроизведены комбинации преобразуемого кода, а на диске 10 также прозрачными и непрозрачными участками — комбинации кода, в который производится преобразование. Между дисками 8 и 10 диаметрально расположены источники света 4 и 9 (высокочастотные импульсные лампы). С наружных сторон дисков 8 и 10 напротив источников света 4 и 9 расположены две группы считывающих элементов — фотосопротивлений или фотодиодов 3 и 7. Фотодиоды 7 соединены со схемой сравнения кодовых комбинаций 6, а фотодиоды 3 со сглаживающим фильтром 2. Выходной канал схемы сравнения 6 соединен с блоком управления 5, включающим и выключающим лампу 4.

При изготовлении кодовых дисков и настройке преобразователя обеспечивают такое взаимное расположение участков диска 8 относительно участков диска 10, чтобы при считывании с диска 8 комбинации, подлежащей преобразованию, с диска 10 считывалась комбинация, являющаяся требуемым результатом преобразования. При вращении двигателя на вход преобразователя подается кодовая комбинация, которую требуется преобразовать. В тот момент, когда фотодиоды 7 подадут на схему сравнения кодовую комбинацию, тождественную преобразуемой, на выходе схемы сравнения появится сигнал, который через устройство управления импульсной лампой зажжет последнюю. Фотодиоды 3 произведут считывание кодовой комбинации с диска 10 и на их выходах с частотой, равной частоте вращения двигателя, будет как бы "пульсировать" комбинация, являющаяся результатом преобразования. После их прохождения через фильтр пульсации будут сглаживаться.

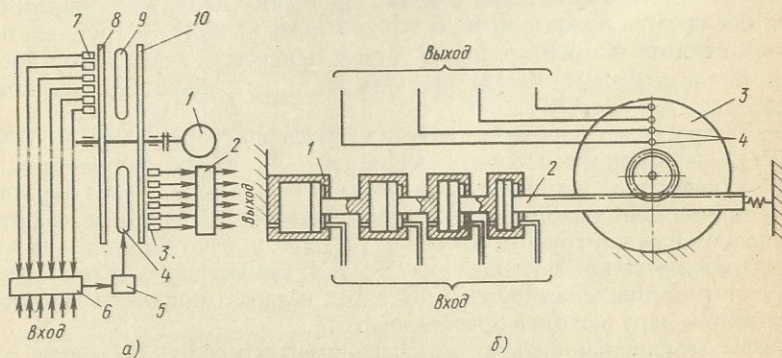


Рис. 50. Преобразователи "код — перемещение — код"

В преобразователях, работающих по принципу сравнения, приводом может служить автономный электродвигатель или электродвигатель автомата, а работающих по принципу суммирования [А.с. № 452069 (СССР)], привод, как правило, выполняется автономным. Он состоит (рис. 50, б) из тяговых механизмов типа электромагнитов или пневмоцилиндров, состоящих из корпусов 1 и тяговых элементов 2. Корпус первого тягового механизма закрепляют неподвижно, а корпус каждого последующего механизма соединяется с тяговым элементом предыдущего. Длины ходов тяговых элементов последовательно уменьшаются вдвое. Тяговый элемент, имеющий наименьший ход, кинематически соединяется с валом, несущим кодовый диск 3, взаимодействующий со считывающими элементами 4 (контактными щетками, фотосопротивлениями и т.п.). При подаче кодовой комбинации тяговый элемент последнего тягового механизма поворачивает кодовый диск на определенный угол. Если включен тяговый механизм с минимальной длиной хода, диск повернется на угол α , если с удвоенным ходом на 2α , а если включить оба тяговых механизма, то на 3α , т.е. каждому угловому положению диска соответствует появление определенной комбинации на выходах считывающих элементов. Воспроизводя комбинации на диске в различном порядке, можно обеспечить любой закон преобразования, при этом степень сложности конструкции кодопреобразователя будет оставаться практически постоянной.

Воспроизведение кодов с помощью кодовых дисков часто называют принципом пространственного кодирования, поскольку кодовые комбинации в данном случае физически воспроизводятся в пространстве. По такому же принципу работают кодопреобразователи, представляющие неотъемлемый узел Д-К. Выходной сигнал преобразователя, имеющегося в датчике-классификаторе, не преобразуют в распределительный код с помощью пороговых элементов, а сразу кодируют другим более экономичным кодом. Вместо устройства "датчик-классификатор — кодопреобразователь" получают измерительно-кодирующий преобразователь.

Одной из конструкций таких преобразователей является преобразователь, показанный на рис. 51, а. Он имеет сильфон 1, полость которого соединена с пневмощупом, а торец передаточным механизмом 2 кинематически

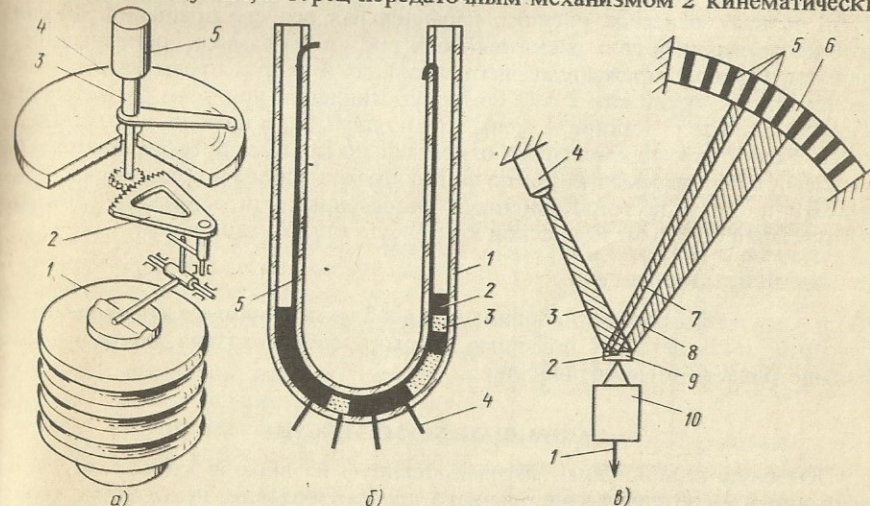


Рис. 51. Измерительно-кодирующие преобразователи

связан со стрелкой — световодом 3. Стрелка вращается относительно неподвижного кодового диска 4 и посылает на его поверхность световой луч от источника 5. На диске радиальными рядами установлены фотоспротивления, расположение и число которых в каждом ряду соответствует расположению и числу единиц в комбинациях двоичного кода. При различных положениях стрелки засвечиваются те или иные фотоспротивления, и преобразователь выдает соответствующую кодовую комбинацию.

Преобразователь, разработанный в Уральском политехническом институте им. С.М. Кирова, не имеет передаточного механизма (рис. 51, б). Он представляет собой U-образный жидкостно-электрический манометр: стеклянную трубку 1, заполненную токопроводящей 2 и диэлектрической 3 жидкостями. В трубку впаяны электроды 4 и введен проводник 5, соединенный с источником электрического тока. Зоны, содержащие жидкости, расположены в соответствии с пачками элементов кодового кольца. На рисунке они расположены в соответствии с пачками кодового кольца 1111011001010000, в котором первая справа пачка элементов состоит из четырех нулей, вторая — из одной единицы, третья — из одного нуля и т.д. Пачкам из нулей соответствуют зоны, заполненные диэлектрической жидкостью, а пачками из единиц — зоны, заполненные токопроводящей жидкостью. Жидкости могут быть любыми, но разного удельного веса и не должны смешиваться. Удельный вес должен увеличиваться от первой пачки кольца к последней. Так как воздух не является электрическим проводником, то зону, соответствующую крайней пачке кодового кольца, состоящей из нулей, можно диэлектрической жидкостью не заполнять. Такой пневмо-электрический преобразователь выдает код, который называют кольцевым.

Другой преобразователь сконструирован на базе фотоэлектрического Д-К и также работает в кольцевом коде. Принципиальная схема этого преобразователя (рис. 51, в) включает измерительный шток 1, поворотное зеркало 9, передаточный механизм 10, кинематический связывающий шток и зеркало, источник света 4, фотодиоды 5, установленные в плоскости, перпендикулярной оси вращения зеркала. В отличие от ранее рассмотренной схемы зеркало здесь не только отражает луч света 3 на фотоспротивления, но и разделяет его на две части 7 и 8. Для этого на отражающую поверхность зеркала нанесена риска 2, параллельная оси его вращения. Ширина этой неотражающей свет риски выбрана так, чтобы размеры образующихся трех зон (первая отражающая, неотражающая и вторая отражающая) относились друг к другу как 2:3:6. Фотоспротивления при этом расположены с шагом 2τ , где τ — ширина меньшего из двух падающих на них световых пятен. Если шток перемещается относительно корпуса преобразователя, то световые пятна перемещаются по фотоспротивлениям и засвечивают их по одному, по два и по три. Комбинации засвеченных и незасвеченных фотоспротивлений образуют кольцевой код. Число комбинаций в нем

$$N = 4(n-2) + 1,$$

где n — число фотоспротивлений; при $n \gg 2$ число групп, на которое можно рассортировать детали с помощью такого преобразователя, почти в 4 раза больше числа фотоспротивлений.

ЗАПОМИНАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Кодовую комбинацию, сформированную на выходе кодопреобразователя или измерительно-кодирующего преобразователя, необходимо сохранить — запомнить на время, необходимое для перемещения детали от пози-

ции контроля до соответствующего сортировочного отсека. Это время может составлять часть длительности рабочего цикла КСА, быть равным или кратным ему. Если ЗУ сохраняет нужную информацию не более чем на один цикл, то его называют обычно долецикловым и применяют в автоматах для допускового контроля и сортировки по одному параметру. Если ЗУ сохраняет информацию более чем на один цикл, то его называют многоцикловым и применяют обычно в автоматах для многодиапазонной сортировки деталей по одному или нескольким параметрам или для допускового контроля и сортировки по нескольким параметрам. Из многоцикловых устройств наиболее распространены устройства электромеханического типа, с запоминанием на магнитном барабане, магнитной ленте или перфоленте и регистры сдвига.

Электромеханические долецикловые ЗУ представляют собой электромагнитные реле с контактом самопитания, реле с магнитной или механической блокировкой, а также поляризованные реле. Электромагнитные реле с контактом самопитания подключают к выходам кодопреобразователя или Д-К (рис. 52). Контакт самопитания C включают параллельно кодопреобразователю и датчику. В момент поступления контрольной информации реле P срабатывает, подавая требуемые сигналы, и замыкает контакт самопитания C . Реле удерживается во включенном состоянии до тех пор, пока его не обесточит командоаппарат контактом K . Сигналы на выходе реле в течение этого времени сохраняются. Недостатком обычных реле, подключаемых через контакт самопитания, является потеря информации в случае исчезновения напряжения питания. Не имеют этого недостатка реле с магнитной или механической блокировкой. Магнитная система реле с магнитной блокировкой выполняется из материала, обладающего значительной остаточной намагниченностью, благодаря чему якорь реле после отключения катушки остается в том же положении, что и во время включения. Чтобы вернуть якорь в исходное положение, устраняют остаточную намагниченность с помощью специальной размагничивающей катушки реле, включаемой командоаппаратом.

Управлять ЗУ с помощью командоаппарата при использовании реле с магнитной блокировкой несколько сложнее, чем при использовании реле с контактом самопитания. Еще сложнее обеспечить управление от командоаппарата для реле с механической блокировкой, поэтому реле с механической блокировкой применяют весьма редко, отдавая предпочтение реле с магнитной блокировкой. Современные реле с магнитной блокировкой имеют высокую надежность, малые габаритные размеры и невысокую стоимость. К ним относятся, например, ферриды — магнитомеханические быстродействующие коммутационные устройства, сочетающие свойства реле с герметизированными контактами (герконами) и элемента магнитной памяти. Различают ферриды с внешней и внутренней памятью. У первых элементов памяти служат стержни или пластины, устанавливаемые вблизи

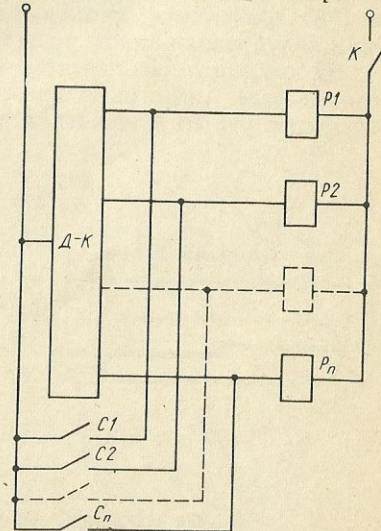


Рис. 52. ЗУ на электромагнитных реле

электродов геркона. Конструкция феррида такого типа (рис. 53, а) содержит геркон, состоящий из запаянной стеклянной колбы 1 и пермаллоевых контактных электродов 2 и 7, магнитопровод, в который входят элемент памяти 5 и полюсные наконечники 3 и 6, изготовленные из магнитомягкого диэлектрического материала, например кобальтового феррита, и токовую катушку 4. При подаче в катушку электрического импульса элемент памяти намагничивается и заставляет электроды геркона замкнуться. При прекращении импульса намагниченность элемента памяти сохраняется. Для размыкания электродов в катушку подается импульс противоположной полярности, размагничивающий элемент памяти. Рассмотренный феррид называют последовательным, поскольку при его работе возникает один магнитный поток, последовательно замыкающийся через геркон. Существуют и другие типы ферридов с внешней памятью — параллельные. Такие ферриды (рис. 53, б) имеют меньшие габариты, чем последовательные, и создают большую силу сжатия электродов геркона. Их основным элементом являются два ферритовых полукольца 1 и 4 с катушками 2 и 3. Электроды геркона зажимаются между полукольцами. Если на катушки подать напряжения, создающие в полукольцах магнитные поля одного направления, то геркон разомкнется, если противоположного, замкнется.

В то время как у ферридов с внешней памятью запоминание информации производится специальными элементами, у ферридов с внутренней памятью такого элемента нет. Они имеют более высокий КПД и низкое энергопотребление, так как элементами памяти служат здесь электроды и контакты геркона. Конструкция феррида с внутренней памятью приведена на рис. 53, в. Она включает в себя геркон с контактами их магнитотвердого материала, две дифференциальные обмотки 1 и 2 и магнитный шунт 3. С помощью обмоток контакты геркона намагничиваются и замыкаются (или размыкаются). В этом состоянии геркон находится до тех пор, пока не будет произведено его перемагничивание таким же способом, как и для ферридов с внешней памятью. Электромагнитные ЗУ типа ферридов весьма перспективны для применения в КСА так же, как и электронные устройства.

Электронные дощечковые ЗУ (электронные реле) применяются в сочетании с электроконтактными, индуктивными, механотронными и другими Д-К. Элементами памяти в них служат конденсаторы, тиратроны, ламповые и полупроводниковые триггеры, тиристоры и т.п.

На конденсаторах строятся аналоговые и дискретные емкостные электронные реле. Аналоговые применяют реже, так как разряд конденсаторов вследствие утечек приводит здесь к искажению сохраняемой информации.

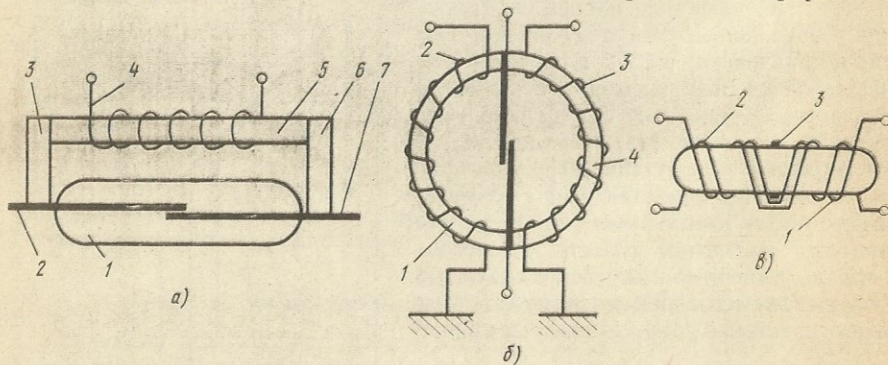


Рис. 53. Ферриды с внешней (а, б) и внутренней (в) памятью

В дискретных устройствах искажения вызывают лишь такие утечки, которые превышают минимальную разницу уровней сигналов, моделирующих кодовые символы. Поскольку утечки зависят от времени, емкостные электронные реле используют для кратковременного хранения информации. Длительное запоминание достигается с помощью тиратронов, триггеров и тиристоров. Все ЗУ, построенные на этих элементах, являются дискретными и могут оставаться включенными неограниченное время после снятия сигнала от Д-К. Они позволяют усиливать сигнал до требуемой величины и обладают высоким быстродействием. Наиболее высоким быстродействием отличаются ЗУ на полупроводниковых триггерах и тиристорах.

Рассмотрим вариант электронного реле на триггере (рис. 54, а). Реле

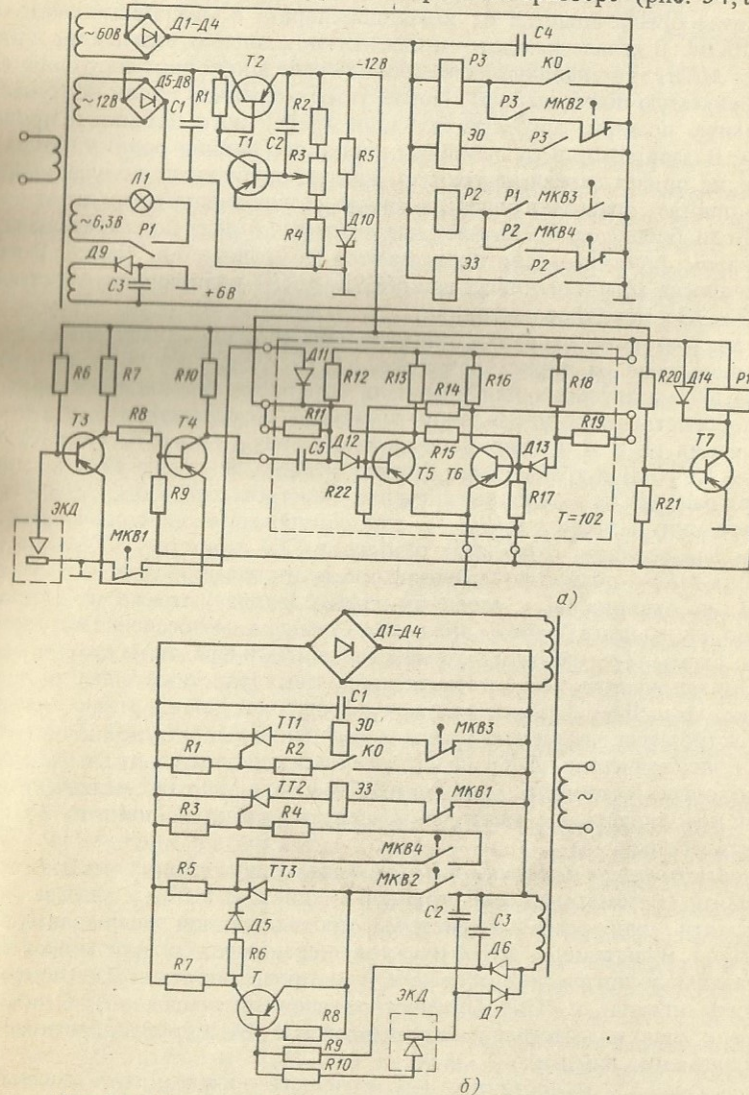


Рис. 54. Электронные реле на триггере (а) и на тиристорах (б)

включено в электросхему автомата для контроля торцового биения очкообразных роликов подшипников качения. Схема состоит из источника питания со стабилизатором напряжения, выполненного на триодах $T1$, $T2$ и стабилитроне $D10$, входного усилителя на триодах $T3$ и $T4$, универсального триггера $T-102$ и усилителя мощности на триоде $T7$. Кроме того, схема содержит электроконтактный предельный датчик ЭКД, установленный в автомате подобно тому, как это сделано в приборе, показанном на рис. 1. Командное реле $P1$, которое через промежуточное реле $P2$ управляет электромагнитом заслонки ЭЗ сортировочного механизма автомата, а также реле $P3$, управляющее электромагнитом механизма ориентации роликов ЭО по сигналам от контактного датчика КО положения ролика. Цикличность работы схемы обеспечивается от командоаппарата с микровыключателями $MKB1-MKB4$. В начале каждого цикла командоаппарат размыкает и вновь замыкает $MKB1$, устанавливая электронное реле в исходное состояние (стирая сохраняемую информацию). После этого очередной ролик поступает на контрольную позицию автомата под щуп предельного датчика и проворачивается. В зависимости от величины торцового биения ролика датчик подает или не подает сигнал на триггер, триггер запоминает полученный сигнал и заставляет сработать реле $P1$ в случае, когда биение превышает допустимое. Если биение не превышает допустимое, то реле не срабатывает. Таким образом, ролики рассортировываются на "годные" и "брак". В конце каждого цикла микровыключатели $MKB2-MKB4$ возвращают электромагниты ЭО и ЭЗ в исходное состояние.

ЗУ на триггерах надежны, но довольно сложны. Значительно проще электронное реле на тиристорах (рис. 54, б), использованное во втором варианте схемы автомата для контроля торцового биения. Реле пригодно для непосредственного управления силовыми электромагнитами с токами срабатывания до 2 А и выполнено на тиристорах $TT1$ и $TT2$ типа КУ201В, $TT3$ типа КУ101В и транзисторе $T1$ типа МП26. Схема снабжена микровыключателями: $MKB1$ — для выключения электромагнита ЭЗ; $MKB2$ — для арретирования датчика; $MKB3$ — для выключения электромагнита ЭО; $MKB4$ — для передачи сигнала от тиристора $TT3$ тиристорам $TT2$. Микровыключатель $MKB4$ позволяет смещать время включения силового электромагнита по отношению к моменту срабатывания датчика на период от 4 мкс до длины цикла работы автомата и тем самым обеспечивает удобство наладки схемы. Тем не менее схема с элементами памяти на тиристорах менее ремонтпригодна, чем на стандартных триггерах, поскольку тиристоры обладают большим разбросом параметров, чем стандартные триггеры.

Электромагнитные и электронные долецикловые ЗУ удобно применять в КСА с электрическим Д-К и электрическими исполнительными элементами сортировочных устройств. Если же в КСА используют пневматические датчики и исполнительные механизмы, целесообразно выполнять ЗУ также пневматическими.

Пневматические долецикловые ЗУ бывают двух типов — на базе элементов памяти системы модулей струйной техники (СМСТ) и на базе элементов памяти универсальной системы промышленной пневмоавтоматики (УСЭППА). В системе УСЭППА имеется пневмореле, которое может выполнять различные логические операции, в том числе операции ДА (повторение входного сигнала) и ИЛИ (логическое сложение сигналов). С помощью двух реле, одно из которых работает в режиме ДА, а другое в режиме ИЛИ, строят элементы памяти.

Реле (рис. 55, а) состоит из реагирующего органа и двух пневматических контактов в виде пар "сопло—заслонка". Реагирующий орган состоит

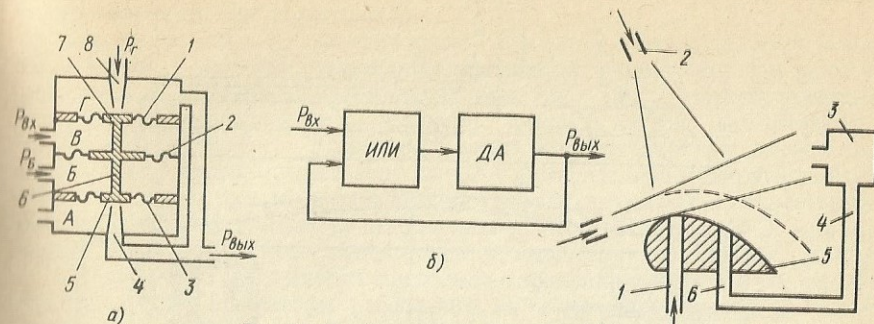


Рис. 55. Элементы пневматических ЗУ:
 а — пневмореле; б — соединение пневмореле в элементе памяти; в — схема работы струйного элемента памяти

из трех эластичных мембран 1, 2, 3, которые по оси связаны жестким центром 6. Перемещение центра ограничено двумя упорами 4 и 8, совмещенными с пневматическими соплами. Роль заслонок выполняют торцы 5 и 7 жесткого центра. Мембраны и корпус реле образуют четыре камеры, причем мембраны разделяющие камеры А и Б, В и Г, имеют меньшую эффективную площадь, чем мембрана, разделяющая камеры Б и В. Если камеру А связать с атмосферой, в камере Б создать напор P_B , а через сопло 8 в камеру Г подать давление $P_G < P_B$, то при отсутствии управляющего сигнала $P_{вх}$ заслонка 7 перекроет сопло 8, и давление $P_{вых}$ на выходе реле будет равно нулю. При подаче сигнала $P_{вх} > P_B$ мембранный узел скачкообразно перейдет в нижнее положение, заслонка 7 откроет сопло 8, заслонка 5 перекроет сопло 4 и на выходе реле появится сигнал $P_{вых}$ больше нуля. Так происходит работа реле в режиме ДА. Если камеру А связать не с атмосферой, а с пневмоканалом, через который также может подаваться сигнал $P_{вх}$, то жесткий центр 6 при подаче $P_{вх}$ в камеру А либо в камеру В будет скачкообразно перемещаться либо вверх, либо вниз, что соответствует режиму ИЛИ. Соединяя выход реле, работающего в режиме ДА, с камерой В реле, работающего в режиме ИЛИ (рис. 55, б), получают элемент памяти в системе УСЭППА. Недостатком рассмотренного элемента памяти является наличие подвижных частей, что снижает его быстродействие и надежность. Запоминающие устройства, построенные на элементах струйной техники, подвижных частей не имеют. Они работают с использованием эффекта прилипания струи (эффекта Коанда) и обладают чрезвычайно высокими быстродействием и надежностью.

Если к каналам 1 и 2 струйного элемента (рис. 55, в) не подведены давления управления и избыточное давление на их выходе равно нулю, струя воздуха, первоначально обтекающая стенку 5 так, как показано штриховой линией, сохраняет неизменное направление. При подаче управляющего давления по каналу 1 поток оторвется от стенки 5 и перейдет в положение, показанное на рисунке сплошными линиями. При этом на выходе в камере 3 создается давление, которое по каналу обратной связи 4 передается в канал 6. В результате указанное положение струи и давление в камере 3 сохраняются и после того, как снято давление в управляющем канале 1. В этом и состоит запоминание сигнала. Чтобы вернуть устройство в исходное состояние (стереть информацию), подводят давление к управляющему каналу 2. После снятия этого давления струя остается в положении, указанном штриховой линией, а устройство способно вновь запоминать информацию.

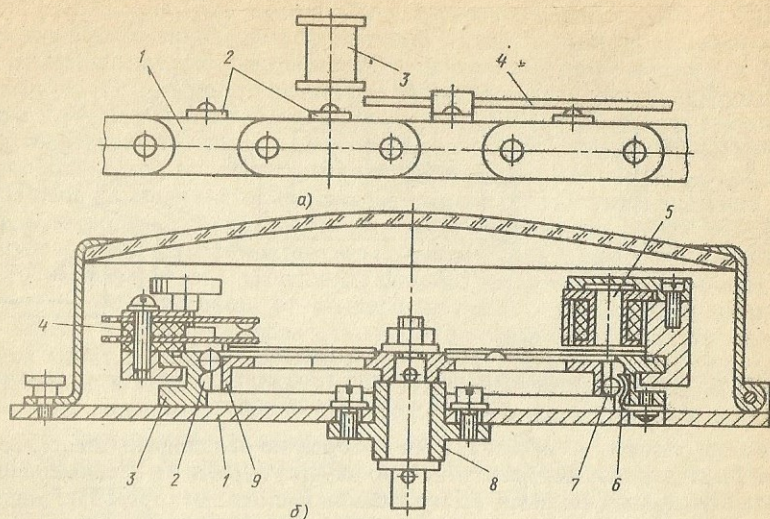


Рис. 56. Электромеханические ЗУ

Электромеханические многоцикловые ЗУ подразделяются на конвейерные и карусельные (рис. 56), что обусловлено совмещением в них операций запоминания контрольной информации с круговым или линейным транспортированием детали. Простейшее конвейерное устройство (рис. 56, а) содержит замкнутую цепь 1, на каждом звене которой в поперечном направлении установлены пружинные пластины 2. Пластины смещены в одну сторону так, что при движении цепи их свободные концы проходят под жесткой продольной пластиной 4, параллельной цепи. Перед концом пластины 4 установлен электромагнит 3, при включении которого концы пружин 2 отгибаются вверх. Если цепь перемещается, эти концы заходят на верхнюю поверхность пластины 4 и скользят по ней. До тех пор, пока пружины не вернуться в исходное состояние, сигналы, поданные на электромагнит, будут сохранены.

Рассмотренное устройство пригодно лишь для автоматов, сортирующих детали на годные и брак. Карусельное устройство, показанное на рис. 56, б, может использоваться более широко. Оно содержит основание 1 со втулкой 8, статор 3 с кольцевыми пазами 2, установленный соосно с втулкой на основании, ротор 9 в виде зубчатого колеса, ферромагнитные шарики 7, расположенные в кольцевых пазах статора и между зубьями ротора, группу контактов 4, закрепленную на статоре, и электромагнит 5, установленный на статоре над отсекателем 6 положения шариков в зоне перехода последних из одного кольцевого паза в другой [А.с. № 313578 (СССР)]. При вращении ротора синхронно с ним продвигаются шарики, находящиеся в исходном положении в нижнем кольцевом пазу статора. В момент поступления сигнала на обмотку электромагнита шарик скачкообразно переходит из нижнего паза статора в верхний и продолжает двигаться синхронно с ротором, что и обеспечивает запоминание контрольной информации. Считывание информации производится контактами, с которыми шарик взаимодействует на своем пути. Возвращение шариков в исходное положение (в нижний паз) осуществляется после считывания специальным упором. Недостатком электромеханических ЗУ является большое число подвижных элементов, возможность их износа и заклинивания. Этого недостатка в значи-

тельной мере лишены устройства с запоминанием на магнитном барабане, магнитной ленте или перфоленте.

Многоцикловые ЗУ на магнитном барабане и магнитной ленте бывают двух типов — многочастотные одноканальные и одночастотные многоканальные. В многочастотных устройствах (рис. 57, а) имеется несколько генераторов 1 электрических сигналов, каждый из которых настроен на определенную частоту. Генераторы через коммутационные элементы 7, управляемые одним или несколькими Д-К измерительно-кодирующими преобразователями или кодопреобразователями, связывают с сумматором 6 частоты. К выходу сумматора подключается магнитная головка 2, записывающая сигнал на ферромагнитную пленку, нанесенную на барабан или ленту 3, непрерывно движущиеся синхронно с транспортирующим устройством автомата. Если генераторы (обозначим их число n) настроить на частоты, последовательно возрастающие вдвое, то, подключая их элементами 7 к сумматору 6, на выходе сумматора можно получить $2^n - 1$ сигналов различной частоты, которые головкой 2 могут быть последовательно записаны на одной дорожке барабана или ленты. Если далее вдоль магнитной дорожки барабана или ленты установить одну или несколько дополнительных магнитных головок 4, соединенных с частотными фильтрами 5, настроенными на частоты сигналов, поступающих от сумматора, то нетрудно производить считывание записанных сигналов и распознавание. В дальнейшем, сигналы, полученные на выходе фильтров, можно использовать для управления сортировочным устройством.

В некоторых автоматах применяют устройство без сумматора частот, и генераторы могут быть настроены на любые неодинаковые частоты. Однако, такое решение пригодно лишь для автоматов с малым числом сортировочных отсеков, поскольку при большом числе сортировочных отсеков требуется много генераторов. Лучше всего, если в ЗУ применяется только один генератор. Это достигнуто в одночастотных многоканальных устройствах на магнитном барабане или ленте (рис. 57, б). Сигнал от одночастотного генератора 1 в таких устройствах через коммутационные элементы 2 по параллельным каналам связи поступает к записывающим магнитным головкам 3. Головки расположены перпендикулярно перемещению ферромагнитного слоя барабана или ленты 4. При включении коммутирующих элементов по одному или в определенных комбинациях друг с другом на барабан или

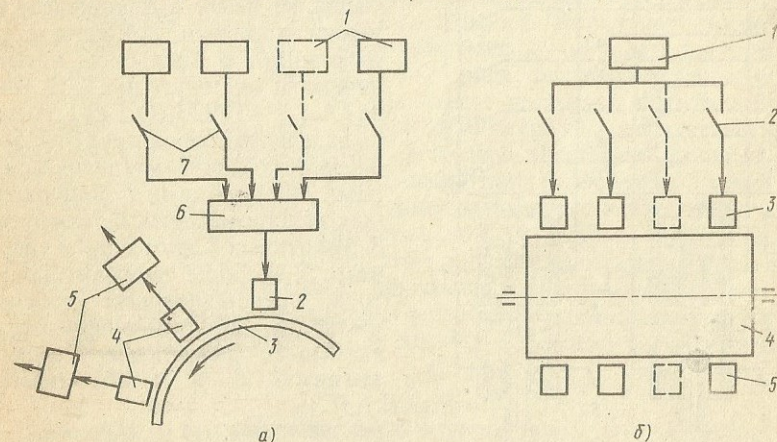


Рис. 57. Многочастотное (а) и одночастотное (б) ЗУ на магнитной ленте или барабане

ленту записываются кодовые комбинации. Считывание информации производится головками 5, установленными аналогично головкам 3, но в отличие от многочастотных устройств частотные фильтры для распознавания считываемых сигналов здесь не требуются. ЗУ с магнитными барабанами и лентами относятся к категории "стирающихся" устройств. Вместе с тем для последующего статистического анализа технологического процесса требуется такая запись информации, которая впоследствии не должна быть стерта.

Многоцикловые ЗУ на перфоленте — устройства, в которых информация не стирается. Основными элементами устройства с запоминанием на перфоленте являются (рис. 58, а) механизм перемотки ленты, содержащий разматывающий барабан 2 и тяговый барабан 1, механизм записи информации на ленту, содержащий электромагниты или пневмоцилиндры 3 с ударниками, расположенные в ряд поперек ленты, и узел считывания информации с ленты, содержащий контактные щетки, фотоэлементы или пневмосопла 4, также расположенные поперек ленты. При использовании устройства электромагниты 3 подключают к выходам шифратора, соединенного с Д-К. В зависимости от сигналов, поступающих от шифратора, соответствующие электромагниты на ленте, которая обычно делается из бумаги или тонкой пластмассы, пробивают отверстия. В момент пробивки лента стоит, а затем перемещается. Когда пробивки попадают под щетки 4, производится считывание информации.

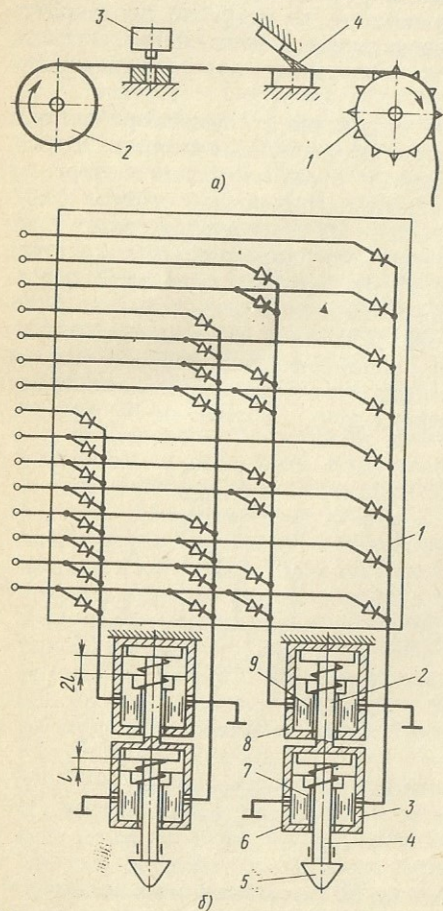


Рис. 58. Схема ЗУ на перфоленте (а) и устройство записи информации на ленту (б)

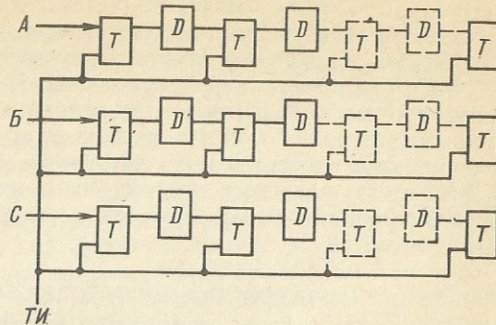
Рис. 59. ЗУ на регистрах сдвига

электромагнитов 6, а якоря 2 электромагнитов 8 связаны с корпусами 3 электромагнитов 6. При подаче напряжения на один из выходов двоичного шифратора это напряжение появляется на тех или иных его выходах, соединенных с обмотками разрядных и дополнительных электромагнитов, которые срабатывают, приводя в движение якоря.

Возможны три случая: срабатывает только разрядный электромагнит, только дополнительный электромагнит, они срабатывают вместе. Ход якоря разрядного электромагнита в 2 раза больше хода якоря дополнительного магнита и если считать, что ход последнего равен $2L$, нетрудно заметить, что в первом случае ударник выдавит в ленте лунку глубиной $2L$, во втором случае L и в третьем случае $3L$. Принимая за информационный нуль отсутствие лунки, за 1 — лунку глубиной L и т.д., данное устройство можно рассматривать как устройство записи информации в четверичном коде. Считывание записанного кода в данном случае проще всего производить пневмосоплами. ЗУ на перфоленте и регистры сдвига относятся к устройствам с прерывистым движением информации.

Многоцикловые ЗУ на регистрах сдвига применяются в автоматах, разработанных ОКБ СА, Ленинградским инструментальным заводом и др. Строятся они из отдельных ячеек, каждая из которых обычно представляет собой двоичный триггер с отдельными входами и с элементом задержки, подключенным к одному из его выходов. Один из наиболее распространенных вариантов ЗУ на сдвигающих регистрах показан на рис. 59. Устройство состоит из n параллельных регистров и позволяет запоминать n -разрядные (в данном случае трехразрядные) двоичные кодовые комбинации.

Запоминаемые комбинации подаются на входы А, Б и С и приводят первый ряд триггеров Т в определенное состояние: сигнал 0 заставляет триггер прийти в состояние 0, а сигнал 1 — в состояние 1. Если теперь синхронно с перемещением детали на шину ТИ командоаппаратом подать тактовый импульс, то кодовая комбинация из первого ряда триггеров перейдет во второй. Произойдет это потому, что при подаче тактового импульса всякий триггер приходит в состояние 0, но при этом на его выходе появляется сигнал, соответствующий предыдущему состоянию. Последний, проходя через элемент задержки D, поступает в следующий триггер, который пришел в нулевое состояние одновременно с предыдущим. Аналогично сдвигу кодовой комбинации из первого ряда триггеров во второй производится сдвиг и из второго ряда в третий и т.д. При этом после каждого сдвига первый ряд триггеров освобождается и может принимать для запоминания очередную комбинацию. Считывание информации может производиться из любого ряда триггеров путем простого съема сигнала с выходов соответствующих триггеров.



ГЛАВА V СОРТИРОВОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА

Контрольная информация, записанная в ЗУ, одновременно с попаданием детали на позицию сортировки должна заставить сработать сортировочное

устройство. Кодовая комбинация, поступающая из ЗУ в сортировочное, преобразуется последним в перемещение детали по определенному адресу. Являясь последним звеном в цепи переработки контрольной информации в КСА, сортировочное устройство вместе с тем является исполнительным органом автомата. Различают сортировочные устройства последовательного, в которых детали сортируются одно за другим, и параллельного действия, позволяющие одновременно направлять в разные сортировочные отсеки (адресовать) несколько деталей. Чаще применяют устройства последовательного действия, к которым относятся устройства с поворотным лотком и шахтные.

УСТРОЙСТВА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ С ПОВОРОТНЫМ ЛОТКОМ

Устройства с поворотным лотком работают по принципам сравнения (рис. 60, а, б) и суммирования (рис. 60, в, г).

Наиболее простое устройство, работающее по принципу сравнения (рис. 60, а), состоит из поворотного лотка 1, сортировочных отсеков 2, электродвигателя постоянного тока 3, соединенного валом 4 с лотком 1, щеткодержателя 8, несущего две контактные щетки 7, коллектора, состоящего из N ламелей 6, связанных между собой диодами, логических элементов И 5, имеющих по два входа, с которыми напрямую и через инверторы 4 связаны щетки 7 [А.с. № 448898 (СССР)].

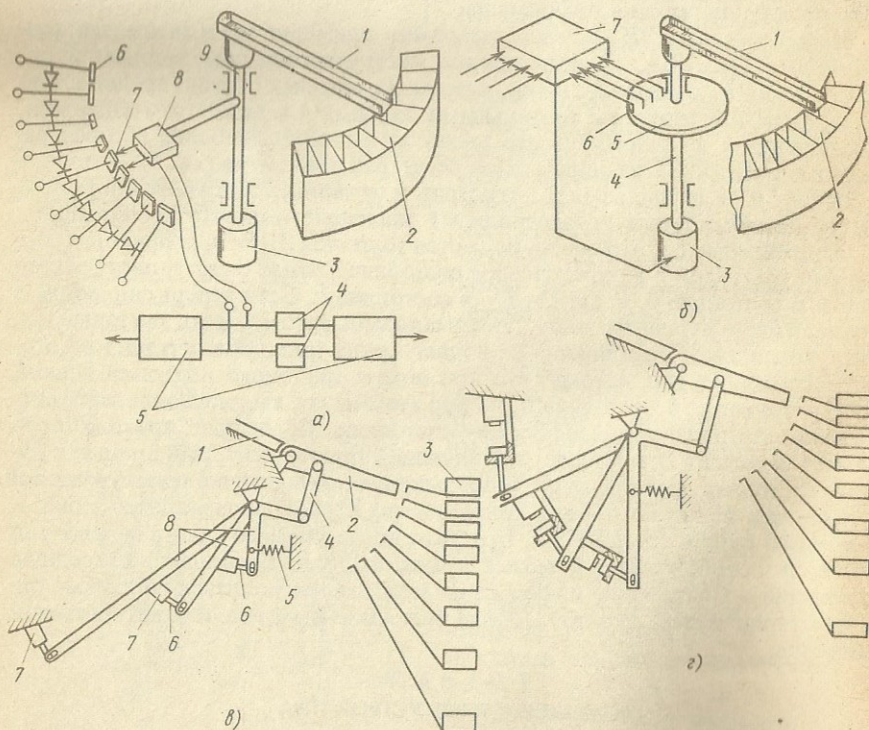


Рис. 60. Схемы сортировочных устройств с поворотным лотком, работающие:
а, б — по принципу сравнения; в, г — по принципу суммирования

При работе устройства коллектор с ламелями (число их равно числу сортировочных отсеков) и диодами, щетки, элементы И и инверторы выполняют сравнение фактического и заданного положения поворотного лотка. В зависимости от кодовой комбинации, записанной в ЗУ, на одну из ламелей коллектора подается напряжение питания. В результате контактное поле коллектора делится на две части, одна из которых образована ламелями, находящимися под напряжением, другая нет.

Если при этом щетки 7 расположены относительно коллектора так, что одна из них контактирует с включенной ламелью, а другая с выключенной, то на выходах элементов 5 сигналы отсутствуют, двигатель 3 не работает, и лоток 1 находится над заданным сортировочным отсеком. В том случае, когда обе щетки 7 находятся на выключенных ламелях (лоток 1 установлен не в том положении, в каком требуется), на выходе элемента 5, связанного со щетками через инверторы 4, появляется сигнал, заставляющий электродвигатель 3 поворачивать элементы 1, 7, 8, 9 против часовой стрелки, и лоток 1 устанавливается в требуемое положение. Если же обе щетки 7 одновременно находятся на включенных ламелях, то сигнал появляется на выходе элемента 5, соединенного со щетками напрямую, и двигатель 3 поворачивает элементы 1, 7, 8, 9 по часовой стрелке. Таким образом, независимо от исходного положения лотка, подавая напряжение питания на тот или иной вход коллектора, можно устанавливать элемент 1 в то или иное положение, обеспечивая этим сортировку деталей по отсекам.

Устройство управляется комбинациями распределительного кода. Если в ЗУ информация записывается в каком-либо другом коде, то более удобно применять устройство, показанное на рис. 60, б. Оно содержит поворотный лоток 1, сортировочные отсеки 2 и электродвигатель 3, соединенный с лотком валом 4, на котором установлен кодовый диск 5, взаимодействующий с неподвижно закрепленными контактными щетками 6, соединенными со схемой сравнения 7. Диск и щетки образуют преобразователь угла поворота лотка в код. Положению лотка над каждым сортировочным отсеком соответствует одна определенная кодовая комбинация. При вращении лотка эта комбинация считывается щетками и вводится в схему сравнения. Сюда же вводится кодовая комбинация, записанная в ЗУ и соответствующая номеру сортировочного отсека, в который должна быть направлена деталь. При сопоставлении комбинаций, поступающих на входы схемы сравнения, последняя выдает сигнал, управляющий двигателем. Если комбинации не равны, то двигатель поворачивает лоток "вперед" или "назад", если равны, то уровень сигнала на выходе схемы сравнения равен нулю, двигатель выключен, и лоток находится в требуемом положении.

Сложность рассмотренного устройства в значительной степени определяется сложностью кодового диска, поэтому при разработке сортировочных устройств подобного типа иногда используют метод группового кодирования угловых перемещений, являющийся разновидностью кольцевого кодирования и обеспечивающий существенное упрощение конструкции дисков.

Сортировочные устройства, работающие по принципу сравнения, применяют при большом числе сортировочных отсеков, если число отсеков не более 25–30, используют устройства, работающие по принципу суммирования.

Устройства последовательного действия с поворотным лотком, работающие по принципу суммирования, показаны на рис. 60, в [А.с. № 373129 (СССР)]. Устройство, приведенное на рис. 60, в, состоит из неподвижного лотка 1, поворотного лотка 2, сортировочных отсеков 3, рычагов 8, электромагнитов 7, якоря которых связаны с тягами 6, пружины 5 и тяги 4.

Длина хода якоря у всех электромагнитов 7 одинакова, у рычагов 8 последовательно возрастает вдвое. Электромагниты 7 на рычагах установлены посередине.

Если не включен ни один из электромагнитов, то лоток 2 находится в положении, показанном на рисунке, если включится электромагнит, якорь которого соединен с самым длинным рычагом, то лоток 2 повернется на угол α , равный угловому шагу между направляющими лотками сортировочных отсеков 3, если включится электромагнит, управляющий более коротким рычагом, лоток 2 повернется на угол 2α . При срабатывании электромагнита, управляющего еще более коротким рычагом, лоток повернется на угол 4α и т.д. Одновременное включение электромагнитов приведет к повороту лотка 2 на угол, равный сумме углов поворота, обеспечиваемых каждым электромагнитом в отдельности. Подавая на электромагниты сигналы в соответствии с естественным двоичным кодом, можно управлять сортировкой деталей по отсекам.

Описанное устройство отличается простотой и взаимозаменяемостью электромагнитов. Его недостаток — большие габаритные размеры, вызванные тем, что с увеличением числа сортировочных отсеков растет число рычагов и резко увеличивается их длина. Указанного недостатка можно избежать, если все рычаги выполнить одинаковыми по длине, а на корпусе каждого электромагнита установить упор, ограничивающий ход якоря до величины, пропорциональной одному из весовых коэффициентов двоичного кода (коэффициент пропорциональности при этом берется один и тот же для всех электромагнитов). Устройства, построенные по такому принципу, работают аналогично предыдущему, но имеют меньшие габаритные размеры (рис. 60, 2), хотя взаимозаменяемость электромагнитов обеспечивается в них не всегда.

Электромагниты имеют сравнительно небольшой предельный ход якоря, поэтому в сортировочных устройствах, работающих по принципу суммирования, при большом числе сортировочных отсеков или при больших расстояниях между отсеками целесообразно использовать пневмоцилиндры. Для точной установки поворотного лотка в требуемое положение длина хода штока пневмоцилиндра

$$a = 2btg \frac{K_i \alpha}{2},$$

где b — расстояние от оси цилиндра до оси вращения рычагов; α — угол поворота рычага, соответствующий углу поворота лотка между соседними отсеками; K_i — весовой коэффициент i -го разряда кода, управляющего сортировочным устройством.

ШАХТНЫЕ УСТРОЙСТВА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

Шахтные устройства отличаются высоким быстродействием благодаря небольшой массе подвижных частей. Наибольшее распространение получили двоичные и троичные устройства шахтного типа.

Двоичные устройства (рис. 61, а, б) представляют собой комбинацию наклонных и вертикальных шахт, разделенных двухпозиционными сортировочными заслонками с управлением от электромагнитов. Чаще всего каждый электромагнит 1 в таких устройствах (рис. 61, а) с помощью тяги 2 соединяется с несколькими заслонками 3 и управляет ими одновременно, что позволяет разводить детали по большому числу сортировочных отсеков с помощью малого числа электромагнитов, подавая на них сигналы в двоичном коде. Однако наличие тяги и шарнирно-рычажных соединений с заслон-

кой снижает надежность устройства, поэтому там, где это возможно, применяют устройства, в которых каждый электромагнит управляет лишь одной заслонкой (рис. 61, б). Вместо шарниров заслонки в них выполняются из пружинных пластин 1, закрепленных на стенках шахт. Включением электромагнитов 2 в определенных комбинациях обеспечивается разводка деталей по отсекам.

Троичные устройства шахтного типа требуют меньшего числа электромагнитов (рис. 61, в). Они включают в себя канал 1, разветвленный на сортировочные каналы 3 и отсеки 6. В местах разветвлений установлены трехпозиционные заслонки 5, выполненные в виде трубочек круглого или квадратного сечения. На валике каждой заслонки установлено зубчатое колесо 2 (или сектор), кинематически соединенное с рейкой 4. Один конец каждой рейки соединен с намагниченным средечником 11, размещенным внутри соленоида 10. На рейках выполнены буртики 7, к которым пружинами 14 прижато по две шайбы 12, выступающие за буртики. Между выступами шайб, прижатых к одному и тому же буртику, расположены неподвижные жесткие упоры 8, а по обе стороны от них со стороны, не соприкасающейся с буртиком, расположены дополнительные жесткие упоры 9 и 13.

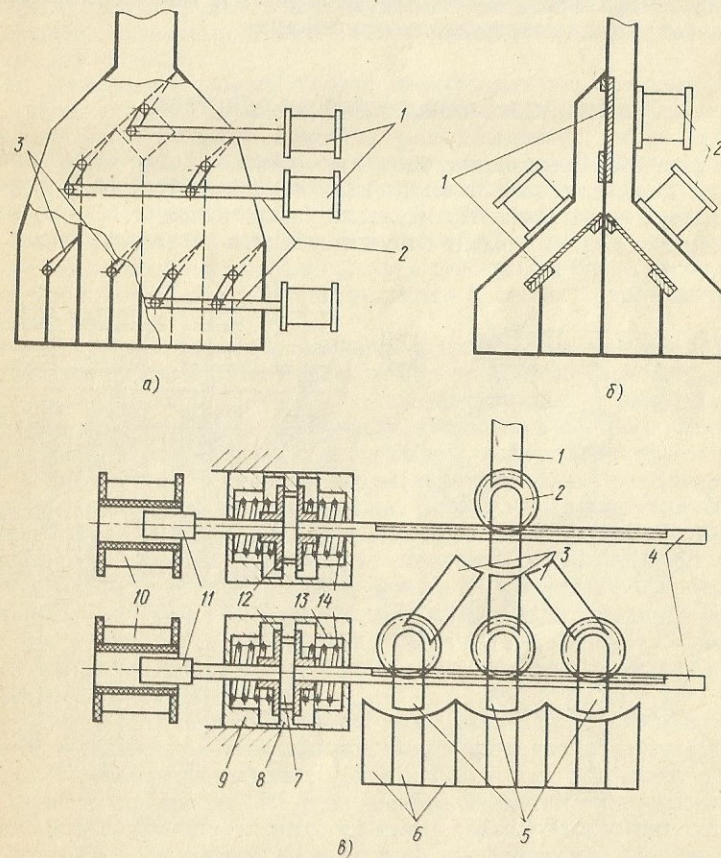


Рис. 61. Схемы сортировочных устройств шахтного типа:
а, б — двоичные; в — троичные

При использовании устройства элементы троичного кода представляют следующим образом: 0 — отсутствие напряжения, 1 — положительный потенциал, 2 — отрицательный потенциал. Троичные кодовые комбинации подают на входы соленоидов 10. Если на него напряжение не подано, то сердечник 11 остается в положении, показанном на рисунке, пружины 14 через шайбы 12, опирающиеся на упор 8, фиксируют буртик 7 рейки 4 в среднем положении, при этом заслонка 5 также находится в среднем положении. Если на соленоид 10 подается положительный потенциал, то сердечник 11 вытягивается, рейка 4 отжимает левую шайбу 12 и движется влево до упора 9, заслонка 5 поворачивается влево и устанавливается напротив левой ветви разветвления 3. Если на соленоид 10 подается отрицательный потенциал, то сердечник 11 выталкивается, рейка 4 отжимает шайбу 12 и движется вправо до упора 13, заслонка 5 поворачивается вправо и устанавливается напротив правой ветки канала 3. Таким образом, подавая на входы соленоидов 10 ту или иную троичную кодовую комбинацию, устанавливают заслонки в требуемое положение. Затем в канал 1 подают сортируемую деталь, которая проходит по каналам 5 под действием силы тяжести и попадает в заданный отсек 6.

Если производительность автомата должна быть высокой, применяют сортировочные устройства параллельного действия.

УСТРОЙСТВА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

Устройства позволяют одновременно производить адресование нескольких деталей, перемещая их с помощью карусели или конвейера. В устройстве карусельного типа (рис. 62, а) деталь 1 перемещается с контрольной позиции каруселью 2. В момент подхода детали к заслонке 3 отсека 4, в

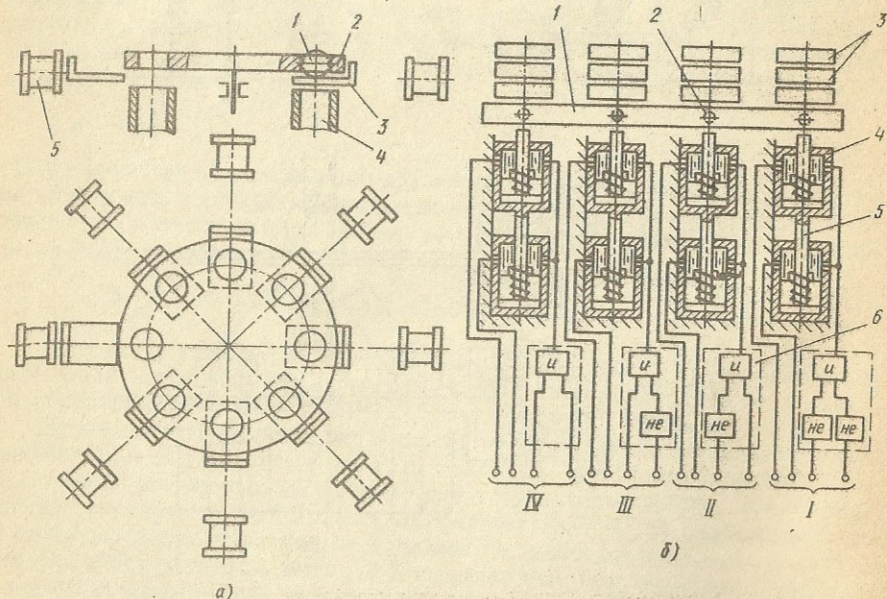


Рис. 62. Схемы сортировочных устройств параллельного действия: а — карусельное; б — конвейерное

который должна быть адресована деталь, на соответствующий электромагнит 5 подается сигнал с ЗУ автомата. Электромагнит притягивает заслонку 3, и деталь попадает в сортировочный отсек.

Для сортировки крупногабаритных деталей применяют конвейерные устройства, в которых отсеки обычно расположены по одну сторону от конвейера. С другой стороны конвейера в линию по одному размещены механизмы сталкивания деталей с конвейера, действующие от электромагнитов или пневмоцилиндров. По командам от запоминающего устройства автомата механизмы сталкивания адресуют детали в отсеки. Недостатками такого рода устройств являются большие габаритные размеры (сортировочные отсеки и механизмы сталкивания вытянуты в одну линию вдоль конвейера) и большое число механизмов сталкивания, равное числу сортировочных отсеков. Чтобы избавиться от этих недостатков, в Уральском политехническом институте им. С.М. Кирова разработано устройство (рис. 62, б), включающее конвейер 1; перемещающий детали 2, сортировочные отсеки 3, расположенные с одной стороны конвейера рядами, ориентированными перпендикулярно конвейеру, механизмы сталкивания деталей с конвейера, состоящие из корпусов 4 и толкателей 5, объединенные в группы. В каждой из групп толкатель всякого последующего механизма связан с корпусом предыдущего механизма и имеет блок 6 распознавания одной из двоичных кодовых комбинаций.

Для сталкивания деталей служат электромагниты, толкатели которых принадлежат к одной группе и имеют длины ходов, последовательно возрастающие вдвое (первый толкатель имеет, например, длину хода L , второй — $2L$ и т.п., где L — ширина сортировочного отсека). В качестве блоков распознавания применены логические схемы, состоящие из элементов И и НЕ. Элементы И используются по одному в каждом блоке и являются выходными. Элементы НЕ используются по 0, 1, 2 и т.д. раз в каждом блоке, являются входными и устанавливаются в тех каналах блока распознавания, на которые при работе устройства подаются символы 0 распознаваемой кодовой комбинации.

При использовании сортировочного устройства на входы каждой группы механизмов сталкивания и соответствующего блока распознавания подается двоичная кодовая комбинация, соответствующая определенному сортировочному отсеку. При этом единицы, входящие в кодовую комбинацию, моделируются положительным потенциалом, если они подаются на входы блока распознавания, и отрицательным, если они подаются непосредственно на входы механизмов сталкивания. Подача кодовых комбинаций осуществляется от ЗУ, например от сдвигающего регистра, параллельно на все входы сортировочного устройства, синхронно с движением конвейера. Таким образом движение каждой детали по конвейеру сопровождается "движением" каждой двоичной кодовой комбинации, подаваемой на вход устройства от одной группы входов к другой (под группой входов здесь и далее понимаются входы одной группы механизмов сталкивания и соответствующего блока распознавания).

При "движении" всякой кодовой комбинации от одной группы входов к другой определенная часть кодовой комбинации анализируется соответствующим блоком распознавания. Если она является той, которую данный блок должен опознавать, на его выходе появляется положительный потенциал. В зависимости от того, из каких элементов состоит оставшаяся часть кодовой комбинации, на вход того или иного или одновременно на несколько механизмов сталкивания подается отрицательный потенциал. Механизмы срабатывают и толкателем ближайшего к транспортеру механиз-

ма посылают деталь в тот или иной отсек, расположенный в ряду, противостоящем данной группе механизмов сталкивания.

Допустим, что деталь, находящаяся в первой (крайней правой) позиции конвейера, адресована в отсек, соответствующий кодовой комбинации 1110. Эта комбинация подана на входы I устройства. Тогда на выходе блока распознавания положительного потенциала нет, механизмы сталкивания остаются в выключенном состоянии, детали с конвейера не сталкиваются. Если деталь переместится во вторую позицию и кодовая комбинация 1110 "переместится" на входы II, то на выходе соответствующего блока распознавания положительный потенциал не появится и деталь останется на конвейере. При ее перемещении в третью позицию и "передвижения" комбинации 1110 на входы III, на выходе соответствующего блока распознавания положительный потенциал появится, на входы обоих механизмов сталкивания данной группы будет подано питание, механизмы сработают и передвинут деталь с конвейера на величину 3L, т.е. столкнут ее в крайний от конвейера отсек третьего ряда. При этом от преждевременного падения в отсеки деталь может удерживаться электромагнитным прихватом, вакуумной присоской, закрепленной на толкателе, либо профильным кондом толкателя. В последнем случае борта сортировочных отсеков целесообразно снабдить упругими элементами, извлекающими деталь из толкателя при обратном ходе последнего.

Рассмотренное сортировочное устройство предназначено для сортировки деталей по 12 сортировочным отсекам, номера которых обозначены 0100, 0101, 0110, 0111, 1000, 1001, 1010, 1011, 1100, 1101, 1110, 1111. Аналогично могут быть построены и сортировочные устройства с большим числом отсеков.

ГЛАВА VI ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

ИНДИКАТОРЫ АДРЕСА КОНТРОЛИРУЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ

Индикаторы в КСА предназначены для указания отсека, в который адресуется проконтролированная деталь, упрощения настройки автоматов, проверки их работы и текущего визуального наблюдения за ходом контроля и сортировки. Все применяемые в КСА разновидности индикаторов могут быть подразделены на двухпозиционные и цифровые.

Двухпозиционные индикаторы представляют собой, обычно, электрические лампы накаливания, газоразрядные и пневмолампы. Они используются в автоматах для допускового контроля и сортировки, а также в автоматах для многодиапазонной сортировки, в которых контрольная информация кодируется распределительным кодом. Не останавливаясь на устройстве электрических ламп, достаточно подробно описанных в технической литературе, рассмотрим пневмолампы. Их применяют в тех случаях, когда используют пневматические Д-К и ЗУ, т.е. там, где они позволяют исключить дополнительное преобразование давления воздуха в электрические сигналы. Простейшая пневмолампа (рис.63, а) состоит из корпуса 1, закрытого прозрачным колпаком 2, резиновой мембраны 3 и разрезной шторки 4. В исходном состоянии лампы мембрана за счет собственной упругости имеет плоскую форму и закрыта шторкой, которая окрашена в черный цвет. При подаче давления воздуха внутрь корпуса и в подмембранное пространство мембрана растягивается и, раздвигая шторки, прижимается к внутренней поверхности колпака. Окрашенная в яркий цвет, она становится хорошо видной оператору.

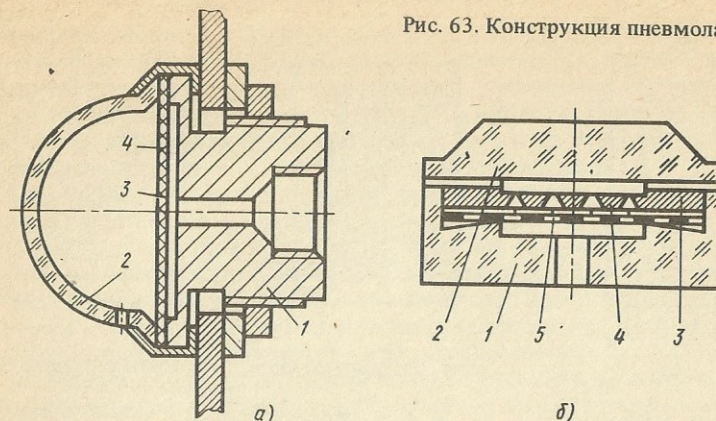


Рис. 63. Конструкция пневмолампы

Недостатком пневмолампы является сильное растяжение мембраны, что ограничивает ее долговечность. Он устранен в пневмолампе, показанной на рис.63, б. В корпусе 1 имеется прозрачный экран 2, маска 3, эластичная пластина с лепестками 4 и яркая цветная мембрана 5. Маска представляет собой плиту с пазами. При подаче входного сигнала мембрана растягивается, раздвигает лепестки и просматривается через паза. Незначительная деформация мембраны обеспечивает долговечность и быстродействие индикатора. Как правило, двухпозиционные индикаторы устанавливают в КСА вблизи соответствующих сортировочных отсеков, а цифровые индикаторы там, где это наиболее удобно для наблюдения.

Цифровые индикаторы представляют собой табло, на котором десятичными числами высвечивается номер отсека, куда должна быть адресована проконтролированная деталь. Такие индикаторы обычно используют в случаях, когда контрольное устройство выдает информацию не в распределительном, а в каком-либо другом коде. Причина в том, что для использования двухпозиционных индикаторов в данном случае требуется производить полное декодирование контрольной информации, а при использовании цифровых индикаторов этого можно полностью или частично избежать.

Наибольшее распространение получили цифросинтезирующие индикаторы (рис.64), в которых цифра воспроизводится из отдельных светящихся точек или отрезков линий, сегментов. Свечение сегментов достигается путем подсветки лампами накаливания за счет изготовления сегментов в виде нитей накаливания и за счет люминесценции. В индикаторах с подсветкой сегментов за каждым из них располагают лампу накаливания, при загорании которой сегмент становится ясно различимым. В индикаторах, где роль сегмента (рис.64, а) выполняет нить накаливания, в стеклянном баллоне 1 размещают панель 2, а каждый сегмент 3 образуют проволокой из высокоомного материала. При подаче напряжения на ту или иную проволоку, она начинает светиться.

В люминесцентных индикаторах используют эффект свечения люминофора в электрическом поле. В корпусе 2 (рис.64, б) индикатора размещают экран 1, изготовленный из стекла, прозрачный токопроводящий слой 3 двуокиси олова, окиси калия и т.п., люминесцентный слой 4, алюминиевые сегменты 5 (I—VII) и слой диэлектрического покрытия 6. Если на токопроводящий слой 3 и сегменты 5 подать переменное напряжение, то в люминесцентном слое возникает свечение, при этом область свечения определяется площадью сегментов.

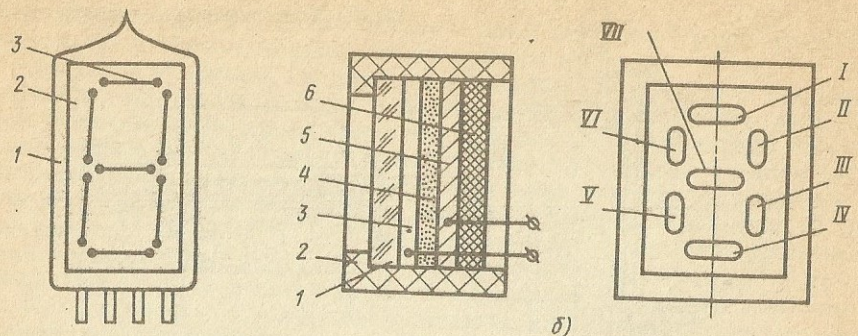
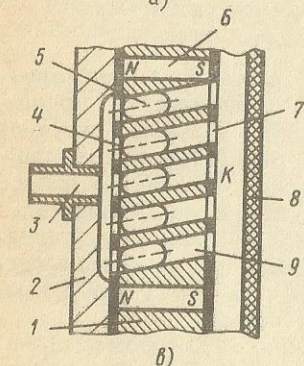


Рис. 64. Конструкции цифросинтезирующих индикаторов:
а, б — электрические; в — пневматический



Цифросинтезирующие индикаторы, в которых цифры воспроизводятся свечением соответствующих сегментов, используют в автоматах с электрическими системами переработки контрольной информации, а в автоматах с пневматическими системами удобно применять пневматические цифросинтезирующие индикаторы. В последних цифры воспроизводятся из отдельных сегментов, однако, конструкция сегментов несколько иная. В разрезе каждый сегмент (рис. 64, а) представляет собой ряд наклонных каналов 9, расположенных в корпусе 1 индикатора. Внутри каналов находятся легкие плунжеры 5 со сферическими торцами. Они в своих крайних положениях упираются в ограничительные пластины 4 и 7 с отверстиями, диаметр которых несколько меньше диаметра плунжеров, и фиксируются магнитами 6. С лицевой стороны индикатора имеется стекло 8, образующее с поверхностью корпуса герметичную камеру К с небольшим избыточным давлением, а с обратной стороны крышка 2 с пазом и питающим штуцером 3.

Под давлением воздуха в камере К при атмосферном давлении в полости под крышкой 2 плунжеры 5 находятся в положении, показанном на рисунке, и с лицевой стороны индикатора не видны. Если в штуцере 3 подать воздух под давлением, превышающим давление в камере К, то плунжеры переместятся вправо и станут заметны через отверстия в пластине 7. Такие индикаторы, можно соединять с устройствами переработки контрольной информации через сравнительно несложный кодопреобразователь, а иногда и вообще без него.

Индикаторы адреса объектов контроля в процессе настройки КСА по эталонной детали позволяют обнаруживать отказы системы переработки контрольной информации, выражающиеся в ложном адресовании детали. Однако при работе автомата в режиме контроля и сортировки реальных деталей индикаторы адреса обнаруживать отказы не позволяют. Для этой цели служат специальные устройства обнаружения отказов.

УСТРОЙСТВА ОБНАРУЖЕНИЯ ОТКАЗОВ

Устройства действуют по принципу двойного контроля с последующим сравнением его результатов или на основе использования свойств помехозащищенных кодов.

Принцип двойного контроля состоит в том, что деталь дважды измеряется, контрольная информация дважды запоминается, а затем сравнивается. Если оба результата контроля совпадают, то считается, что отказов контрольного и запоминающего устройств КСА не было. Несовпадение результатов контроля свидетельствует об отказе одного из устройств, и деталь автоматически направляется в отсек неопознанных изделий.

Реализация принципа двойного контроля возможна с помощью одной или двух пар контрольного и запоминающего устройства. В первом случае деталь поступает на одну контрольную позицию КСА и находится там столько времени, сколько это необходимо для проведения двух циклов контроля. Производительность автомата при этом уменьшается более чем в 2 раза. Во втором случае деталь последовательно проходит две позиции контроля. На каждой позиции выполняется один цикл контроля. Если контроль всякой последующей детали на первой позиции совместить по времени с контролем предыдущей детали на второй позиции, то производительность автомата из-за введения УОО не уменьшится. В связи с этим в КСА, работающих по принципу двойного контроля, каждый параметр детали контролируют обычно на двух позициях.

На рис. 65 показана структурная схема одного из автоматов, разработанных в ОКБ СА. В нем имеется две позиции с двумя контрольными устройствами 1 и 2 и два запоминающих устройства 3 и 4. Из загрузочного устройства 13 деталь последовательно проходит через обе контрольные позиции, и полученная информация после запоминания сравнивается в устройстве 5. Последнее соединено с блоком управления 6 сортировочного устройства 10 и с дополнительным исполнительным механизмом 7. Оно заставляет сортировочное устройство работать, а механизм 7 либо работать, либо нет. Срабатывание исполнительного механизма происходит по сигналу "не равно", поступающему от устройства 5, а несрабатывание по сигналу "равно". Если механизм 7 работает, деталь попадет в отсек 11 ("неопознанные"), а если не работает, то она поступает далее на вход сортировочного устройства 10. Попадание детали в отсек 11 и есть результат обнаружения отказа. Механизм 7 при работе автомата также может отказаться и тогда деталь, которая должна попасть в отсек 11, туда не попадет. Во избежание этого перед входом сортировочного устройства установлен датчик 9, сигнализирующий о поступлении детали. Он соединен с устройством проверки правильности адресования 8, которое через блок 6 связано с устройством сравнения 5. Если деталь пройдет мимо датчика 9, то он подаст сигнал в устройство 8, где в результате сравнения этого сигнала с сигналом "не равно", поступающим от устройства 5, будет сформирована команда на поворот заслонки 12. Поворот заслонки эквивалентен срабатыванию механизма 7, поэтому если при работе последнего произойдет отказ, то отказ контрольных устройств 1 или 2 и запоминающих устройств 3 и 4 все равно вызовет попадание детали в отсек 11.

Применение принципа двойного контроля существенно усложняет кон-

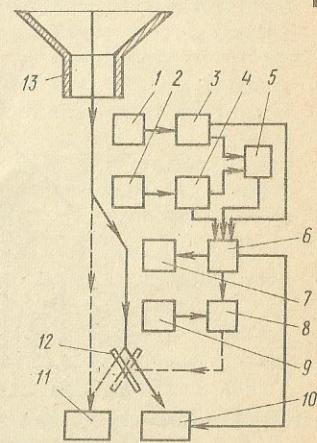


Рис. 65. Схема обнаружения отказов по принципу двойного контроля

струкцию автомата, более простыми являются устройства с обнаружением отказов путем использования свойств помехозащищенных кодов. Такие автоматы обеспечивают возможность обнаруживать отказы не только контрольных и запоминающих, но и сортировочных устройств.

Обнаружение отказов с использованием свойств помехозащищенных кодов в простейшем случае достигается с помощью сортировочного устройства, подобного устройству шахтного типа (рис.66). Его конструктивной особенностью является наличие сортировочного отсека 1, имеющего форму гребня. "Зубья" гребня расположены между сортировочными отсеками 2, перекрываемыми поворотными заслонками 3, установленными в ряд. Аналогично установлены и заслонки 4, 5, 6 сортировочного устройства, обеспечивающие совместно с заслонками 3 адресование деталей в отсеки. Заслонки каждого ряда управляются одним из электромагнитов 7, взаимодействующим с ними через тягу 8. Однако в отличие от обычных устройств шахтного типа для распределения деталей по сортировочным отсекам электромагниты включаются здесь не в естественном двоичном или троичном коде, а в помехозащищенном двоичном коде с контролем по четности. Если при работе автомата отказов контрольного, запоминающего и сортировочного устройства не происходит, то после контроля детали попадают в один из отсеков 2. Если происходят отказы, превращающие кодовые комбинации с нечетным числом единиц в комбинации с четным числом единиц, детали попадают в отсек 1.

Недостаток устройства — большие габаритные размеры, так для сортировки деталей по восьми отсекам 2, как это показано на рисунке, требуется еще восемь "зубьев" отсека 1. Общий объем, занимаемый сортировочными отсеками, возрастает почти вдвое.

Для уменьшения габаритных размеров сортировочных устройств, работающих с использованием помехозащищенных кодов, применяют специальные электрические схемы. Два варианта таких схем и пример их подключения показаны на рис.67. Первая (рис.67,а) собрана на базе инвертирующих усилителей 1, электромагнитного реле 2 и переключающих контактов. При работе инвертирующего усилителя всякий положительный сигнал преобразуется в отрицательный, а всякий отрицательный сигнал в положительный. Если четное число контактов находится в нижнем положении, то на реле подается отрицательное напряжение и оно выключено. Если же в нижнем

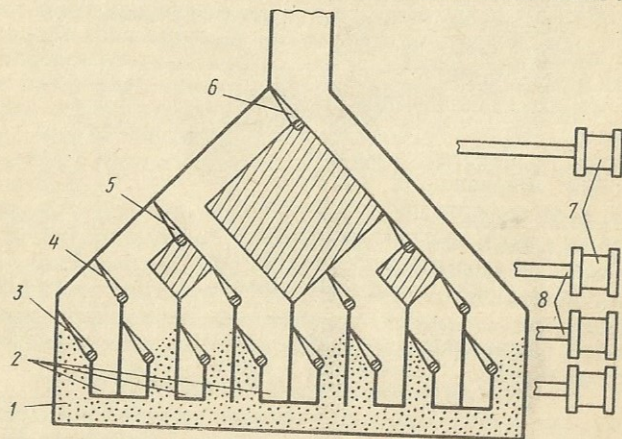


Рис. 66. Схема сортировочного устройства с обнаружением отказов по принципу использования свойств помехозащищенных кодов

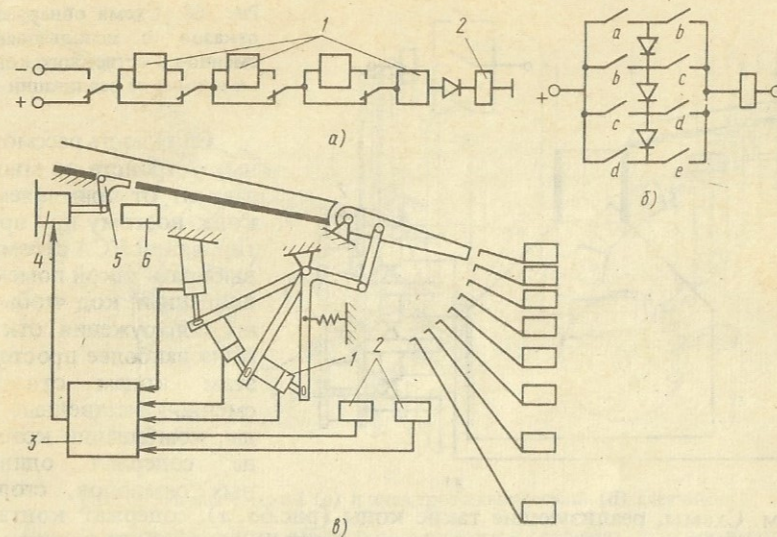


Рис. 67. Электрические схемы обнаружения отказов (а, б) и пример их подключения (в)

положении находится нечетное число контактов, то на реле подается положительное напряжение и оно включено. Полагая, что каждый контакт соответствует разряду двоичной кодовой комбинации и что единицам в двоичных числах соответствует нижнее положение контактов, с помощью этой схемы можно контролировать четность числа единиц в двоичных кодовых комбинациях.

Вторая схема (рис.67,б) позволяет контролировать наличие двух единиц в комбинациях кода с постоянным весом 2 из n или, в частности, 2 из 5. Она состоит из реле, диодов и замыкающих контактов. Если контакты замыкаются в комбинациях ab , ac , bc и т.п., то реле включается, если включаются только контакты a или только контакты b и т.п., реле остается выключенным.

При подключении такого рода схем к системе переработки контрольной информации контакты воспроизводятся конечными выключателями или контактными парами дополнительных реле. Выключатели 1 устанавливают, как это показано на рис.67, в, и при срабатывании электромагнитов или пневмоцилиндров сортировочного устройства подают сигналы в схему обнаружения отказов 3. Обмотки дополнительных реле 2 подключаются к разрядам 3У, не связанным с сортировочным устройством (к контрольным разрядам), и также подают сигналы в схему 3. Если в течение цикла работы автомата в системе переработки контрольной информации произойдет отказ, то в зависимости от применяемого помехозащищенного кода в схему 3 поступит та или иная запрещенная кодовая комбинация. Ее поступление приводит к появлению сигнала на выходе схемы и срабатыванию электромагнита 4, управляющего заслонкой 5. Заслонка, установленная на пути движения проконтролированной детали к сортировочному устройству, направляет ее в отсек неопознанных деталей 6. Если за время цикла отказа системы переработки контрольной информации не произойдет, то в схему 3 поступит разрешенная кодовая комбинация, электромагнит 4 не сработает, и заслонка 6 пропускает деталь к сортировочному устройству.

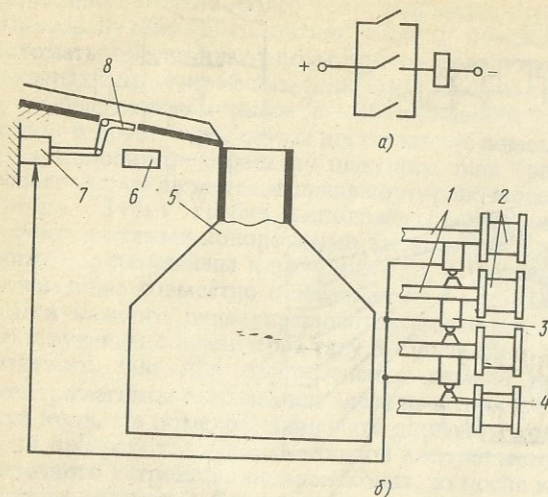


Рис. 68. Схема обнаружения отказов с использованием сменно-качественного кода (а) и пример ее реализации (б)

Сложность рассмотренных устройств во многом зависит от применяемого кода, поэтому при проектировании КСА стремятся выбирать такой помехозащищенный код чтобы схема обнаружения отказов была наиболее простой. К этим кодам относятся сменно-качественные коды, комбинации которых не содержат одинаковых символов, стоящих

рядом. Схемы, реализующие такие коды (рис.68, а), содержат контакты (конечные выключатели), которые, как видно из рис.68, б, на примере сортировочного устройства шахтного типа закрепляются на тягах 1, соединяющих электромагниты 2 с соответствующими рядами заслонок, установленных в корпусе сортировочного устройства 5. Каждый конечный выключатель 3, закрепленный на той или иной тяге, взаимодействует с упором 4, закрепленным на соседней тяге.

Если тяга с упором смещена относительно тяги с конечным выключателем, контакт выключателя разомкнут, если не смещена, то замкнут. При подаче на магниты 2 комбинаций сменно-качественного кода все тяги будут смещены друг относительно друга, все выключатели 3 будут разомкнуты, а электромагнит 7 выключен. Проконтролированная деталь пройдет в устройство 5. Если в системе переработки контрольной информации произойдет отказ, приводящий к появлению двух одинаковых символов в соседних разрядах кодовой комбинации, то, по крайней мере, один из конечных выключателей не разомкнется и электромагнит 7 окажется включенным. В результате проконтролированная деталь не сможет пройти в устройство 5, а заслонкой 8 будет направлена в отсек б.

СЧЕТЧИКИ ЧИСЛА РАССОРТИРОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Счетчики, применяемые в КСА, можно разделить на механические, электромеханические и электрические.

Механические счетчики (рис.69, а) содержат несколько барабанов 2, с цифрами от нуля до девяти, соединенных между собой цевочными передачами с передаточными отношениями 10:1. Первый барабан в таких счетчиках связан с входным валом 5, на котором установлена крыльчатка 1 с десятью лопастями. Поворот входного вала на одну лопасть крыльчатки вызывает поворот первого барабана на одну цифру. После десяти таких поворотов звездочка 4 цевочной передачи, соединяющей первый барабан со вторым, заставляет последний повернуться также на одну цифру. Таким образом осуществляется счет в двухразрядных десятичных числах. Счет в трехразрядных, четырехразрядных и т.д. десятичных числах производится аналогично. При этом каждая цифра устанавливается перед соответствующей прорезью передней панели 3 счетчика.

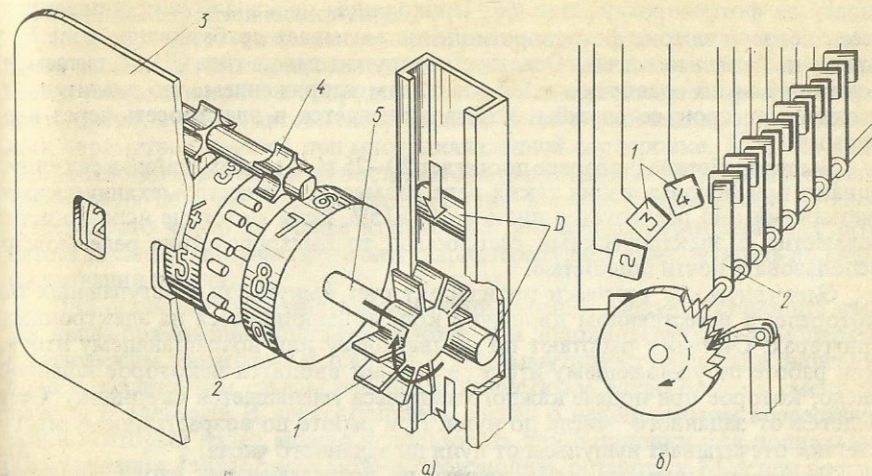


Рис. 69. Механический (а) и электромеханический (б) счетчики

Механические счетчики обычно размещают на стенках сортировочных отсеков автомата так, чтобы крыльчатка находилась на пути движения детали Д в отсек. Это позволяет довольно легко обеспечить надежную работу счетчика, но затрудняет считывание его показаний, так как счетчик расположен слишком низко. В этом отношении удобнее электромеханические счетчики.

Электромеханические счетчики строят на основе механических счетчиков, у которых вместо крыльчатки имеется храповой механизм с приводом от электромагнита, или на основе телефонных шаговых искателей. Телефонный шаговый искатель (рис.69, б) также содержит храповой механизм, приводимый в действие электромагнитом. При подаче сигнала на электромагнит храповой механизм поворачивает на один шаг щетки 2, которые замыкают один из рядов ламелей 1, расположенных вокруг оси вращения щеток. Замыкание того или иного ряда ламелей соответствует подаче на электромагнит определенного числа импульсов.

Вывод информации с такого счетчика обычно осуществляется с помощью газоразрядных ламп (декатронов), имеющих десять электродов, выгнутых в форме цифр 0, 1, 2 и т.д. и подключаемых к ламелям шагового искателя. Поскольку в электромеханических счетчиках приводом служит электромагнит, то применение их возможно только совместно с датчиками импульсов, которые выдают импульс при прохождении каждой проконтролированной детали.

Чаще всего в качестве датчиков импульсов используют фотореле (рис. 70). Детали 1 последовательно поступают в соответствующий отсек автомата по каналу 2. Сфокусированным пучком света от источника ЛО, проходя через отверстия в стенках канала, по-

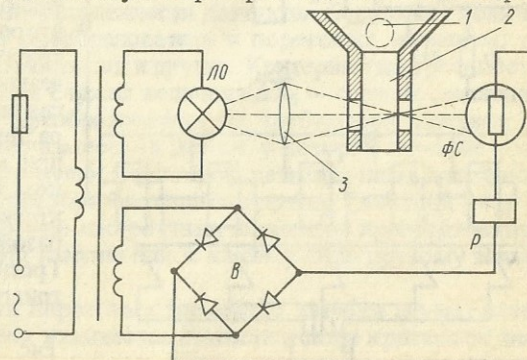


Рис. 70. Схема фотореле

падает на фотосопротивление ΦC . Проходящая по каналу деталь перекрывает световой поток, фотосопротивление вызывает срабатывание реле P и подачу импульса в счетчик. Осветителем служит лампа типа СЦ-61, питаемая пониженным по сравнению с номинальным напряжением, что значительно увеличивает срок ее службы. Схема включается в электросеть через выключатель B .

Быстродействие фотореле достигает 20–25 тыс. срабатываний в секунду, однако при использовании таких реле совместно с электромеханическими счетчиками оно реализуется лишь на 10–15%. Если фотореле использовать совместно с электрическими счетчиками, то быстродействие реле можно использовать почти полностью.

Электрические счетчики производят счет импульсов, поступающих от фотореле, в естественном двоичном коде и выполняются на электронных триггерах. Счетчики работают по убывающему или возрастающему итогу. При работе по убывающему итогу в счетчик вводится некоторое заданное число, которое при подаче каждого импульса уменьшается на единицу. Счет ведется от заданного числа до нуля. При работе по возрастающему итогу счетчик отсчитывает импульсы от нуля до заданного числа.

Примером счетчика, работающего по **возрастающему** итогу, является схема, построенная на бесконтактных логических элементах (рис. 71). Особенностью схемы является то, что на нее нельзя непосредственно подавать импульсы от фотореле, поскольку они из-за дребезга контактов фотореле имеют неправильную форму. Чтобы импульсы были правильной формы (имели определенную крутизну заднего фронта), их подают на счетчик не непосредственно, а через формирователь, построенный на сопротивлениях, конденсаторах, логическом элементе ИЛИ — НЕ и элементе задержки. Если на клемму A формирователя подавать импульсы отрицательной полярности напряжением 12 В, имеющие пологий и криволинейный задний фронт, то на его выходе получатся импульсы с крутым и прямолинейным задним фронтом.

Эти импульсы, имеющие смысл логических единиц, поступают далее в счетчик, состоящий из последовательно соединенных триггеров. Перед подачей входных импульсов кратковременным сигналом на клемму C счетчик сбрасывается на нуль. При этом на выходе каждого триггера, обозначенном кружочком, появляется сигнал 1, а на выходе, не обозначенном кружочком и соединенном с другим триггером, появляется сигнал 0. Если теперь на вход счетчика подать первый импульс, то по его окончании на выходе первого триггера, обозначенном кружочком, появится 0, а на выходе, не обозначенном кружочком, 1. В результате счетчик будет содержать двоичное число 0 ... 001. Подача и окончание второго импульса приводят первый триггер в исходное состояние, но исчезновение сигнала 1 на его выходе, связанном с входом второго триггера, приводит последний в состояние, при котором на выходе с кружочком появляется 0, а на выходе без кружочка 1. В счетчике, таким образом, оказывается число 0 ... 010. Третий импульс заставляет первый триггер прийти в состояние, как и

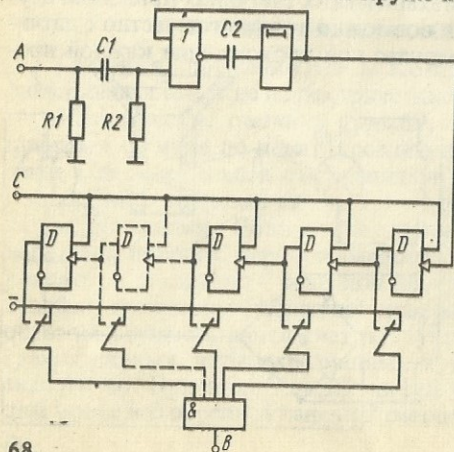


Рис. 71. Схема электрического счетчика

при подаче первого импульса, и в счетчике записывается число 0 ... 011. Далее счет производится аналогично.

Счетчики дают возможность контролировать технологическую надежность работы автомата, производить остановку или автоматическую подналадку технологического оборудования при недопустимом возрастании процента брака, а также автоматизировать статистический анализ контролируемых параметров деталей при многодиапазонной сортировке. Так, для контроля технологической надежности автомата применяют счетчик для определения числа деталей, попадающих за смену в отсек неопознанных деталей. Разделив это число на общее количество деталей, рассортированных автоматом за смену, получим величину, характеризующую вероятность ложного адресования детали.

Для остановки или подналадки оборудования следует установить счетчик числа бракованных деталей, снабженный дополнительными тумблерами и логическим элементом И (см. рис. 71). Коммутируя тумблеры в двоичном коде и задавая тем самым предельно допустимое число брака в смену, на выходе B элемента И легко получать сигнал о недопустимом возрастании брака, который далее можно использовать для остановки или подналадки оборудования (аналогично можно производить остановку КСА при возрастании числа отказов).

Для автоматизации статистического анализа контролируемых параметров при многодиапазонной сортировке достаточно снабдить двоичными счетчиками все отсеки, соответствующие различным группам сортировки по одному параметру, затем, последовательно записывая показания счетчиков, сформировать из них комбинацию табулированно-блочного статистического кода и далее обрабатывать ее как своеобразную математическую модель гистограммы распределения вероятностей контролируемого параметра.

ГЛАВА VII

МЕТОДЫ И УСТРОЙСТВА НАСТРОЙКИ И ПОДНАСТРОЙКИ АВТОМАТОВ

КРИТЕРИИ НАСТРОЕННОСТИ АВТОМАТОВ

Основной целью настройки КСА является обеспечение минимальной вероятности ложного адресования сортируемых деталей. При настройке большинства автоматов этого можно достичь главным образом путем изменения настройки $D-K$. Поэтому критериями настроенности автоматов в практике принято считать критерии настроенности датчиков. Поскольку всякий $D-K$ содержит измерительный преобразователь и пороговые элементы, то существуют критерии настроенности тех и других. Критерием настроенности измерительного преобразователя служит величина ΔX_0 — среднее смещение фактического начала отсчета преобразователя от требуемого значения, и определяемая путем n -кратного измерения детали, у которой значение контролируемого параметра равно нулю (эталонной детали), либо n -кратной постановкой измерительного преобразователя на арретир (жесткий упор и т.п.). Зная ΔX_0 , путем регулировки настроечных элементов преобразователя сводят смещение начала отсчета к нулю или к какому-либо другому заданному значению.

Критериями настроенности пороговых элементов датчика служат величины m_n , R и K . Первая из них называется статистическим критерием зна-

ков, а вторая и третья — критериями числа и длины серий. Рассмотрим критерий знаков. Пусть имеется числовая последовательность

110100011100110,

(1)

где единицы соответствуют значениям сигнала измерительного преобразователя, превышающим некоторое пороговое значение, а нули — не превышающим это значение. Если нули и единицы входят в последовательность примерно одинаковое число раз, то можно предполагать, что их появление равновероятно. Для проверки этого предположения при каждом определенном количестве n цифр в последовательности служит наименьшее из чисел нулей и единиц (в последовательности (1) оно равно семи). Это число и называют критерием знаков m_n . Сравнивая m_n с определенным допустимым значением m'_n , в случае $m_n > m'_n$ считают, что нули и единицы в рассматриваемой числовой последовательности равновероятны, в случае же $m_n \leq m'_n$ такое утверждение отвергают.

В основу проверки настроенности пороговых элементов датчика с помощью критерия знаков положено то обстоятельство, что при контроле эталонной детали, имеющей значение контролируемого параметра, в точности равное требуемому порогу срабатывания порогового элемента, последний, если он настроен правильно, должен срабатывать или не срабатывать с равными вероятностями. Если же он настроен неправильно, то вероятности срабатывания и несрабатывания равными быть не должны. В связи с этим при проверке настроенности каждого порогового элемента производят n -кратный контроль соответствующей эталонной детали, получают последовательность из n нулей и единиц, где нули обозначают несрабатывание порогового элемента, а единицы срабатывания и располагаются в порядке появления, определяют значение критерия m_n и сравнивают его с m'_n . Величину m'_n при этом находят в зависимости от n по таблицам. В частности, при $n = 80-90$ m'_n принимают равным 30-35. Благодаря простоте проверка по критерию знаков получила широкое распространение в практике настройки контрольных автоматов. Однако она имеет и существенный недостаток.

Пороговый элемент считают настроенным и пригодным к эксплуатации, если сигналы 0 или 1, возникающие на его выходе в процессе проверки, не только равновероятны в каждом цикле, но и независимы друг от друга. Позволяя проверить первое, критерий знаков не позволяет проверить второе.

Этого недостатка лишены критерии числа R и длины K серий. Они позволяют выявить случаи, когда символы, входящие в числовую последовательность, полученную при проверке порогового элемента, не являются независимыми, например, при склонности к залипанию контактов в электроконтактных датчиках или смещениях настройки пороговых элементов в процессе проверки из-за отсутствия или неисправности фиксаторов настройки и т.п.

При использовании критериев числа и длины серий под серией понимают участки последовательности, образованной из n нулей и единиц, в процессе проверки порогового элемента, состоящие только из нулей или только из единиц. При этом длиной серии называют количество нулей или единиц в ней, числом серий — их количество в последовательности, а критериями R и K считают, соответственно, наибольшую длину серий и число серий. Так, последовательность (1) содержит серии 11, 0, 1, 000, 111 и т.д. и для нее $R = 8$, $K = 3$, а последовательность 111100011 содержит серии 1111, 000 и 11 и имеет $R = 3$, $K = 4$. Если R превышает некоторое допустимое значение R' , а K меньше аналогичного допустимого значения K' , то результаты проверки, образующие последовательность нулей и единиц на выходе дат-

чика, считают независимыми друг от друга, а пороговый элемент настроенным верно и работающим нормально. Если R не превышает R' , либо K превышает K' или равно ему, либо одновременно имеет место то и другое, пороговый элемент работающим нормально не считают. Выбор R' и K' для проверки по критериям числа и длины серий производят аналогично выбору m'_n при проверке по критерию знаков.

АНАЛИЗАТОРЫ НАСТРОЙКИ Д-К

Рассмотренные критерии позволяют производить анализ настройки Д-К с применением автоматических устройств, называемых анализаторами настройки датчиков, предназначенных для ускорения и повышения надежности анализа. В зависимости от критерия, по которому производится проверка настроенности датчика, различают анализаторы трех типов: индикаторы среднего смещения начала отсчета измерительного преобразователя, анализаторы настройки пороговых элементов, работающие по критериям знаков, числа и длины серий.

Индикаторы среднего смещения начала отсчета измерительного преобразователя строятся обычно на основе индикаторов часового типа ИЧ-10 и миллиамперметров. Первые применяются тогда, когда выходной величиной измерительного преобразователя является линейное перемещение (электроконтактные и пневмоэлектродные датчики), а вторые тогда, когда указанная величина представляет собой электрический сигнал (механотронные и индуктивные датчики).

Кинематическая схема индикатора смещения начала отсчета, построенного на базе индикатора ИЧ-10, показана на рис. 72. Она состоит из механизма измерения и регистрации перемещений (измерительный стержень 1 с системой передачи 3, триб 2, жестко закрепленный на центральной оси, и стрелка 9 для отсчета перемещения на шкале 8), механизма вычисления ΔX_0 , в который входит сумматор, состоящий из храпового колеса 6, рычага 5 и собачки 4, делитель из трибов 11, 15 и зубчатых колес 12, 16 и регистратор значений ΔX_0 (стрелка 7), и механизма возврата стрелки 7 в исходное положение (зубчатая втулка 14, поводок 13 и ободок 10).

Для определения ΔX_0 индикатор вставляют в гнездо Д-К так, чтобы измерительный шток индикатора упирался в измерительный шток датчика. С помощью механизмов возврата устанавливают стрелку 7 на деление X_0 шкалы 8, соответствующее требуемому началу отсчета преобразователя, а затем проверяемым датчиком производят измерение эталонной детали или ставят его на арретир. При каждом измерении стержень 1 через систему передач поворачивает триб 2 и стрелку 9, которая на шкале 8 показывает действительное перемещение стержня 1. Пропорционально этому перемещению поворачивается рычаг 5, собачка 4 и храповое колесо 6, выполняющее роль сумматора и передатчика движения на делительный механизм. Делительный механизм имеет общее передаточное отношение, обеспечивающее

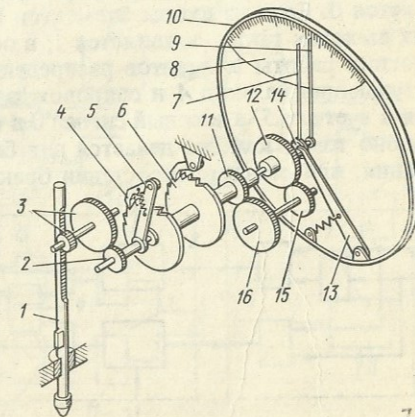


Рис. 72. Кинематическая схема индикатора смещения начала отсчета измерительного преобразователя

Пусть требуемое значение X_0 достигается вновь поворотом ободка 10. Начальное значение преобразователя $X_0 = 0$, а фактическое — $\Delta X_0 = 5$ мкм, причем индикатор устроен так, что определяет ΔX_0 за $n = 5$ измерений. Тогда перед измерением стрелку 7 устанавливают на нулевое деление шкалы 8 и под шток датчика 5 раз вводят эталонную деталь. Допустим, после первого измерения X_{0i} оказалось равно 4 мкм, после второго 6 мкм, после третьего 5 мкм, после четвертого 4,5 мкм, а после пятого 5,5 мкм. Тогда после первого измерения стрелка 7 на шкале 8 будет отклоняться от нуля на $4/5$ мкм, после второго на $4/5 + 6/5 = 2$ мкм, после третьего на $2 + 5/5 = 3$ мкм, после четвертого на $3 + 4,5/5 = 3,9$ мкм, а после пятого на $3,9 + 5,5/5 = 5$ мкм. Последнее значение и есть ΔX_0 .

Индикаторы смещения начала отсчета, построенные на базе миллиамперметров, имеют аналогичную конструкцию с той лишь разницей, что входным элементом индикатора вместо измерительного стержня является зубчатое колесо, установленное на оси стрелки амперметра, а стрелка, отсчитывающая $\Delta\bar{X}_0$, имеет собственную шкалу. Это позволяет выполнять вычислительный механизм индикатора автономным и конструктивно оформить его в виде приставки к универсальным электроизмерительным приборам. Анализаторы настройки пороговых элементов делают обычно электрическими.

Анализаторы, работающие по критерию знаков (рис. 73), содержат два электрических блока: I — распределитель единичных и нулевых входных сигналов, II — счетно-аналитический. Блок I собран из трех логических элементов: одного инвертора I и двух элементов И 2, 6; а блок II — из двух счетчиков 3, 5 и одного элемента И 4.

Для проверки настроенности порогового элемента вход A анализатора подключают к выходу порогового элемента, а вход B — к командоаппарату автомата. При каждом измерении эталонной детали пороговый элемент выдает сигнал 0 или 1, а командоаппарат сопровождающие их тактовые импульсы 1. При подаче сигнала 0 на вход инвертора 1 на его выходе появляется сигнал 1 и, наоборот, при приходе на вход сигнала 1 на выходе появляется 0. Если на входы элементов И 2, 6 подается по два сигнала 1, то на их выходах также появляется 1, в остальных случаях на них будет 0. Такая логика работы элементов распределителя заставляет каждый сигнал 1, поступающий на вход A и сопровождаемый тактовым импульсом передаваться в счетчик 5, а каждый сигнал 0 в счетчик 3. В счетчики через входы C подобно тому, как это делается для блокировки технологического оборудования, при резком возрастании брака, вводятся числа, ограничивающие их

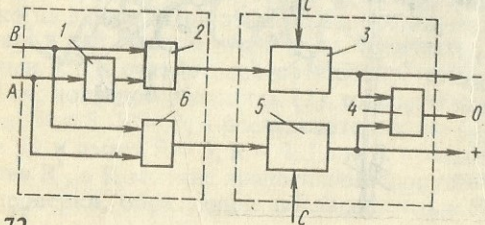


Рис. 73. Схема анализатора, работающего по критерию знаков

Анализаторы, работающие по критериям числа и длины серий, бывают с вводом допустимых значений R' и K' вручную (работающие по фиксированным R' и K') и с автоматическим выбором этих значений. Схема первого вида анализаторов показана на рис. 74. [А.с. № 616614 (СССР)]. Она включает распределитель 1 единичных и нулевых входных сигналов, выходы которого соединены со входами счетчиков 2 и 10, связанных с выходом анализатора через запоминающие триггеры 3 и 4, счетчик 7, соединенный с выходом устройства через запоминающий триггер 6, триггеры 12 и 13, разноименные входы которых соединены с выходами распределителя 1, а выходы через одновибраторы 9, 11 и логическую схему ИЛИ 8 связаны с входом счетчика 7, а также шины, соединяющие вход счетчика 10 с каналом сброса счетчика 2, вход счетчика 2 с каналом сброса счетчика 10 и выходы триггеров 3, 4, 6 со схемой ИЛИ 5. При использовании анализатора по выбранному n определяют значения R' и K' . Затем через входы C вводят в счетчики 2 и 10, а через вход $ДR'$ в счетчик 7, ограничивая тем самым емкость указанных счетчиков. После этого к входу A подключают настраиваемый пороговый элемент $Д-К$ и производят измерения соответствующей эталонной детали, сопровождая каждое измерение подачей тактового импульса на вход B .

Перед началом работы элементы схемы находятся в состояниях, показанных на рисунке. При подаче входного сигнала на вход *A* и тактового импульса на вход *B* распределитель *1* направляет входной сигнал, если это единица, в счетчик *2* и подает импульс на сброс счетчика *10*. Если входным сигналом является ноль, то распределитель *1* направляет его в счетчик *10* и подает импульс на сброс счетчика *2*. Одновременно с этим импульсом, поступающие в счетчики *2* и *10*, подаются также на триггеры *12* и *13*. При подаче первого импульса некоторой серии, например, соответствующей единичным входным сигналам, триггер *12* перебрасывается и на вход одновибратора *9*

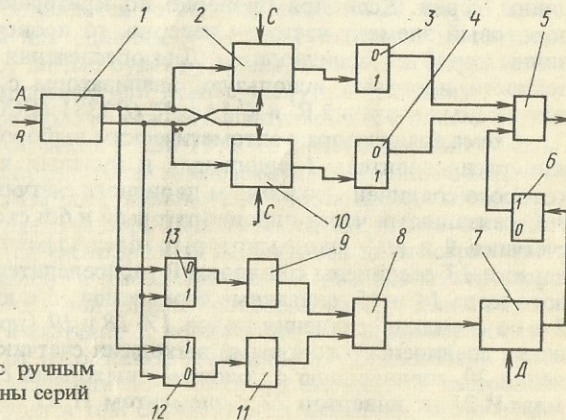


Рис. 74. Схема анализатора с ручным вводом критериев числа и длины серий

подается сигнал 1. В то же время триггер 13 устанавливается в состояние, когда на вход одновибратора 11 подается 0. Подача второго и последующего импульсов этой же серии на триггеры 12 и 13 их состояние не изменяет. Если же на триггеры подается первый импульс некоторой серии, соответствующей нулевым входным сигналам, то триггеры 12 и 13 срабатывают наоборот — триггер 13 подает на вход одновибратора 11 сигнал 1, а триггер 12 подает на вход одновибратора 11 сигнал 0. Подача второго и последующего импульсов из этой же серии в состояние триггеров 12 и 13 не меняет.

Появление сигналов 1 на входах одновибраторов 9 или 11 сопровождается появлением одиночных импульсов на их выходах (при появлении сигналов 0 на входах одновибраторы импульсы не выдают). Эти импульсы через схему ИЛИ 8 подаются в счетчик 7. Таким образом, при появлении каждой серии нулей или единиц в последовательности сигналов, формируемых проверяемым пороговым элементом, на вход счетчика 7 поступает импульс. В результате, счетчики 2 и 10 подсчитывают длину каждой серии, а счетчик 7 — число серий. Если счетчики в ходе проверки не переполнились, на их выходах сигналы равны нулю, на выходах триггеров 3 и 4 — также равны нулю, на выходе триггера 6 сигнал равен единице и на выходе схемы ИЛИ 5 также равен единице. Если число серий превышает допустимое значение, а длина серий нет, то на выходе схемы 5 сигнал исчезает, что свидетельствует о неправильной настройке и работе порогового элемента. Если длина серий превышает допустимое значение либо число серий их не превышает, то сигнал на выходе схемы 5 сохраняется и пороговый элемент настроен неверно. Можно полагать, что настройка смещена в положительную сторону при переполнении счетчика 2 и в отрицательную при переполнении счетчика 10.

Вводя допустимые значения числа и длины серий в анализатор вручную, их обычно определяют следующим образом. Вначале по выбранному n находят допустимое значение m'_n . Затем принимают $|m'_n|$ за n_0 , а $|n - m'_n|$ за n_1 . Далее по n_0 и n_1 определяют допустимые значения R' и K' .

Для повышения достоверности проверки настроенности и работоспособности пороговых элементов иногда используют анализатор, работающий по критериям числа и длины серий совместно с анализатором, работающим по критерию знаков. В этом случае вначале также выбирают n , затем находят m'_n , далее принимают $n_0 = n_1 = n/2$ и определяют R' и K' . Если анализатор, работающий по критерию знаков, выдает сигнал о том, что пороговый элемент настроен верно, то производится проверка по критериям числа и длины серий. Если при проверке по критерию знаков оказывается, что пороговый элемент настроен неверно, то проверка по критериям числа и длины серий не производится. Для обеспечения еще более высокой достоверности проверки используют анализаторы с автоматическим выбором допустимых значений R' и K' [А.с. № 693381 (СССР)].

Схема анализатора с автоматическим выбором R' и K' (рис. 75) содержит распределитель 1 единичных и нулевых входных сигналов, вход А которого соединен со входом двоичного счетчика 2, а выход с триггерами 3 и 4, связанными через одновибраторы 5 и 6 и схему ИЛИ 7 со счетчиком 8; счетчики 9 и 10, входы которых через элементы И 11 и 12 и элемент задержки 13 соединены со входом В распределителя; преобразователи двоичного кода 14 и 15, связанные через ключ 16 с кодовыми выходами счетчика 2 и со схемами сравнения кодов 17, 18 и 19 (другие входы этих схем сравнения соединены с кодовыми выходами счетчиков 8, 9 и 10); схему сравнения 20, соединенную с кодовыми выходами счетчиков 9 и 10 и через элемент И 21 и инвертор 22 с элементом И 23 связанную со сбросами этих

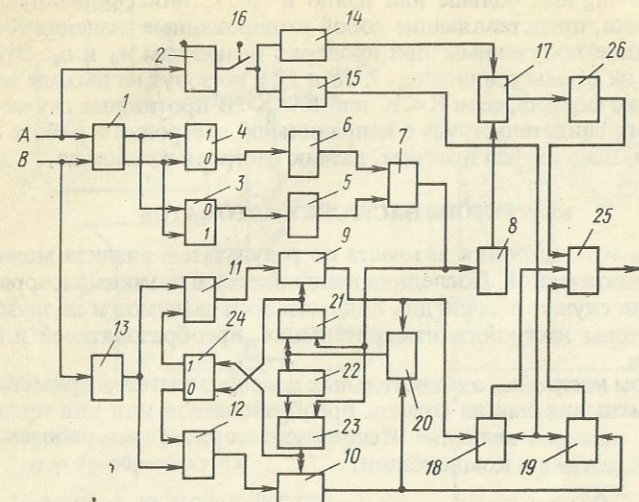


Рис. 75. Схема анализатора с автоматическим выбором критериев числа и длины серии счетчиков; триггер 24, элемент ИЛИ 25 и инвертор 26. Сигналы от проверяемого порогового элемента подаются на вход А распределителя, а на вход В поступают тактовые импульсы. Единичные импульсы, поступающие на вход А, подсчитываются счетчиком 2 и запоминаются им. К концу проверки, когда на вход А уже подано n сигналов порогового элемента, в счетчике 2 записано число n_1 , равное количеству единиц в последовательности из n сигналов. Одновременно с подачей сигналов на входы распределителя счетчик 8 подсчитывает в последовательности из n сигналов число серий нулей и единиц. Это осуществляется так же, как в ранее рассмотренном анализаторе, с помощью устройств 3, 4, 5, 6, 7.

Если триггер 24 находится в состоянии, показанном на рисунке, то тактовые импульсы с выхода В распределителя проходят в счетчик 9 и накапливаются в нем до тех пор, пока триггер не перебросится. Если триггер 24 находится в противоположном состоянии, то импульсы накапливаются в счетчике 10. Переброс триггера 24 происходит по команде от элементов 21 и 23. Последние же выдают сигнал в том случае, когда поступает импульс в счетчик 8, причем команда появляется на выходе элемента 21 или 23 в зависимости от того, нулевой или единичный сигнал существует на выходе схемы сравнения 20. Но этот сигнал будет нулевым, если в счетчике 9 записано двоичное число, превышающее или равное числу, записанному в счетчике 10. В связи с этим при подаче каждого импульса в счетчик 8 будет происходить сброс того из счетчиков 9 или 10, в котором содержится меньшее число, а триггер будет направлять тактовые импульсы в очищенный счетчик. В результате после анализа всей последовательности из n входных сигналов, формируемых проверяемым пороговым элементом, либо в счетчике 9, либо в счетчике 10 окажется число, равное наибольшей длине серии единичных или нулевых сигналов в рассматриваемой последовательности.

Если после окончания всех описанных процессов нажать ключ 16, то двоичное число, записанное в счетчике 2, поступит на входы преобразователей 14 и 15. В зависимости от того, какое это число, преобразователи либо выдают сигнал об отрицательно или положительно смещенной настройке порогового элемента (это будет в том случае, когда указанное число мень-

ше или равно m'_n или больше или равно $n - m'_n$), либо сформируют двойные комбинации, представляющие собой кодированные значения K' и K , соответствующие полученным при проверке величинам p_0 и p_1 . Эти значения поступят на схемы сравнения 17, 18 и 19 и вызовут на выходе элемента 25 исчезновение сигнала, если $R \leq R'$ или $K \geq K'$. В противном случае сигнал не исчезнет, что свидетельствует о неправильной настройке и работе порогового элемента. Если сигнал исчезнет, датчик настроен правильно.

КОРРЕКТОРЫ НАСТРОЙКИ АВТОМАТОВ

Настройка и подстройка автомата по результатам анализа может быть ручной и автоматической. Последняя выполняется с помощью корректоров настройки. Они служат обычно для поднастройки датчиков и подразделяются на корректоры настройки измерительных преобразователей и пороговых элементов.

Корректоры настройки измерительных преобразователей применяют для устранения смещения начала отсчета преобразователя или для приведения его к заранее заданной величине. Используют корректоры, работающие по принципу определения и компенсации:

$$\Delta X_0 = X'_0 - X_0,$$

где X_0 — требуемое значение начала отсчета измерительного преобразователя, а X'_0 — фактическое значение начала отсчета, полученное при однократном измерении эталонной детали. В наиболее простых корректорах такого типа с выхода измерительного преобразователя снимается электрический сигнал (как, например, в индуктивных и механотронных датчиках). Измерительный преобразователь датчика 8 (рис. 76) непосредственно или через усилитель включается в мостовую схему. Сюда же включается и задатчик 1, с помощью которого устанавливается требуемое X_0 . После подачи механизмом 6 эталонной детали 7 под щуп датчика в мостовой схеме возникает разбаланс, и двигатель 3, включенный в диагональ моста через усилитель 2, начнет вращаться. Его вращение с помощью механизмов 4 и 5 преобразуется в перемещение подвеса датчика относительно опоры, которое происходит до того момента, когда восстановится равновесие мостовой схемы, компенсируя смещение настройки измерительного преобразователя.

В некоторых случаях компенсация смещения начала отсчета преобразователя производится путем изменения сопротивления выходной электрической цепи его преобразователя, для чего в схему включают специальное регулировочное сопротивление с ползуном, перемещаемым аналогично подвесу датчика.

Если с выхода преобразователя снимается неэлектрический сигнал (механическое перемещение), то корректоры настройки преобразователей получаются сложнее, так как требуются дополнительные преобразователи неэлектрического сигнала в электрический. Такие преобразователи подобно анализаторам настройки, определяющим ΔX_0 , могут быть построены на базе индикатора ИЧ-10, для чего его шкалу снабжают потенциометрической катушкой, а стрелку используют как подвижный контакт. Чтобы трение стрелки о катушку не вызывало погрешностей преобразования, она прижимается к катушке только в момент снятия сигнала специальным электромагнитом, управляемым командоаппаратом автомата.

Корректоры настройки пороговых элементов представляют собой импульсные устройства, которые за каждый рабочий цикл изменяют настройку порога срабатывания порогового элемента на величину, соответствующую одному импульсу.

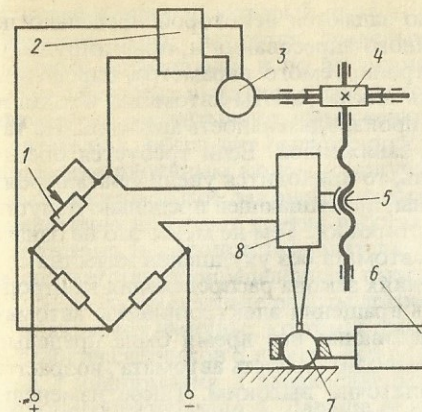


Рис. 76. Корректор настройки измерительного преобразователя

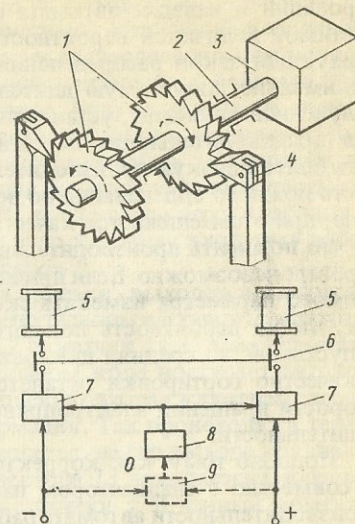


Рис. 77. Корректор настройки порого-
вых элементов

Корректоры подключаются к выходам анализаторов настройки, в связи с чем всякий корректор состоит из механизма коррекции и блока сопряжения этого механизма с анализатором. Механизм коррекции представляет собой двуденный храповый механизм с электромагнитным приводом (рис. 77). Он имеет два храповых колеса 1, установленных на валу 2, с противоположными направлениями зубьев и два электромагнита 5, якоря которых снабжены собачками 4. Конструкция блока сопряжения зависит от типа анализатора. Если корректор работает совместно с анализатором (см. рис. 73), то блок сопряжения должен включать один инвертор 8 и два логических элемента И 7, если с анализатором (см. рис. 74), то дополнительно требуется еще один элемент И 9, если с анализатором (см. рис. 75), то элементы 7-9 не требуются.

Принцип действия корректора состоит в том, что в зависимости от направления смещения порога срабатывания порогового элемента от требуемого значения на одном из выходов блока сопряжения появляется сигнал. Этот сигнал ключом 6, управляемым, например, командоаппаратом, пропускается на тот или иной электромагнит 5. В результате вал 2 поворачивается на один шаг в ту или иную сторону вместе с регулятором 3 настройки порога срабатывания. Регулятором может служить настроенный винт, ползун переменного сопротивления и т.п. Угол поворота определяется длиной хода якоря электромагнита или числом срабатываний ключа 6. Наряду с рассмотренными устройствами коррекцию настройки КСА можно осуществлять и путем коррекции их производительности.

Корректоры производительности автоматов предназначены для автоматического изменения длины рабочего цикла автомата путем изменения скорости вращения распределительного вала. В основу их работы положен принцип стабилизации вероятности ложного адресования сортируемых деталей.

Вероятность ложного адресования зависит от целого ряда факторов и в том числе от закона распределения вероятности (статистических характеристик) параметра, контролируемого автоматом, и длительности цикла работы автомата. Для обеспечения высокого качества сортировки при проек-

тировании и наладке автомата обычно задаются некоторой предельно допустимой величиной вероятности ложного адресования и, ориентируясь на **наихудший** закон распределения контролируемого параметра, определяют минимально допустимую длительность цикла работы автомата; исходя из полученной величины, устанавливают производительность автомата. Но такая производительность оказывается заниженной. Если требуется обеспечить более высокую производительность, то приходится увеличивать вероятность ложного адресования до величины, превышающей предельно допустимую, при этом снижается качество сортировки. Тем не менее это не означает, что повысить производительность автомата без ухудшения качества сортировки невозможно. Если при изменении закона распределения контролируемого параметра изменять скорость вращения электропривода автомата так, чтобы вероятность ложного адресования все время была предельно допустимой, то средняя цикловая производительность автомата возрастет, а качество сортировки останется достаточно высоким. Такое изменение скорости вращения электропривода и осуществляется корректором производительности.

Подобно тому, как корректор настройки пороговых элементов работает совместно с анализатором настройки пороговых элементов, корректор производительности автомата работает совместно с анализатором стационарности потока значений контролируемого параметра. Совокупность этих двух устройств образует своеобразную систему адаптации автомата к внешним условиям, показанную на рис. 78 [А.с. № 593756 (СССР)].

В общем случае система содержит дешифратор 1, входы которого подключают к выходам измерительно-кодирующего преобразователя автомата или Д-К, а выходы через ключевую схему, собранную на логических элементах И 2, соединены с двоичными счетчиками 3. Устройства 1-3 совместно с логической схемой ИЛИ 12, счетчиком 11 и инвертором 13 представляют собой анализатор стационарности потока. Кодовые выходы счетчиков 3 через кодопреобразователь 4, еще одну ключевую схему, собранную на логических элементах И 5, соединяется далее с запоминающими триггерами 6. Устройства 4-6 совместно с одновибратором 9 и преобразователем "код-напряжение" 7, подключенным к триггеру 6 и двигателю постоянного тока 8 привода распределительного вала автомата, образуют корректор производительности автомата.

Кодопреобразователь 4 строится следующим образом: задаются одним из возможных законов распределения контролируемого параметра и при определенном числе испытаний n и заданном числе интервалов сортировки рассчитывают частоты p_1, p_2, \dots различных значений этого параметра; каждую частоту кодируют равномерным естественным двоичным кодом и все кодовые комбинации записывают в одну строку, получая тем самым набор

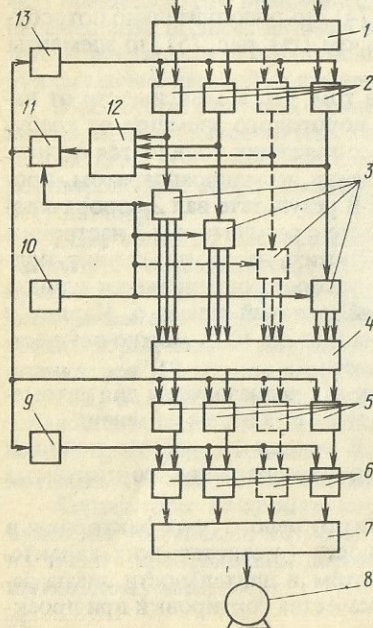


Рис. 78. Схема корректора производительности

А нулей и единиц, который является одной из комбинаций двоичного субблочного кода; задаются предельно допустимой величиной вероятности ложного адресования и по заданному закону распределения контролируемого параметра вычисляют соответствующую длительность рабочего цикла автомата; рассчитывают напряжение, которое, будучи подано на электродвигатель 8, обеспечит вычисленную длительность цикла; кодируют это напряжение двоичным кодом и получают некоторый набор B ; задаваясь другими возможными законами распределения контролируемого параметра, аналогично получают другие наборы A и B ; после этого строят таблицу соответствия и кодопреобразователь, у которого каждому входному набору A соответствует определенный выходной набор B .

При каждом цикле работы автомата на одном из выходов дешифратора 1 появляется импульс, который при непереполненном счетчике 11 проходит в один из счетчиков 3 и через схему ИЛИ 12 в счетчик 11. С выходов счетчиков 3 информация в параллельном субблочном коде поступает на входы кодопреобразователя 4. Далее ее не пропускает вторая ключевая схема. В триггерах 6 запомнена предыдущая информация. Так происходит в течение n циклов. После этого счетчик 11 переполняется, на его выходе появляется сигнал 1 (до этого был 0), на выходе инвертора 13 появляется 0 и элементы И 2 перестают пропускать импульсы в счетчики 3. В данный момент на выходах счетчиков 3 имеется набор A один из тех, которые соответствуют определенному закону распределения контролируемого параметра. Одновременно с этим сигнал переполнения счетчика 11 заставляет элементы И 5 пропускать от кодопреобразователя 4 к триггерам 6 кодовый набор B , являющийся результатом преобразования набора A . Импульс, поступающий от счетчика 11 через одновибратор 9, стирает из триггеров 6 предыдущую информацию. После этого кодовый набор B , поданный на триггеры 6, поступает от них на преобразователь 7 двоичного кода в напряжение, а последнее поступает на электропривод 8.

Скорость вращения двигателя и производительность автомата меняются в соответствии с изменением закона распределения контролируемого параметра. Через определенные интервалы времени командоаппарат или реле времени 10, соединенное с шинами сброса счетчиков 3 и 11, вернет эти счетчики в исходное состояние и перенастройка производительности произойдет в соответствии с новым законом распределения контролируемого параметра. Вероятность ложного адресования при этом все время остается равной предельно допустимой, что обеспечивает максимальную производительность автомата, а качество сортировки соответствует требуемому.

ГЛАВА VIII КОНСТРУКЦИИ КСА

АВТОМАТ ДЛЯ СОРТИРОВКИ ЗАГОТОВОК ПОРШНЕВЫХ ПАЛЬЦЕВ

Автомат предназначен для допускового контроля и сортировки по массе заготовок поршневых пальцев автомобильных двигателей. Он состоит из корпуса 1 (рис. 79), представляющего собой сварной каркас, закрытый кожухом; ориентирующего узла 2, выполненного в виде направляющей воронки и трубы; механизма транспортирования 3 [А.с. № 772947 (СССР)] с контрольным устройством, собранным на базе пневмоэлектростатического

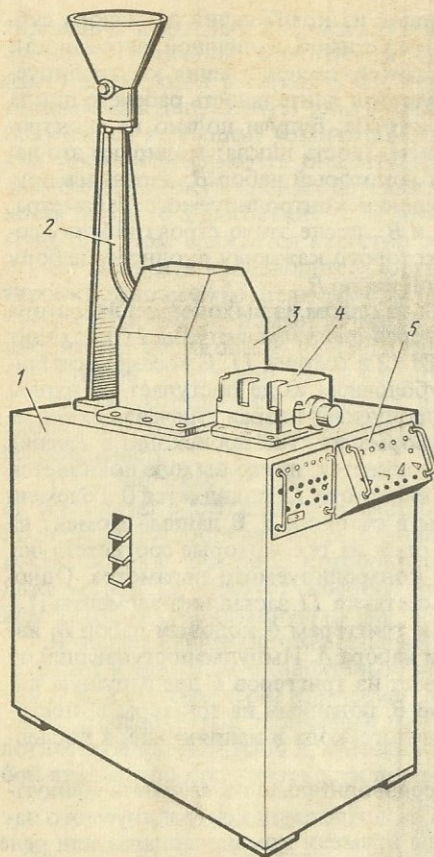


Рис. 79. Автомат для сортировки заготовок поршневых пальцев

датчика мод. 244 завода "Калибр", командоаппарата 4, кинематически соединенного с механизмом транспортирования; пульта управления 5, системы подготовки воздуха, блоков электроники, привода и механизма сортировки, установленных внутри корпуса.

Ориентирующий узел направляет заготовки, подлежащие контролю и сортировке, в транспортирующий механизм (рис. 80, а). С помощью отсекающего колеса 1 и транспортирующего диска 2, соединенных между собой цепной передачей и приводимых в движение шестипозиционным мальтийским механизмом, заготовки перемещаются на позицию контроля, а затем на позицию сортировки, где падают в отверстие 5. Контрольное устройство 6 производит взвешивание заготовок на коромысловых весах 4 (рис. 80, б), которые для повышения производительности автомата снабжены электромагнитным демпфером 3, и с помощью пневмощупа 2 преобразуют отклонение массы заготовки 1 от ее номинального значения в пневматический сигнал. Последний поступает на пневмоэлектроконтактный датчик,

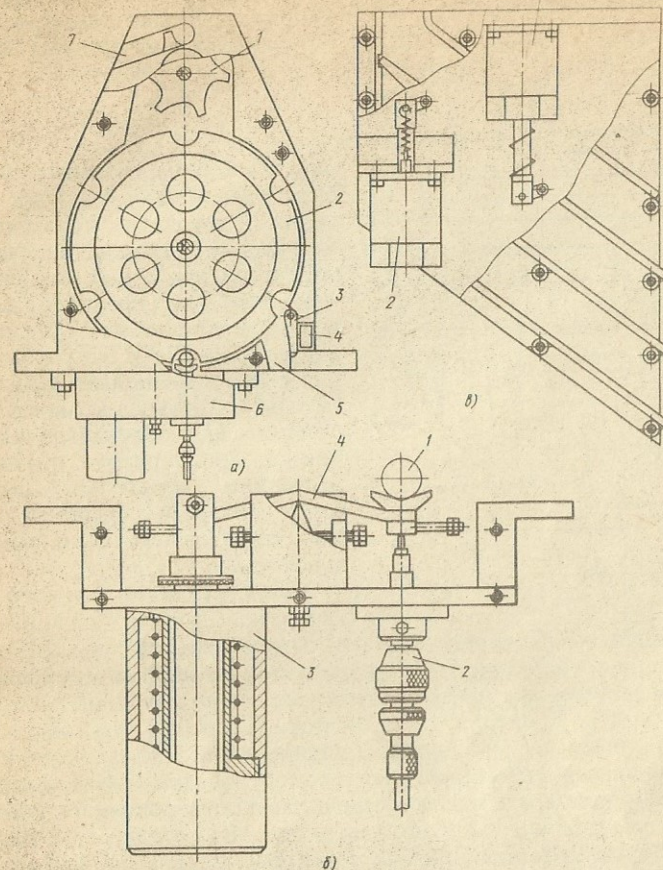


Рис. 80. Механизмы автомата для сортировки заготовок поршневых пальцев: а — транспортирования; б — контроля; в — сортировки

а затем в электросхему автомата и управляет сортировочным механизмом шахтного типа, расположенным под отверстием 5 (см. рис. 80, а). При срабатывании втяжного электромагнита 1 (рис. 80, в) этого механизма заготовка попадает в разряд годных, при срабатывании толкающего электромагнита 2 — в разряд исправимого брака, а в случае, если не срабатывает ни тот ни другой, в разряд неисправимого брака. Так происходит работа автомата, если заготовки имеют не слишком большую длину (превышающую расстояние между боковыми стенками транспортирующего механизма). Если длина слишком велика, то заготовки удаляются из автомата колесом 1 (см. рис. 80, а) через окно 7. Для этого зубья колеса 1 имеют профиль, скошенный в направлении, противоположном вращению колеса, а стенка механизма, со стороны которой производится загрузка заготовок, снабжена сквозным пазом, соединенным с окном 7 и наклоненным в направлении вращения колеса. Слишком длинная заготовка, опираясь одним концом на нижнюю поверхность паза, разворачивается концом вперед и выталкивается зубом отсекающего колеса.

Электросхема автомата построена на базе универсального комплекта контрольной аппаратуры "Допуск". Этот комплект предназначен для автоматов двухпредельного допускового контроля и сортировки деталей на "годные", "исправимый брак" и "неисправимый брак". Сигналы, несущие

контрольную информацию, от пороговых элементов Д-К 1 (рис. 81) через усилители 2 поступают в первое запоминающее устройство 3, которое обеспечивает хранение информации на время, несколько превышающее длину цикла контроля. Далее информация поступает во второе запоминающее устройство 4, связанное через блок коммутации 6 с исполнительными электромагнитами 7 и 8 сортировочного механизма автомата. Это устройство осуществляет хранение информации на время транспортирования детали от контрольной позиции до позиции сортировки и в период движения детали через сортировочный механизм. Согласование работы комплекта "Допуск" с работой автомата осуществляет командоаппарат 5, который в конце каждого цикла устанавливает запоминающее устройство 4 в исходное состояние, после чего выдает сигнал на передачу информации от запоминающего устройства 3 ко второму ЗУ, а первое подготавливает к новому циклу.

В комплекте также предусмотрена возможность автоматического определения правильности настройки пороговых элементов Д-К. Для этого

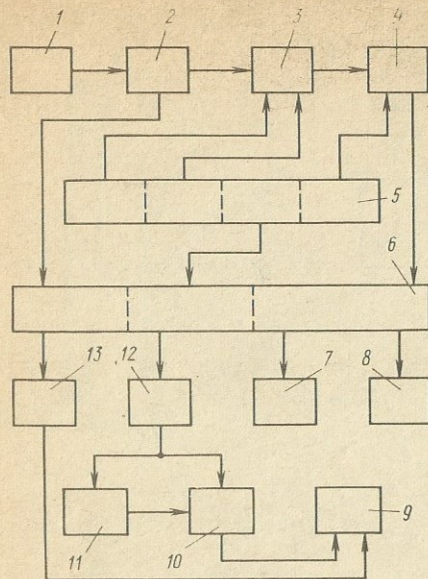


Рис. 81. Структурная схема универсального комплекта контрольной аппаратуры "Допуск"

один из выходов усилителя 2 через блок коммутации 6 и блок согласования 12 соединен с первым (информационным) входом анализатора 9 настройки пороговых элементов датчика, а другой (тактовый) вход анализатора через ключ 10, второй блок согласования 13 и блок коммутации 6 связан с командоаппаратом. Дополнительно к этому в комплект введен счетчик 11, определяющий число циклов при проверке правильности настройки пороговых элементов, вход которого соединен с блоком согласования 13, а выход — с ключом 10.

Конструктивно универсальный комплект "Допуск" выполнен в виде

пульта управления, на котором установлены тумблеры набора числа циклов, требуемого для проверки пороговых элементов, переключатели блока коммутации и индикаторные лампы, сигнализирующие о режиме работы комплекта ("Работа", "Проверка"), анализатора настройки пороговых элементов и счетно-запоминающего блока. Принципиальная схема последнего совместно с основными элементами электрооборудования пульта, контактами датчика, командоаппарата и электромагнитами сортировочного устройства автомата показана на рис. 82. Контакты датчика В13 соединены с транзисторами Т3 и Т4, на которых собраны усилители. Первое ЗУ собрано на тиристорах D26 и D27, а второе на тиристорах D24 и D25. Блок коммутации выполнен на переключателях В3 и В4, блоки согласования на логических элементах D1, D2, D16, D17 и транзисторе Т5, а счетчик циклов, требуемых для проверки настройки пороговых элементов (подвижных контактов) датчика, — на логических элементах D3—D15.

При работе автомата переключатели В3, В4 и В14 находятся в положении, показанном на схеме. Перед каждым циклом контроля включается контакт ВК5 командоаппарата, кинематически связанного с механизмом транспортирования, и подготавливает первое ЗУ к приему контрольной информации, выдаваемой контактами В13. Информация, записанная в первом ЗУ, передается во второе путем включения контактов командоаппарата ВК1 и ВК2. После срабатывания этих контактов ВК5 выключается и стирает информацию, запомненную тиристорами D26, D27, а после прохождения очередной заготовки поршневого пальца через сортировочное устройство автомата выключается и вновь включается контакт командоаппарата ВК3, стирая информацию, запомненную тиристорами D24, D25, и отключая электромагниты сортировочного механизма ЭМ1 и ЭМ2.

При проверке правильности настройки автомата переключатель В4 включают, переключатель В14 устанавливают в правое или левое положение в зависимости от того, настройка какого подвижного контакта датчика

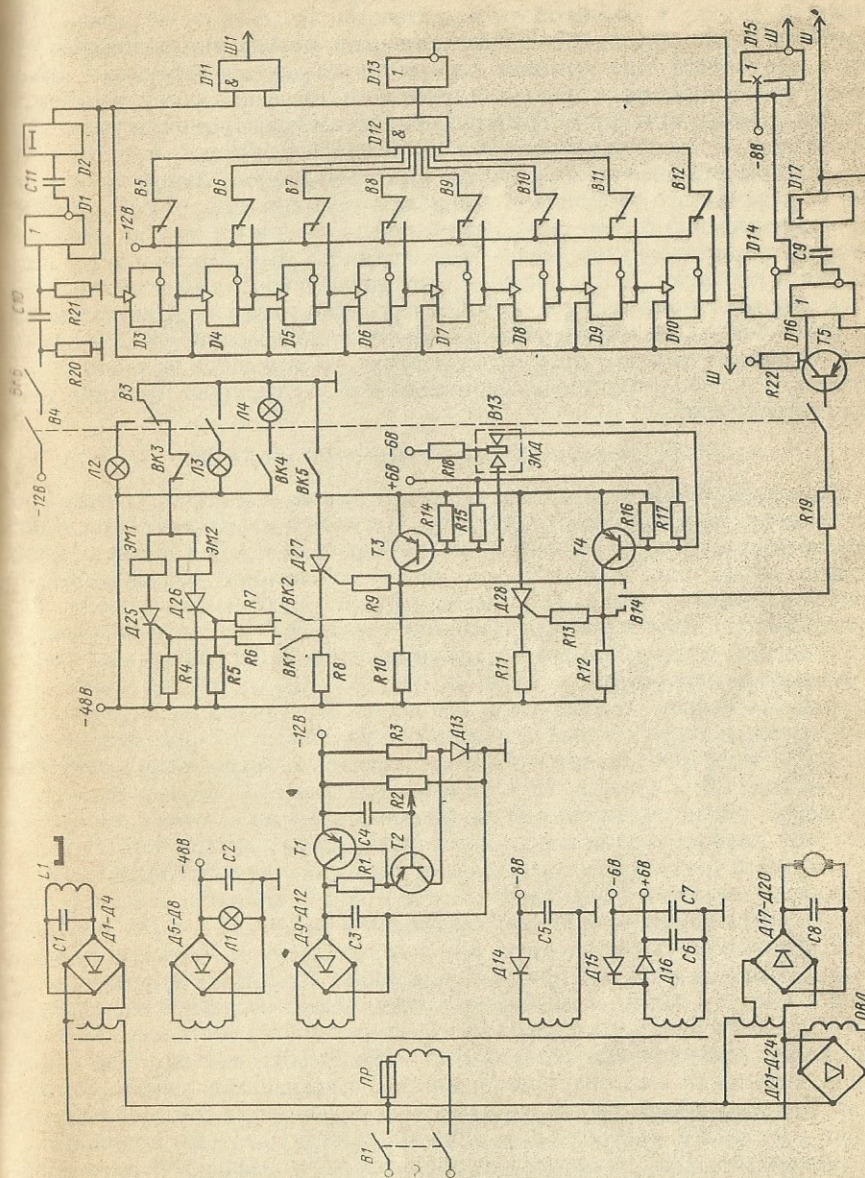


Рис. 82. Принципиальная электрическая схема автомата для сортировки заготовок поршневых пальцев

проверяется, а переключатель ВЗ устанавливают в верхнее положение. Последнее осуществляется с помощью специальной рукоятки, поворачивающей заслонку 3 (см. рис. 80, а) так, чтобы она не нажимала на конечный выключатель 4, а перекрывала входное отверстие канала 5, по которому детали поступают в сортировочный механизм. По сигналу от лампы Л4, управляемой контактом ВК4 командоаппарата, определяют положение отсекающего колеса, при котором должна производиться загрузка в механизм транспортирования эталонной заготовки, имеющей массу, соответствующую одному из порогов срабатывания пневмоэлектродатчика. Когда эта заготовка попадает на позицию контроля, контакт ВК5 командоаппарата обеспечивает подачу информационного импульса, а контакт ВК6 тактового импульса, в анализатор настройки пороговых элементов. Одновременно с этим тактовый импульс поступает в счетчик, емкость которого в двоичном коде задана тумблерами В5—В12. Производится первый цикл проверки. Когда эталонная заготовка попадает на позицию контроля вторично, производится еще один цикл проверки и т.д. При превышении числа циклов двоичного числа, заданного тумблерами В5—В12, в анализатор поступает импульс прекращения проверки и вывода на табло ее результата. Зная результат проверки, наладчик автомата производит коррекцию его настройки.

АВТОМАТЫ ДЛЯ СОРТИРОВКИ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Рассматриваемые ниже автоматы предназначены для использования при производстве прецизионных редукторов, где возникает задача обеспечения точного бокового зазора в зацеплении зубчатых колес. Эта задача обычно решается путем селективной сборки, для чего производят допусковый контроль и сортировку зубчатых колес на годные и брак по радиальному биению зубчатого венца и многодиапазонную сортировку по смещению исходного контура. Один из автоматов, предназначенный для сортировки колес по указанным параметрам, показан на рис. 83. Он состоит из корпуса 1, двухрядного цепного транспортера 2, в который загружаются контролируемые колеса, в сборе с осями контрольного устройства 7 с фотоэлектрическим Д-К 6 мод. ПФС, сортировочного устройства 9, аналогичного показанному на рис. 80, в отсеках 10 и трех блоков электрооборудования, один из которых (блок управления 8) смонтирован снаружи автомата, а два других (блок питания и блок переработки информации) внутри него. При работе автомата транспортер периодически перемещается с помощью временно включаемого электродвигателя и подает зубчатые колеса 3 под щуп 4 контрольного устройства, связанный с датчиком 6 через рычаг 5.

Контрольное устройство (рис. 84) содержит головку 4, настраиваемую по высоте маховиками 3, и два пневмоцилиндра 1, закрепленных неподвижно на стойках 7. Когда транспортер устанавливает очередное колесо под щуп 5, штоки 6 пневмоцилиндров по команде от блока управления автомата сходятся, приподнимают колесо и закрепляют его в центрах. Для повышения надежности этих операций штоки снабжены направляющими конусами 2. При дальнейшей работе автомата щуп опускается в каждую впадину колеса с помощью кулачкового механизма, смонтированного в головке 4. С помощью этого же механизма производится горизонтальное перемещение щупа, обеспечивающее поворот контролируемого колеса на один шаг. Положение щупа в каждой впадине колеса фиксируется Д-К, подающим сигналы в блок переработки информации.

Логическая схема этого блока (рис. 85) включает в себя реверсивный регистр сдвига 5, состоящий из ячеек Я1, Я2, ..., Яп, соединенных с шинами

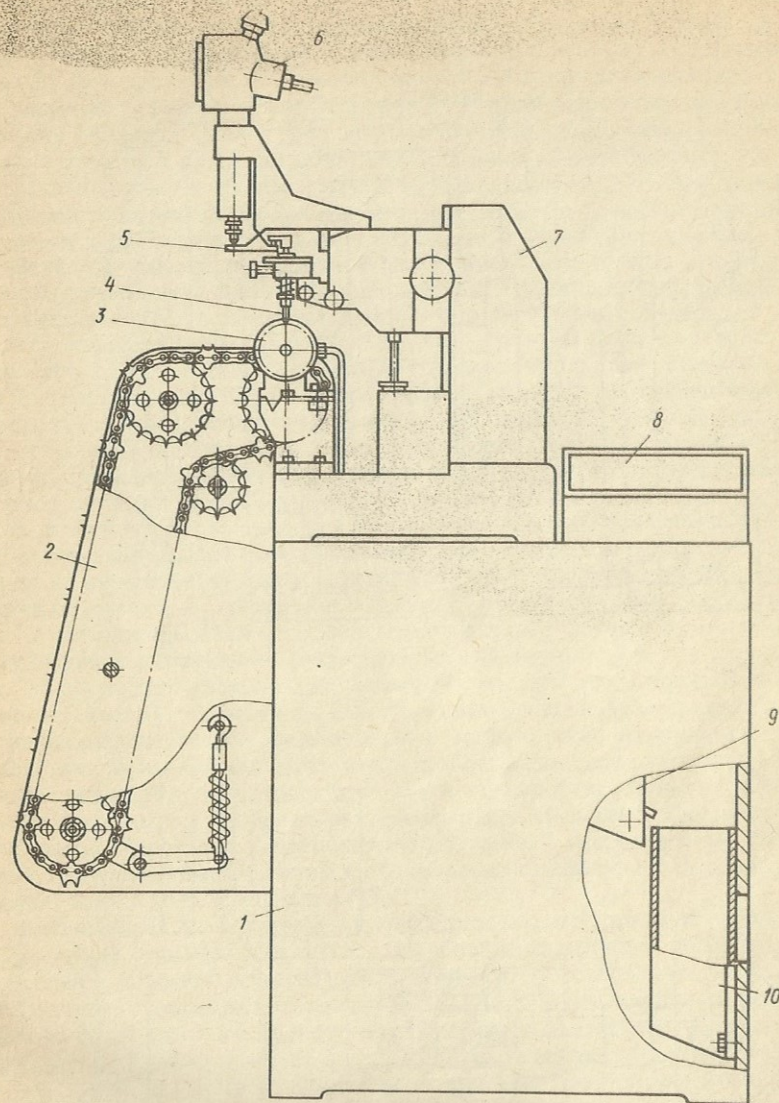


Рис. 83. Автомат для сортировки зубчатых колес с числом зубьев $z < 50$

левого (а) и правого (б) сдвига информации, неперевисные 9 и 16 и реверсивный 10 счетчики импульсов, схемы сравнения 12 и генератор импульсов 13. Кроме того, схема содержит переключающие триггеры 14 и 17, ключи 4, 8, 11, 15, 18, элемент задержки 19, датчик импульсов 20, инвертор 6 и блок умножения на два 7.

Перед включением автомата триггеры 14 и 17 устанавливают в состояние, показанное на рисунке, в т. схем 12 вводят двоичные числа, соответствующие границам интервалов Δ сортировки колес по смещению исходного

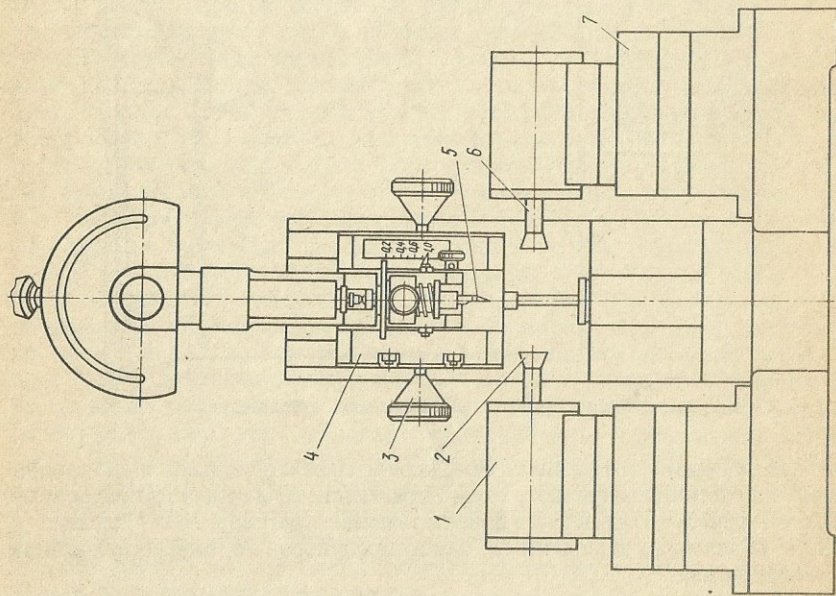


Рис. 84. Контрольное устройство для сортировки зубчатых колес с числом зубьев $z < 50$

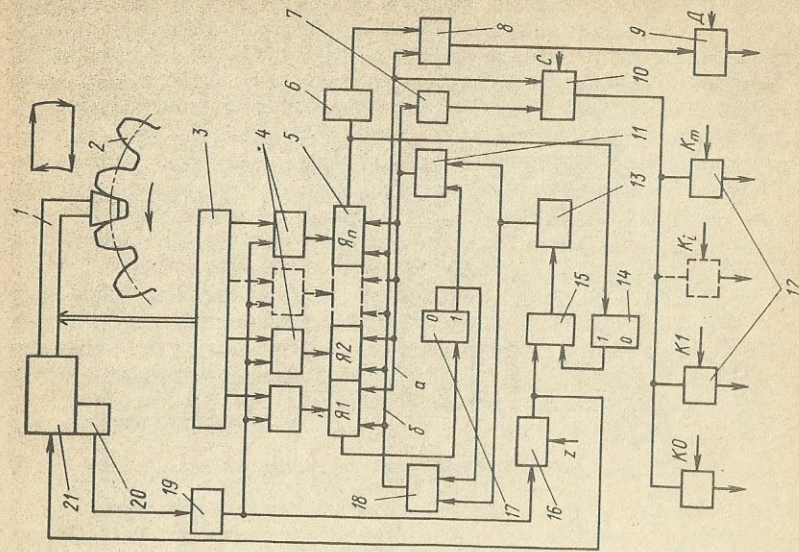


Рис. 85. Логическая схема блока переработки информации для сортировки зубчатых колес с числом зубьев $z < 50$

контура, в счетчике 9 вводят число D , соответствующее допуску на радиальное биение зубчатого венца колеса, в счетчик 10 — число $C > m\Delta$, а в счетчик 16 — число z , равное числу зубьев контролируемого колеса. Когда механизм 21 опускает шуп 1 во впадину колеса 2, на одном из выходов Д-К 3 появляется сигнал (логическая "единица"). По команде от датчика импульсов 20 эта "единица" записывается в соответствующую ячейку регистра 5. При этом в счетчик 16 также поступает "единица". После полного оборота колеса и z циклов измерения счетчик 16 переполняется и подает сигнал на выключение механизма 21. В это время в регистре 5 часть ячеек будет находиться в состоянии 1, а часть в состоянии 0. Положение середины расстояния между первой и последней из "единиц", записанных в регистре, будет соответствовать смещению исходного контура, имеющему место при изготовлении колес, а само расстояние — биению зубчатого венца.

Указанное расстояние и положение его середины контролируется при дальнейшей работе схемы следующим образом. Сигнал переполнения счетчика 16 одновременно с выключением механизма 21 включает генератор импульсов 13. Последний, подавая импульсы на шину a , сдвигает информацию, записанную в регистре, влево до заполнения ячейки $J1$. Удвоенное число импульсов сдвига влево, подаваемых на шину a , поступает на суммирующий вход счетчика 10. При заполнении ячейки $J1$ это поступление прекращается, и триггер 17 переключает подачу импульсов от генератора на шину b , обеспечивающую сдвиг информации вправо. Импульсы сдвига вправо поступают на вычитающий вход счетчика 10 и на вход счетчика 9. Как только заполнится ячейка Jn , генератор включится триггером 14 и сдвиг прекратится. В счетчике 10 окажется записанным число $C - d$, где d — величина, соответствующая удвоенному смещению исходного контура, а в счетчике 9 число D , соответствующее радиальному биению зубчатого венца. В зависимости от d число $C - d$, поступая на входы схем сравнения, заставляет сработать либо первую схему, либо первую и вторую, либо первую, вторую и третью схемы и т.д. Сигналы с выходов сработавших схем сравнения указывают на принадлежность колес к той или иной сортировочной группе по смещению исходного контура и включают те или иные электромагниты сортировочного устройства. Переполнение счетчика 9 указывает на годность колес по биению зубчатого венца и обеспечивает включение электромагнита рассортировки колес на годные и брак.

Описанный КСА эффективен в случае колес с относительно небольшим числом зубьев (до 50). Для колес с большим числом зубьев целесообразно использовать автомат, измерительная часть которого показана на рис. 86. Он в отличие от первого автомата содержит не один, а несколько шупов и обладают более высокой производительностью. Каждый шуп перемещается в нем своим механизмом 3 не по сложной траектории, состоящей из четырех элементов, как в предыдущем автомате, а по простой, совершая лишь возвратно-поступательное движение. При перемещении в направлении центра колеса 8 шуп, в частности (поз. 1), скользит по боковой поверхности зуба и поворачивает колесо на некоторый угол φ . Положение шупа измеряется Д-К 4. После короткого выстоя шупа 1 поднимается и одновременно с этим происходит опускание шупа 5. Последний поворачивает колесо еще на угол φ , заставляя соответствующим образом сработать Д-К 6 и также поднимается. Опускается шуп 7 и вновь поворачивает колесо и т.д.

Информация Д-К и тактирующих датчиков импульсов 2 в рассматриваемом автомате перерабатывается так же, как и в предыдущем, с той лишь разницей, что она предварительно пропускается через схемы ИЛИ. Указанные схемы время переработки информации не увеличивают, оставляя его

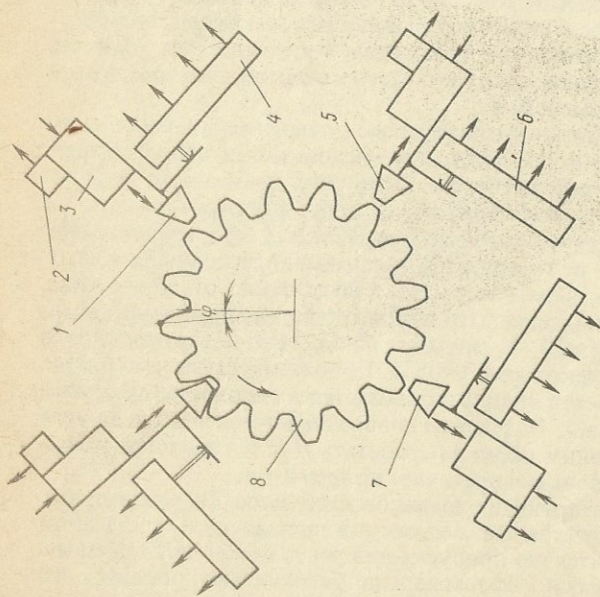


Рис. 86. Схема измерительной части автомата для сортировки зубчатых колес с числом зубьев $z > 50$

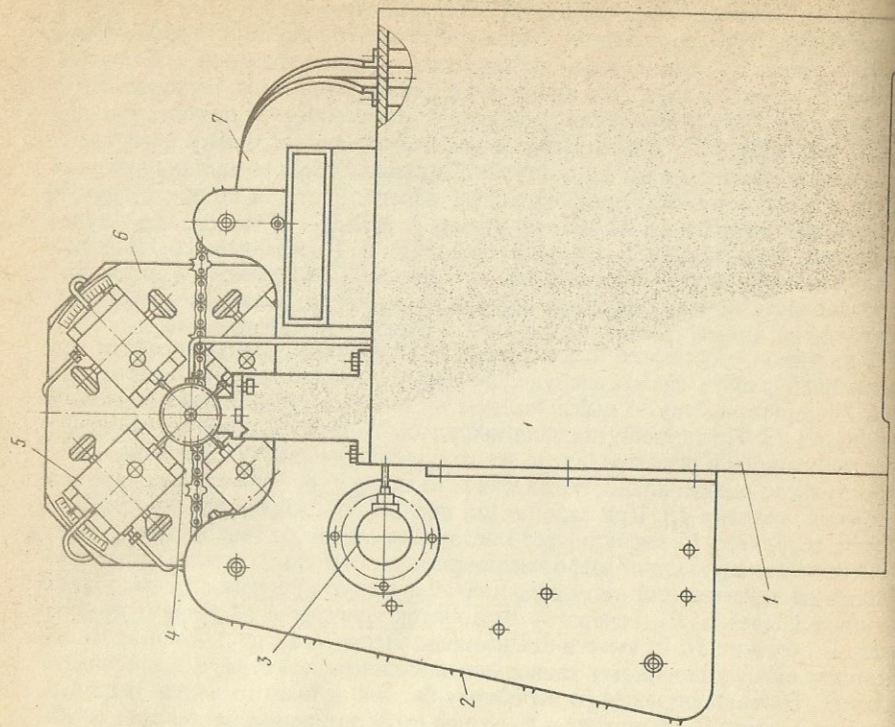


Рис. 87. Автомат для сортировки зубчатых колес с числом зубьев $z > 50$

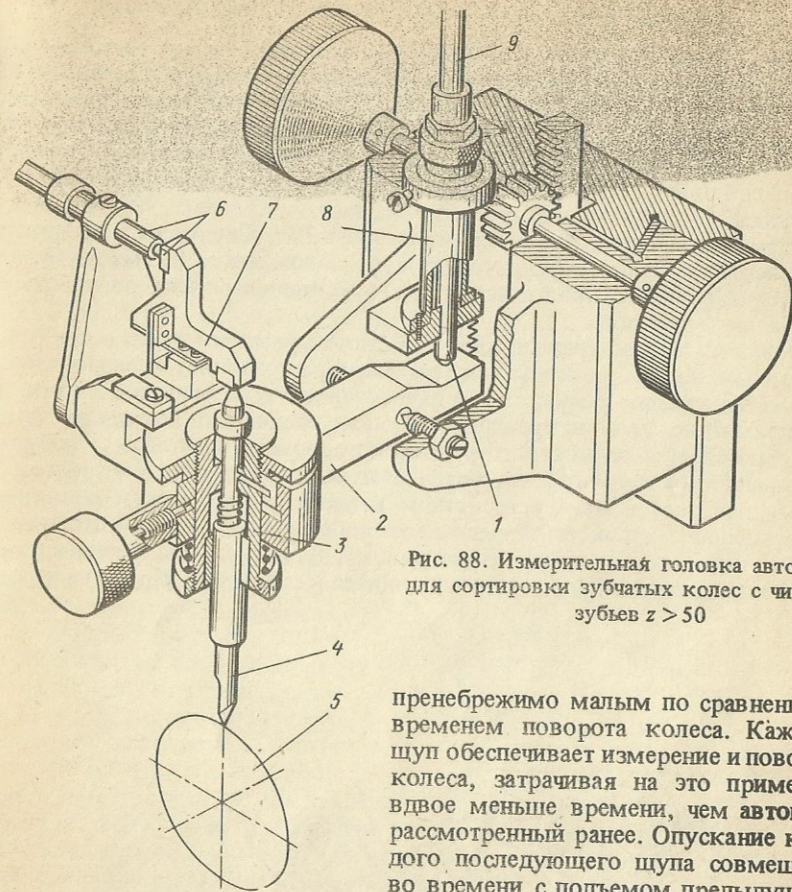


Рис. 88. Измерительная головка автомата для сортировки зубчатых колес с числом зубьев $z > 50$

пренебрежимо малым по сравнению с временем поворота колеса. Каждый щуп обеспечивает измерение и поворот колеса, затрачивая на это примерно вдвое меньше времени, чем автомат, рассмотренный ранее. Опускание каждого последующего щупа совмещено во времени с подъемом предыдущего щупа.

В связи с этим общие затраты времени на контроль колеса сокращаются почти в 4 раза. Тем не менее сложность данного автомата оказывается существенно выше, чем у предыдущего. Он состоит из корпуса 1 (рис. 87), двухрядного цепного транспортера 2, приводимого в движение от периодически включаемого электродвигателя 3, контрольного устройства 6, однако контрольное устройство у него намного сложнее. Вместо одной оно содержит четыре головки 5 и командоаппарат с гидравлическими передаточными механизмами. С помощью командоаппарата производят попеременный подъем и опускание щупов, а также отвод щупов во время перемещения колеса 4 на позицию контроля и оттуда на позицию сортировки к лотку 7. Подъем, опускание и отвод щупов производится в плоскости, перпендикулярной плоскости колеса 5 (рис. 88), и обеспечивается за счет установки щупа 4 во втулке 3, закрепленной на поворотном кронштейне 2. Измерительные перемещения щупа через двухплечий рычаг 7, установленный на плоскопружинном подвесе, передаются пневматическому элементу сопл-заслонка 6, а от него пневмофотоэлектрическому Д-К. Установочные перемещения производятся от командоаппарата через гидролинию 9, толкатель 1 исполнительного цилиндра 8 гидролинии и кронштейн 2.

АВТОМАТ ДЛЯ СОРТИРОВКИ БОЧКООБРАЗНЫХ РОЛИКОВ

Автомат А-2292-М2 предназначен для контроля огранки несимметричных бочкообразных подшипниковых роликов. Его загрузка деталями производится насыпью в бункер 1 (рис. 89), который имеет окна для первичной ориентации роликов и отсекающий для их поштучной выдачи. Из бункера ролики по транспортеру 3 перемещаются к позиции контроля. Транспортер представляет собой два сходящихся лотка, входы которых разделены заслонкой 2, соединенной с электромагнитом ЭТ (рис. 90). Включение электромагнита осуществляется тиристором ТТ1. Сигнал на этот тиристор поступает от контактов КО устройства, расположенного на выходе бункера и контролирующего пространственную ориентацию ролика по положению наибольшего сечения.

Один из лотков транспортера производит разворот ролика при его перемещении. Такая конструкция транспортера позволяет производить вторичную ориентацию ролика путем направления его заслонкой 2 в соответствующий лоток. Участок транспортера после соединения лотков выполняет роль накопителя, из которого ролики по одному с помощью скатателя 6, работающего от кулачка 7, подаются на позицию контроля. Контроль производится седлообразным устройством в наибольшем сечении ролика при его вращении. Устройство представляет собой призму 12, на которой установлен электроконтактный амплитудный датчик 4. Она установлена на плоскопружинном подвесе 14 и подводится к ролику на период контроля с

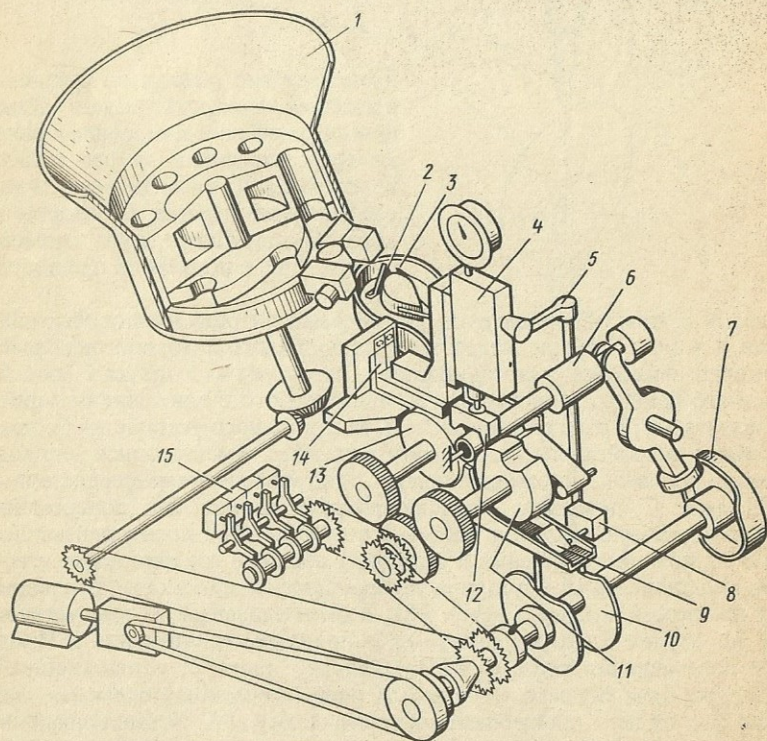
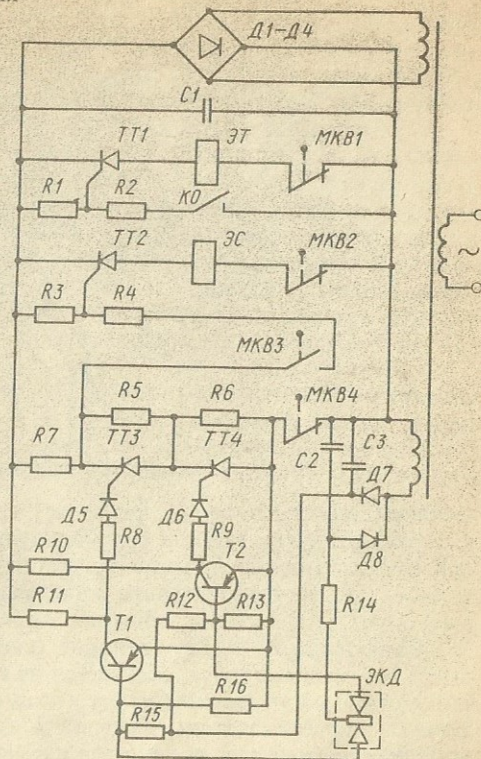


Рис. 89. Кинематическая схема автомата для сортировки бочкообразных роликов

Рис. 90. Электронное реле автомата для сортировки бочкообразных роликов

помощью рычага 5 и кулачка 10. При этом в осевом направлении ролик базируется по упору, а вращение получает от двух дисков 11 и 13, один из которых имеет разгрузочный вырез. Попадая в вырез, ролик перемещается в сортировочный механизм, где в зависимости от положения заслонки 9, управляемой электромагнитом 8 (ЭС), направляется в отсек "годные" или "брак".

Контроль огранки роликов и их сортировки производится в двух смежных рабочих циклах, поэтому электронное реле, управляющее работой электромагнита ЭС, содержит двухступенчатое ЗУ, хранящее информацию о ролике в течение этих циклов. Первая ступень ЗУ — это логическая схема И, выполненная на тиристорах ТТ3 и ТТ4, управляющие электродами которых через транзисторные усилители (Т1 и Т2) связаны с электроконтактным датчиком. Данная ступень используется во время контроля и предназначена для хранения сигнала, поступающего от датчика, в случаях, если величина огранки ролика превышает допустимую. Тиристор ТТ2 является второй ступенью ЗУ, которая запоминает сигнал о повышенной огранке ролика на время, необходимое для направления ролика в соответствующий отсек. Выключение тиристора ТТ2 осуществляется микровыключателем МКВ2 командоаппарата 15 (рис. 89), а включение производится путем передачи сигнала от первой ступени ЗУ при помощи микровыключателя МКВ3. Командоаппарат также имеет микровыключатели МКВ1 и МКВ4, выключающие тиристор ТТ1 и устанавливающие в исходное состояние первую ступень ЗУ.



РОБОТЫ-СОРЕТРИРОВЩИКИ ДЛЯ МНОГОПРЕДМЕТНЫХ ПОТОЧНЫХ ЛИНИЙ

Роботы — новая конструктивная разновидность КСА, предназначенная в частности для разделения деталей по типоразмерам при обработке их на многопредметных поточных линиях. В указанном случае удобнее всего сортировать детали либо по массе, либо по габаритным размерам, поэтому роботы-сортировщики обычно представляют собой автоматы для контроля и сортировки именно по этим параметрам.

Схема одного из роботов, сортирующих детали по массе, приведена на рис. 91 [А.с. № 499903, 556848 (СССР)]. Управление роботом производится с помощью командоаппарата, по сигналу которого привод подъема и опускания (на рисунке не показаны) опускает манипулятор 6 робота на деталь, находящуюся на конвейере. Далее командоаппарат размыкает

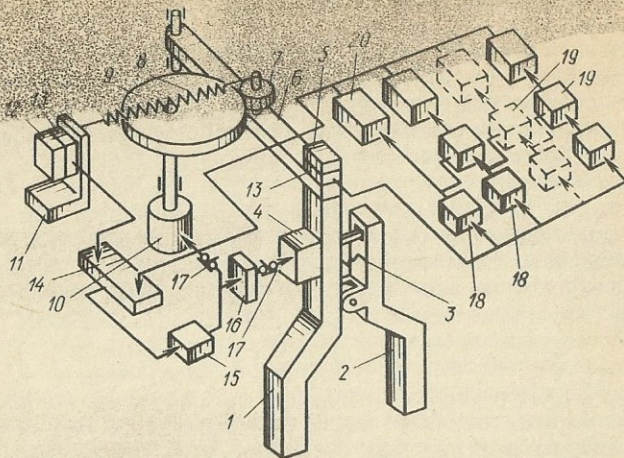


Рис. 91. Схема робота для сортировки деталей по массе

конечные выключатели 17, что влечет за собой выключение электромагнита 4 сжатия-разжатия губок 1 и 2 манипулятора и захват детали губками под действием пружины 3. После захвата детали по следующей команде, поступающей от командоаппарата, манипулятор поднимается приводом подъема и опускания, а конечные выключатели 17 замыкаются.

Оригинальной конструктивной особенностью робота является то, что кисть его манипулятора, состоящая из губок 1 и 2, свободно подвешена к поворотной части манипулятора и под ее подвеской 5 установлен измерительный преобразователь давления 13. При подъеме манипулятора на выходе преобразователя появляется электрический сигнал, зависящий от массы детали, и подается на пороговые элементы 18, образующие совместно с преобразователем 13 датчик-классификатор. В зависимости от величины сигнала срабатывает либо первый (считая справа), либо первый и второй, либо первый, второй и третий и т.п. пороговые элементы. Последние в соответствии со схемой воздействуют на электронные ключи 19 и не выключают ни один из них, либо выключают первый, либо первый и второй и т.д. В результате на выходах ключей появляется та или иная комбинация распределительного кода "1 из n". Единичный сигнал, содержащийся в комбинации, поступает на один из усилителей 20, имеющих переменный коэффициент усиления.

В зависимости от того, каким при наладке робота установлен коэффициент усиления этого усилителя, на его выходе возникает электрический сигнал определенной величины. Указанный сигнал подается на вход схемы сравнения 14, на другой вход которой поступает сигнал от еще одного измерительного преобразователя давления 13. Преобразователь 13 установлен на кронштейне 11 под опорным элементом 12 пружины 8, осуществляющей замыкание кулачкового механизма, поворачивающего манипулятор. В зависимости от положения кулачка 9, пружина 8 передает на опорный элемент 12 определенную силу. Эта сила преобразуется измерительным преобразователем 13 в сигнал, поступающий на второй вход схемы сравнения 14.

Сигнал на выходе схемы сравнения равен алгебраической разности входных сигналов, он усиливается в блоке 15 и подается на следящий двигатель 10, вращающий кулачок 9. При повороте кулачка пружина 8 натягивается, опорный элемент 12 нажимает на размещенный под ним преобразо-

ватель 13 и сигнал, имеющийся на выходе преобразователя, растет. Когда он становится равным сигналу, поступающему от усилителя 20, на выходе схемы 14 сигнал становится равным нулю, и двигатель 10 останавливается. Одновременно с этим появляется сигнал на выходе нуля-органа 16. Под действием этого сигнала включается электромагнит 4, губки 1 и 2 разжимаются и деталь выпадает в соответствующий отсек или на конвейер.

Подвеска 5 перестает нажимать на преобразователь 13, установленный под ней, на выходе преобразователя сигнал исчезает, а на выходе схемы сравнения появляется вновь, но другого знака. Двигатель 10 поворачивается в обратном направлении. Натяжение пружины 8 уменьшается и сигнал от преобразователя 13, установленного под опорным элементом 12, также уменьшается. Когда сигналы на входе схемы сравнения становятся равными, на ее выходе сигнал снова исчезает, а двигатель 10 останавливается. На выходе нуля-органа 16 сигнал появляется и губки 1 и 2 разжимаются. Далее цикл повторяется.

На рис. 92 приведен другой вариант робота-сортировщика, сортирующий детали по габаритному размеру на большие и малые. В отличие от предыдущего робота, который может захватывать детали в одной определенной точке пространства и разгружать их в точках, лежащих на одной окружности,

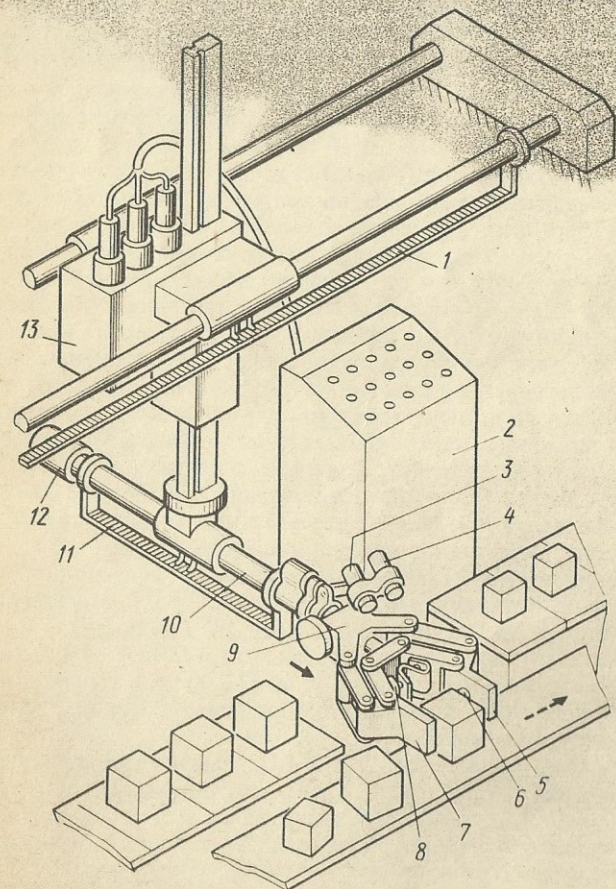


Рис. 92. Робот для сортировки деталей по габаритным размерам

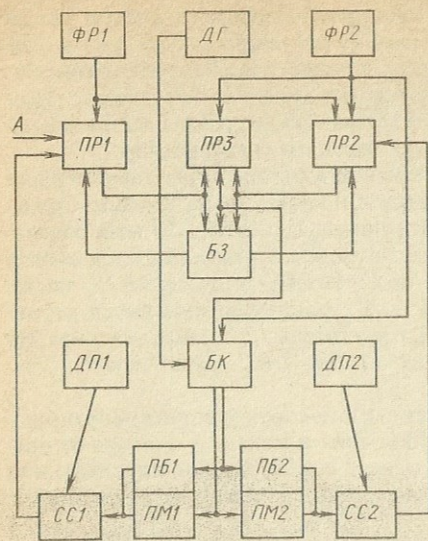


Рис. 93. Структурная схема системы управления роботом для сортировки по габаритным размерам

рассматриваемый робот может захватывать и разгружать детали в любой точке площадки размерами 225X450 мм. При этом захват производится после автоматического поиска детали без предварительного задания координат ее расположения, а доставка происходит в точки, координаты которых программируются в двоичном коде на тумблерной панели.

Основными узлами робота являются манипулятор 10 с приводами продольного 13 и поперечного 12 перемещения, собранными на электродвигателях постоянного тока; датчики продольного и поперечного положений манипулятора, построенные на контактных линиях 1 и 11; кисть мани-

пулятора, состоящая из двух губок 5 и 7, сжимаемых электромагнитным приводом 9; два фотореле, одно из которых собрано на основе фотодиода 6 и осветителя, а другое на основе фоторезистора 3 и осветителя 4; датчик габаритных размеров захватываемой детали, собранный на базе конечного выключателя 8, установленного между губками 5 и 7, и пульт управления 2, в котором размещены панель задания координат выброса больших и малых деталей, схемы сравнения и другие элементы электрооборудования робота. Все узлы и элементы электрооборудования робота взаимосвязаны между собой и действуют, согласно структурной схеме, приведенной на рис. 93.

По сигналу "Пуск" (стрелка А) включается привод продольного перемещения манипулятора ПР1 и работает до тех пор, пока не сработает фотореле ФР1, собранное на фотосопротивлении и по отражению света обнаруживающее деталь перед кистью манипулятора. По сигналу от ФР1 привод ПР1 выключается и включается привод поперечного перемещения ПР2. Когда деталь окажется между губками кисти, произойдет затемнение фотодиода и сработает фотореле ФР2. Последнее остановит привод ПР2, включит привод сжатия кисти ПР3 и блок коммутации БК. При включении ПР3 робот захватит деталь, а при включении БК в схемы сравнения СС1 и СС2 будет введена программа координат точки доставки детали.

Если при этом датчик габаритного размера ДГ не сработает, то введется программа, соответствующая большей детали ПБ1 (продольная координата) и ПБ2 (поперечная координата). Если ДГ сработает, то введется программа, соответствующая малой детали ПМ1 и ПМ2. Сразу же после введения программы схемы сравнения СС1 и СС2 выдадут сигналы установки приводов продольного и поперечного перемещений манипулятора в требуемую точку доставки детали.

Когда датчики положения ДП1 и ДП2 выдадут соответствующую информацию в схемы СС1 и СС2 и требуемое положение будет достигнуто, приводы ПР1 и ПР2 остановятся и подадут сигналы на привод кисти ПР3 и блок закликивания БЗ робота. Эти сигналы вместе с сигналом, поступающим от блока коммутации, приведут к отключению привода ПР3 разгрузки манипулятора к включению блока закликивания. Последний подает сигналы

на приводы перемещений манипулятора, устанавливая его в исходное положение. При достижении манипулятором исходного положения блока закликивания реверсирует привод продольного перемещения ПР1, отключает привод ПР2 и отключается сам, что приводит к повторению описанного цикла работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Волосов С.С., Педь Е.И. Приборы для автоматического контроля в машиностроении. М.: Издательство стандартов, 1975. 336 с.

Высоцкий А.В., Курочкин А.П. Пневматические средства измерений линейных величин в машиностроении. М.: Машиностроение, 1979. 206 с.

Камхин Я.Б., Голоульников Е.М., Хаскин И.Н. Контрольные автоматы для автоматических линий. М.: Машиностроение, 1980. 247 с.

Корнордф С.Ф., Трутень В.А., Федотов А.В. Теория и проектирование контрольных автоматов. М.: Высшая школа, 1980. 560 с.

Олыштейн Я.А. Надежность автоматов для контроля линейных размеров. М.: Машиностроение, 1979. 141 с.

Сорокин Б.М., Богданов Э.О. Автоматизация многодиапазонной сортировки. Л.: Машиностроение, 1973. 176 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава I. Принципы построения контрольно-сортировочных автоматов	4
Понятие о контроле, сортировке и контрольно-сортировочных машинах	4
Структурные схемы	6
Глава II. Транспортирующие устройства	11
Механизмы загрузки и питания	11
Механизмы межпозиционного транспортирования	20
Глава III. Контрольные устройства	24
Основные элементы контрольных устройств и их функции	24
Датчики-классификаторы	25
Измерительная оснастка	35
Глава IV. Устройства переработки контрольной информации	39
Кодопреобразователи	39
Запоминающие устройства	44
Глава V. Сортировочные устройства	53
Устройства последовательного действия с поворотным лотком	54
Шахтные устройства последовательного действия	56
Устройства параллельного действия	58
Глава VI. Вспомогательные устройства	60
Индикаторы адреса контролируемых деталей	60
Устройства обнаружения отказов	62
Счетчики числа рассортированных деталей	66
Глава VII. Методы и устройства настройки и поднастройки автоматов	69
Критерии настроенности автоматов	69
Анализаторы настройки Д-К	71
Корректоры настройки автоматов	76
Глава VIII. Конструкции КСА	79
Автомат для сортировки заготовок поршневых пальцев	79
Автоматы для сортировки зубчатых колес	84
Автомат для сортировки бочкообразных роликов	90
Роботы-сортировщики для многопредметных поточных линий	91
Список литературы	95

35 коп.