

И. И. ГАРМАШ

ЗАНИМА- ТЕЛЬНАЯ АВТОМАТИКА





ЮНОМУ ТЕХНИКУ

И. И. ГАРМАШ

ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ АВТОМАТИКА

**Издание второе,
переработанное и дополненное**

**Киев
«Радянська школа»
1982**

82.965
Г20

Рукопись рецензировали: сотрудники Киевского института автоматики имени XXV съезда КПСС кандидаты технических наук *Б. Г. Кадук, В. В. Яснопольский*, научный сотрудник НИИ педагогики УССР *Н. П. Тименко*.

Гармаш И. И.

Г20 Занимательная автоматика.— 2-е изд., перераб. и доп.— К.: Рад. школа, 1982.—168 с., ил.— (Юному технику),

В обл.: 25 к. 135000 экз.

В книге в популярной форме рассказывается о прошлом, настоящем и будущем автоматики, предложены технические задачи и головоломки. Рассчитана на учащихся старших классов средней школы и техникумов, руководителей технических кружков, а также на широкий круг читателей, интересующихся вопросами автоматики.

Г 4502020000—368
М210(04)—82 349—82

32.965

© Издательство «Радянська школа»,
1977.

© «Радянська школа»,
1982, с изменениями.

ОТ АВТОРА

Автоматика — это отрасль науки и техники, разрабатывающая **теорию и принципы** построения **автоматических устройств и систем**.

Мир автоматов огромен. Автоматы и автоматические линии производят продукцию, автоматические системы и устройства контролируют и регулируют производственные процессы, торговые автоматы отпускают товары, продают билеты и т. д.

Без средств автоматизации невозможно создать космические корабли, управлять атомными электростанциями и сложным организмом современного производства. Использование автоматических устройств на производстве и в различных сферах деятельности человека — важный шаг в жизни общества.

Автоматы и автоматические линии, автоматические приборы и системы управления — неотъемлемая часть современного предприятия, а их использование вошло в повседневную деятельность миллионов людей различных профессий.

Развитие материально-технической базы общества, повышение производительности труда и улучшение качества продукции, освобождение человека от тяжелого и однообразного труда немыслимо без автоматизации производства.

«Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года», утвержденными XXVI съездом КПСС, намечено увеличение производства быстродействующих управляющих и вычислительных комплексов, периферийного оборудования и программных средств к ним, электронных устройств регулирования и телемеханики, исполнительных механизмов, приборов и датчиков, систем комплексной автоматизации сложных технологических процессов, агрегатов, машин и оборудования.

На предстоящее десятилетие предусмотрено ускоренное развитие производства комплексов, оснащенных автоматическими манипуляторами (промышленными роботами), которые исключат ручной труд в тяжелых и вредных для человека условиях, а также значительное увеличение выпуска металлообрабатывающих станков с числовым программным управлением и автоматических линий. Планируется создание систем автоматического управления с использованием микропроцессоров и микро-ЭВМ, автоматизированных цехов и заводов.

В нашей жизни значительное место займут автоматические приборы, автоматы, роботы, автоматические системы и ЭВМ, автоматические линии и заводы-автоматы.

О них и рассказывает эта книга.

Современный автомат — это техническое устройство, в принципе действия и конструкции которого воплощены накопленный веками жизненный опыт и знания многих поколений людей. Поэтому не удивляйтесь, что мы начнем с рассказа о времени, отдаленном от нас десятками тысячелетий. Вы совершите экскурсию в прошлое автоматики. Первые автоматические устройства появились в глубокой древности. От автоматических игрушек до заводов-автоматов, роботов и автоматических разведчиков космоса прошло путь человеческое общество.

АВТОМАТЫ ДРЕВНОСТИ

Ловушка — первый автомат

Много тысяч лет тому назад землю покрывали густые леса. Люди в те далекие времена жили племенами. Собирали плоды и ягоды, охотились на зверей, ловили рыбу. Дом — пещера, одежда — шкуры убитых зверей, оружие — деревянное копье с острым каменным наконечником.

На песчаном берегу моря первобытные люди строили каменные ловушки, похожие на лабиринт. Во время морского прилива вода затопляла сооружение. Когда же наступал отлив и вода уходила, на извилистых дорожках ловушек оставалась живая рыба¹.

Древние рыболовы, по данным уральских археологов, отгораживали часть мелководья в озере плетнем, в котором имелся проход с падающим запором. Все племя входило в воду и, шлепая палками по воде, гнало испуганную рыбу в загон. После этого проход перекрывался и люди руками вылавливали рыбу. Такой способ ловли рыбы до сих пор сохранился кое-где в Африке и в Латинской Америке.

Чтобы поймать животное, охотники делали ямы в земле, во льду или в снегу, прикрывали их настилом и маскировали. Наступая на настил, животное проваливалось.

Древние люди пользовались во время охоты палкой и камнем, позже стрелой и арканом. Эти приспособления помогали им добывать пищу с меньшим риском для жизни.

Необходимость заставила первобытных людей изобретать капканы, которые срабатывали бы без присутствия человека. Сама природа подсказывала человеку, как сделать ловушку. И он стал использовать в своих устройствах энергию скатывающегося с горы камня, наклоненных деревьев или веток.

Для ловли зверей применялись специальные давящие ловушки. Одна из таких ловушек представляла собой

¹ По материалам проверенной гипотезы сотрудника Карельского краеведческого музея И. М. Мулла.

камень, поддерживаемый с одной стороны палкой. Под камень клали кусок мяса. Пытаясь вытащить мясо, зверь задевал палку и попадал в ловушку — камень придавливал его.

Охотясь в лесных зарослях, первобытный человек наблюдал, как отогнутые ветки деревьев возвращались на свое прежнее место. Он решил использовать силу упругости ствола и веток в ловушках. Вершину молодого дерева пригибали к земле и прикрепляли к палке с двумя колышками, воткнутыми в землю. Петля, привязанная к вершине ствола, касалась земли. Зверь, попав в петлю, старался выпутаться из нее. Бросаясь из стороны в сторону, он только больше затягивал петлю и наконец высвобождал пригнутую к земле вершину дерева. Дерево, выпрямляясь, резко вздергивало зверя вверх.

Поперек лесной тропы натягивали полосу из звериной шкуры. Один конец ее привязывали к колу, вбитому в землю, другой — к палке, выпускающей стрелу из лука. Зверь, натолкнувшись на полосу, приводил в движение палку, и освобожденная стрела летела в зверя.

Позднее применялись самоловы и для рыбы. Они почти не отличались от вздергивающих ловушек для зверей. Рыба, попав в закрепленный на дне водоема сетевой конический мешок, привязанный к наклоненной ветке дерева, пыталась выбраться из него. Многократно наталкиваясь на сетку, натягивала ее и в конце концов выдергивала колышек. Высвободившаяся ветка поднимала мешок с рыбой вверх.

Ловушки были просты по устройству и имели то же назначение, что и простейшие орудия охоты — палка и камень.

Прапра...бабушка современной автоматики

Итак, около 20 тысяч лет назад появились самодействующие устройства — простейшие «автоматы».

Ловушка — одно из первых проявлений творчества человека.

Этнограф Ю. Липс из ГДР считает, что «появление первой ловушки имело в истории человеческой культуры большее значение, чем даже изобретение колеса»¹.

¹ Липс Ю. Происхождение вещей. Изд-во иностр. лит., 1959.

Интересен принцип действия ловушки.

Ловушка срабатывала после внешнего воздействия на нее, т. е. нужно было толкнуть палку, бревно, полосу, или попасть в петлю. Палка, петля, полоса являлись «чувствительными элементами». Они передавали воздействия «исполнительным элементам» — камню, стволу дерева, луку, которые действовали на зверя. Система «зверь — ловушка» замыкалась.

Если сравнить ловушку с современным автоматом, можно обнаружить сходные по назначению узлы. В современных автоматических устройствах есть чувствительные и исполнительные элементы. Первые реагируют на внешние воздействия и преобразуют их в электрические, пневматические или другие сигналы; вторые выполняют команду. Чувствительные и исполнительные элементы современных автоматических устройств имеют то же назначение, что и «чувствительные» и «исполнительные» элементы ловушек.

Воздействия в ловушке от одного элемента к другому передавались в одном направлении, как и в современных автоматических системах. В автоматических устройствах узлы взаимосвязаны между собой и вместе с объектами, на которых они установлены, часто образуют замкнутые системы, подобные системе «зверь — ловушка».

Итак, прапра...бабушкой современной автоматики была ловушка, построенная первобытным человеком.

Древнейший самолов-пасть

Проходили тысячелетия. Человек научился обрабатывать землю, строить жилище, изготавливать орудия труда и вещи домашнего обихода. Но охотничий промысел продолжал оставаться основным видом деятельности человека, а иногда и единственным средством его существования.

Опыт изготовления ловушек передавался из поколения в поколение. Многовековая практика охоты совершенствовалась ловушки первобытного человека. Однако принцип устройства некоторых ловушек выдержал испытание временем, его и поныне используют охотники.

Древнейший самолов-пасть устанавливался на звериных тропах, ведущих к реке или озеру. Половинки продольно расколотого ствола дерева ставили вертикально на некотором расстоянии друг от друга. Между ними укладывали половинки другого ствола, причем одна из них слу-

жила полом, а другая, поддерживаемая с одного конца колышком (сторожком) — крышей (гнетом). Образовывался коридор. Сторожок упирался не в пол, а в другой колышек, заостренный с одного конца и поставленный на пол. Между остриями колышков помещали дощечку (насторожку), на которую клали наживку (кусок мяса).

Зверь, попав в коридор, старался достать наживку, а для этого нужно было протиснуться между стенкой коридора и сторожком. Когда он касался наживки, сторожок соскакивал с конца насторожки, и гнет своей тяжестью придавливал животное.

Насторожка — чувствительный элемент. Сторожок, получив воздействие от сдвинутой насторожки, выводит гнет из состояния покоя, т. е. выполняет передаточные функции между элементами ловушки.

На звериной тропе или в других местах, часто посещаемых обитателями леса, устанавливали черкан. Ловушка состояла из деревянной рамы с луком. В раме имелись пазы, по которым перемещалась массивная деревянная планка — поперечина, прижатая тетивой лука к нижней неподвижной перекладине. Между подвижной поперечиной и перекладиной рамы помещался сторожок — палочка, заостренная с обоих концов.

Зверь, чтобы достать приманку, старался протиснуться между поперечиной и перекладиной и невольно сдвигал сторожок (чувствительный элемент). Подвижная поперечина (исполнительный механизм) освобождалась, под действием натянутой тетивы (источника движения) устремлялась вниз и прижимала зверька к нижней перекладине.

* * *

Охотники глубокой древности в конструкциях самодействующих ловушек учитывали биологические особенности и повадки зверей. Ловушки имели чувствительные и исполнительные элементы, а также элементы, являющиеся источниками движения. Позднее в самоловах появились и усилительные элементы, которые позволяли усиливать действие исполнительных устройств. Таким образом, еще в автоматах древности присутствовали элементы, выполнявшие те же функции, что и элементы в современных автоматических регуляторах и системах.

Автоматическая модель Венеры

Более 2500 лет назад Афинское государство было в расцвете. Много внимания уделялось науке и искусству. Здесь впервые были созданы самодвижущиеся развлекающие устройства.

Оригинальными изобретениями прославил свое имя Дедал — потомок Эрехтея¹, легендарный греческий архитектор, художник и скульптор, изобретатель таких инструментов, как рубанок, отвес, бурав.

Одно из его изобретений — самодействующая модель планеты Венера.

В модели был механизм, с помощью которого ртуть из одной части устройства переливалась в другую, поэтому то одна сторона становилась легче, то другая. Это и обеспечивало движение модели. К сожалению, более подробное описание автоматической модели Венеры не сохранилось.

Автоматический сигнализатор Платона

Древнегреческий философ Платон (427—347 гг. до н. э.) собирал своих учеников при помощи автоматического сигнализатора. В саду академии была установлена статуя с флейтой в руках. В определенное время инструмент подавал голос. И ученики Платона приходили в академию.

Как же работал сигнализатор?

Трубка соединяла флейту статуи с водяными часами, состоящими из нескольких сосудов, которые заполнялись водой. Вытекая из верхнего сосуда, вода повышала давление воздуха в нижнем. Наконец давление воздуха становилось достаточным, чтобы открыть клапан и впустить воздух в трубку: флейта при этом свистела.

Первый торговый автомат

Около 2300 лет назад Египтом правил Птолемей II Филадельф. Жил он в городе Александрии. Покровительствова-
вал развитию науки, техники, литературы и искусства. Птолемей II любил удивлять новинками искусства и тех-

¹ Эрехтей — мифический герой, царь Афин. Для спасения города от вражеского нападения принес в жертву богам свою дочь. Погиб героической смертью, защищая родные Афины. / Кун Н. А. Легенды и мифы древней Греции. М., Учпедгиз, 1955/.

ники гостей из Индии, Аравии, Причерноморья. Одна из диковин, установленная возле храма, приводила в изумление горожан и чужестранцев.

Верующие, моля об отпущении грехов и избавлении от недугов, опускали пятидрахмовую монету¹ в щель статуи льва, и из пасти зверя выливалась порция «священной» воды.

Тайна «чуда» была спрятана в середине льва (рис. 1). Монета, опущенная в щель, падала на правый конец рычага АВ и наклоняла его. Клапан открывал отверстие, и вода по трубке стекала в ладони молящегося. Монета,

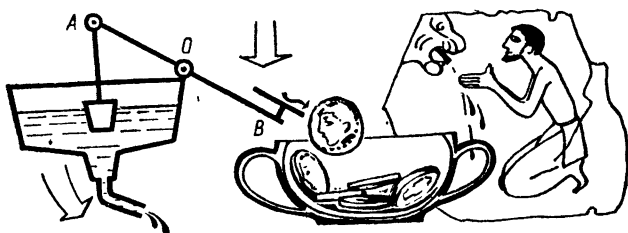


Рис. 1.

скользнув по наклонной площадке рычага, направлялась в копилку, а рычаг возвращался в прежнее горизонтальное положение.

Все очень просто! Но в те времена верили в чудо, автомат помогал церковнослужителям набивать карманы драхмами.

Итак, биография торгового монетного автомата, обслуживающего нас в магазине и на улице, началась еще до нашей эры.

Автоматический планетарий Архимеда

Знаменитый древнегреческий ученый и механик Архимед известен не только своими научными трудами, изобретенными механизмами, но и тем, что создал устройство для наблюдения за движением планет. Вокруг модели Солнца, помещенной в центре планетария, двигались модели Земли, Юпитера, Венеры и других планет. Автоматическая

¹ Д р а х м а — древнегреческая денежная единица.

модель небесных светил приводилась в движение водяным двигателем (колесом). В планетарии имитировались солнечные и лунные затмения.

„Волшебник“ Герона Александрийского

Однажды жители египетского города Александрии, подойдя к храму, с изумлением увидели, как дверь храма сама отворилась перед ними. На алтаре храма жрец разводил огонь (рис. 2). Подняв руки кверху, он молился. Как только молитва окончилась, дверь храма сама закрылась.

«Волшебник» прятался под алтарем в подвале.

После разведения огня воздух в пустотелом цилиндре 1 подогревался, давление в нем возрастало. Под давлением воздуха вода из сосуда 2 по трубке 3 переливалась в сосуд 4, висящий на цепи. Сосуд 4, наполняясь водой, становился тяжелее и опускался

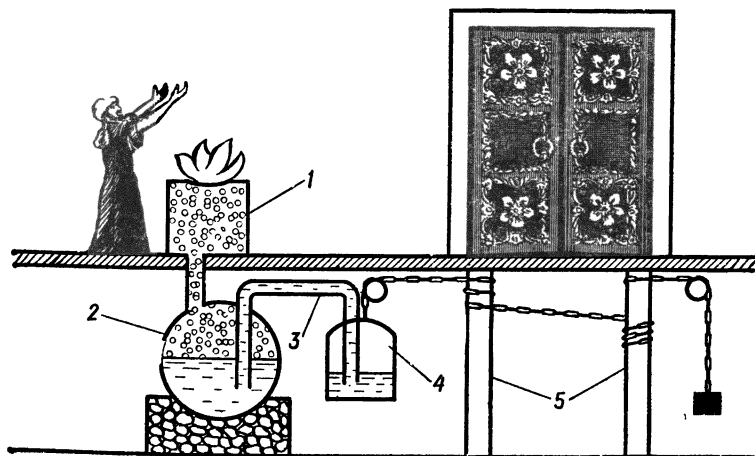


Рис. 2.

кался вниз. Он натягивал цепь, накрученную на дверные оси 5. Дверь открывалась. Огонь погас — дверь закрылась.

Конечно, никто об этом не знал. Люди думали, что это сами боги открывали дверь храма. «Волшебство» укрепляло веру в богов, а это было выгодно жрецам.

«Волшебник»-автомат работал, используя энергию воздуха и воды. Так в I—II вв. до н. э. было положено начало пневматической и гидравлической автоматике.

Описан «волшебник» Героном Александрийским, знаменитым ученым глубокой древности, в работе «Пневматика», созданной около 120 лет до н. э.

Автоматический счетчик

Знаете ли вы, что отсчет пути, пройденного экипажем, производили автоматические счетчики еще во второй половине I в. до н. э.? Именно в то время и зародился принцип

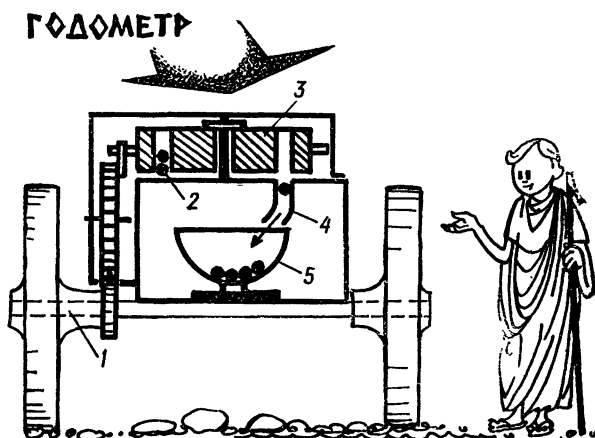


Рис. 3.

отсчета пути, который широко используется и в современных приборах для подсчета количества штучной промышленной продукции, в спидометрах автомобилей и т. д.

Такой счетчик называли годомером¹ (рис. 3). Вращательное движение от оси 1 экипажа передавалось зубчатой передачей горизонтально расположенному колесу 3, в ко-

¹ Описан римским инженером и архитектором Ветрувием Поллионом в труде „Десять книг об архитектуре“.

тором были отверстия, заполненные шариками 2. Проехал экипаж определенное расстояние — шарик выпадал из отверстия колеса и скатывался по желобу 4 в сборник 5 и по числу шариков в сборнике определяли общее расстояние.

Годометр отсчитывал небольшие отрезки пути. Для измерения больших расстояний требовалась частая перезарядка колеса шариками.

В те далекие времена применялись годометры и других типов, например годометр с червячной передачей. На спице колеса экипажа имелся штырь, который вращал соединенное с ним малое зубчатое колесо. На ось колеса насаживался червяк. Вращательное движение несколькими червячными парами передавалось стрелке, указывающей пройденное расстояние.

Впервые в истории человечества техническое устройство, созданное руками человека, автоматически и достаточно точно отсчитывало расстояние.

Таксометр-автомат

К многочисленным изобретениям Герона Александрийского принадлежит и таксометр-автомат. Он крепился на оси колес и зубчатой передачей вращал диск счетчика. Сравнивая положение диска счетчика в начале и в конце пути, определяли пройденное экипажем расстояние. Таксометр-автомат был рассчитан на 32400 м (в переводе на нашу меру измерения), и только преодолев это расстояние, можно было начинать отсчет снова.

Позже счетчик-автомат был усовершенствован одним из римских офицеров, который изобрел устройство, позволяющее перед каждым новым рейсом устанавливать таксометр на нуль. Через каждые десять оборотов диска в специальном окошке появлялась соответствующая цифра. Таким образом, римлянам была знакома так называемая десятичная передача, применяющаяся и сейчас в таксометрах современных автомобилей и во многих счетных автоматических устройствах.

Лампа с регулятором

Двадцать веков тому назад в богатых домах считалась украшением лампа (рис. 4) с фигурками зверей и птиц. Эта лампа примечательна не только красотой, но и авто-

матическим устройством подачи фитиля. В ней не требовалось периодически подавать фитиль в светильник, как это делали в керосиновых лампах еще в начале нашего века. Устройство внутри лампы выполняло это без участия че-

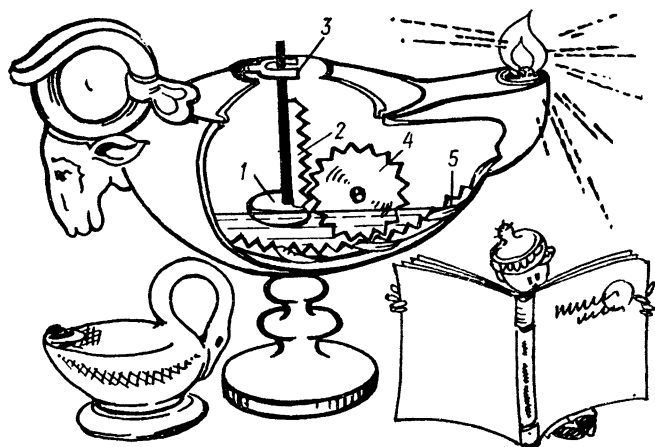


Рис. 4.

ловека, т. е. автоматически. При израсходовании масла уровень его в лампе понижался и поплавок 1 опускался. Зубчатый стержень 2, связанный с поплавком, перемещаясь по направляющим 3, заставлял повернуться зубчатое колесо 4. Поворачиваясь, зубчатое колесо перемещало зубчатую дугообразную, обмотанную фитилем рейку 5, расположенную на дне лампы, — и фитиль подавался в светильник¹.

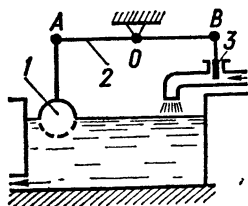


Рис. 5.

Так впервые в истории автоматики была применена пара — зубчатое колесо и рейка. Поплавок — чувствительный элемент; зубчатое колесо и рейка — исполнительный механизм.

Для сравнения саморегулирующейся лампы с современным автоматическим устройством рассмотрим автоматический регулятор прямого действия (рис. 5). Его задача — поддерживать постоянный уровень воды в баке. Регулятор

¹ См.: Черепнев А. И. Истоки автоматизации. М., Наука, 1975.

состоит из поплавка 1, рычага 2 и регулирующего элемента 3. При изменении уровня воды в баке перемещаются поплавок и рычаг; последний, воздействуя на клапан, регулирует приток воды в бак.

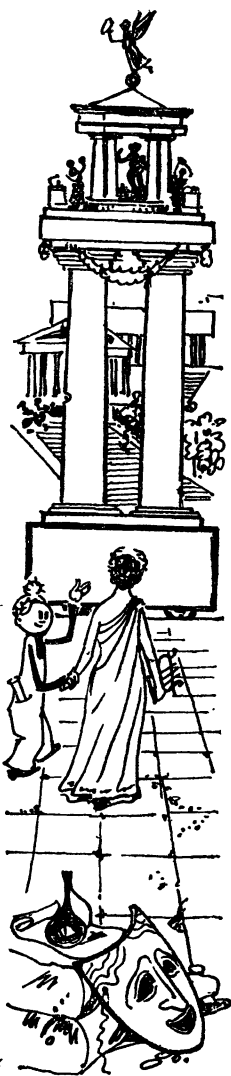
В регуляторе, как и в лампе, поплавок — чувствительный элемент, а рычаг со стержнем — исполнительный механизм. Так в глубинах веков неизвестным изобретателем был создан автоматический регулятор.

Театр автоматов

Герон Александрийский, изобретатель многих занимательных самодвижущихся устройств, особенно прославился своим театром автоматов.

Театр устроен был так. На сцене появлялся черный ящик, который двигался без помощи людей. Посредине сцены он останавливался, и актеры-автоматы, т. е. самодвижущиеся фигурки, разыгрывали представление. После окончания пьесы занавес опускался, и ящик с актерами удалялся со сцены.

Автоматический театр времен Герона Александрийского — это деревянный ящик на полузакрытых колесах, верхняя часть которого изображала храм с богиней победы Никой. «Между колоннами храма у алтаря стоял Вакх¹ с тирсом² в одной руке и ковшом в другой; у ног его лежала пантера. Вокруг размещались фигурки еакханок. Как только автоматический театр останавливался, фигурки



¹ Вакх — в древнегреческой мифологии бог вина и веселья, покровитель виноградарства и виноделия.

² Тирс — жезл в виде палки, увитой плющом, листьями винограда и увенчанной сосновой шишкой.

начинали действовать. Из тирса Вакха лилась вода или молоко, из ковша — вино. Между четырьмя пилястрами появлялись гирлянды, вакханки начинали плясать вокруг храма, слышались удары в барабан и литавры»¹.

Интересно заглянуть внутрь ящика. Что заставляло его двигаться, останавливаться, а затем возвращаться за кулисы?

Тайна раскроется, если ящик рассмотреть в разрезе (рис. 6). Он разделен на три части I, II и III. В верхней части I находился груз 4 (свинцовая плита), соединенный шнуром 3 при помощи блока 2 с барабаном 6 в нижней части III.

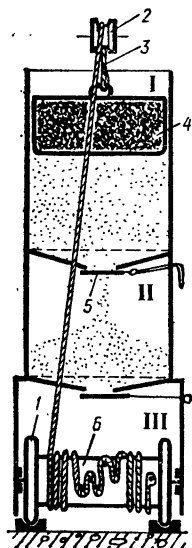


Рис. 6.

При опускании плита натягивала шнур, заставляла поворачиваться барабан и соединенные с ним колеса 1, при этом просо или горчичное зерно высыпалось из первой полости ящика во вторую, поэтому груз опускался медленно и почти равномерно. Количество зерна, выпавшегося из одной полости в другую, регулировалось заслонкой 5. Обратите внимание на расположение шнура на барабане 6. На рисунке видно несколько витков шнура, намотанного на барабан в одном направлении, затем шнур образует несколько складок, навитых на штыри барабана, потом снова обматывает барабан несколькими витками, но уже в противоположном направлении.

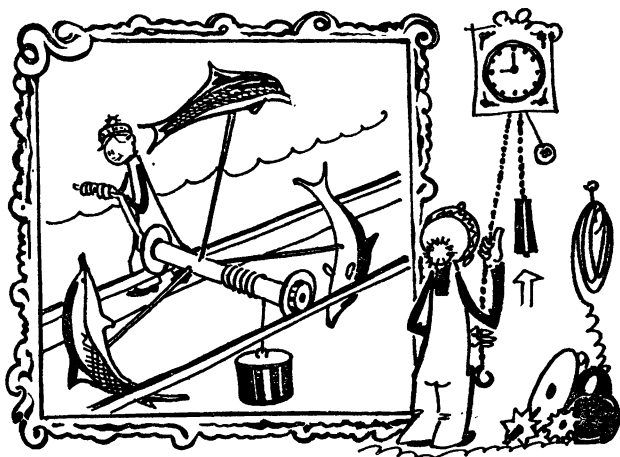
Три вида расположения шнура на барабане — три состояния ящика (движение на сцену, остановка, движение за кулисы). Пока стягивались складки шнура, навитого на штыри барабана, ящик стоял неподвижно. Меняя направление шнура на барабане, управляли движением ящика. Барабан со шнуром — управляющий программный элемент.

Такой вид имело древнее автоматическое устройство с программным элементом.

¹ Эйдельс Л. М. Техническая игрушка в трудовом воспитании детей. М., Просвещение, 1962.

Слово «программа» по-гречески означает объявление, распоряжение. В данном случае программа — это распоряжение о будущих действиях. Способ намотки шнура на барабан, длина шнура, величина барабана определяли поведение ящика на колесах, т. е. автоматического театра (движение в одном направлении, остановка, движение в другом направлении).

Программные элементы, измененные в принципе и конструктивно, широко применяются в современной автоматике. Например, в электромашинной автоматике — в виде



копира или кулачка; в вычислительной технике — в виде бумажной ленты с пробитыми отверстиями или магнитной ленты.

Рассмотрим механизм, приводящий в движение фигурки дельфинов. Груз, сматывая шнур с вала, заставлял его вращаться вместе с закрепленными на нем фигурками. Колеса крепились к валу и перемещались по направляющим, и создавалось впечатление, что в разных местах сцены ныряют дельфины.

Все актеры театра-автомата действовали без участия человека. Грузики с веревками и блоками, оси, зубчатые колеса и рычаги образовывали самодействующие системы, которые заставляли актеров совершать различные движения.

Представление шло непрерывно, согласованно; выход и выступление каждого актера регулировались автомати-

чески. Иногда представление театра-автомата состояло из нескольких действий. Пьеса, изображающая возвращение на родину героев, завоевавших Трою, состояла из пяти действий и восьми картин.

Старинные автоматы развлекали. В их устройство были вложены мысль, смекалка и изобретательность людей давно ушедших поколений.

Водяные часы — древний автомат

Автоматические устройства постепенно проникали в круг предметов жизненной необходимости. Этому много примеров. Вот один из них.

В далекую старину пользовались солнечными часами, затем водяными (клепсидрами¹). Они представляли сосуд с водой, в котором плавал поплавочек. Поплавок при изменении уровня воды рычагом воздействовал на один конец стрелки. Другой (острый) конец стрелки перемещался вдоль шкалы, деления которой соответствовали единицам измерения времени.

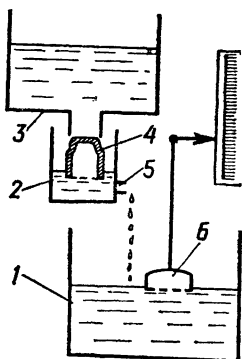


Рис. 7.

Работали водяные часы так. Сначала в сосуд наливалась вода. Чтобы «завести» часы, нужно было вынуть пробку из нижнего отверстия сосуда. Вода начинала вытекать. Поплавок опускался, вместе с ним опускался и один конец стрелки. Противоположный конец стрелки поднимался и, передвигаясь вдоль шкалы, показывал время. За час вытекало всегда одно и то же количество воды, а стрелка за этот промежуток времени передвигалась на одно большое деление.

Позже водяные часы усовершенствовались и превратились в более сложное автоматическое устройство. Водяные часы, которыми пользовались 2000 лет назад в Вавилоне (рис. 7), состояли из сосудов 1, 2 и 3 глиняного горшка 4, перекинутого вверх дном и плавающего на воде, поплавок

¹ Клепсидра — „похитительница воды“.

6 со стрелкой и шкалы. Постоянный уровень воды в сосуде 2 поддерживался автоматически: горшок 4 плавал и регулировал количество воды, вытекающей из сосуда 3. Когда в сосуде 2 уровень воды повышался, горшок, поднимаясь, закрывал отверстие в сосуде 3. Если уровень в сосуде 2 уменьшался, горшок приоткрывал отверстие в сосуде 3, и вода выливалась. Из сосуда 2 через выпускное отверстие 5 в сосуд 1 за одинаковые промежутки времени вытекало одинаковое количество воды, например, ведро в час. Уровень воды в сосуде 1 поднимался, и стрелка, укрепленная на поплавке 6, передвигалась на одно деление.

Горшок, как и поплавок, воспринимал изменение уровня воды, т. е. являлся чувствительным элементом. Своей конической частью он изменял приток воды — выполнял функции исполнительного механизма и регулирующего органа. Горшок по своим функциям соответствовал современному автоматическому устройству — автоматическому регулятору прямого действия.

Основной элемент современных поплавковых указателей, измерителей и регуляторов уровня — поплавок. Как элемент автоматики он стал применяться еще до нашей эры.

Из истории элементов автоматики

Не моложе поплавок и колесо, от которого происходят вращающиеся детали: шкивы, зубчатые колеса и кулачки — неотъемлемые элементы машинной автоматики.

Кочуя в поисках пищи, первобытные люди держались ближе к воде. Чтобы передвигаться по рекам, необходимы были плоты и лодки. Соорудить плот в то время означало: свалить дерево, обрубить ветки и доставить ствол на берег. Сначала стволы тянули волоком, затем катили, потом придумали более легкий способ — подложить под дерево другое обрубленное дерево. Так появился каток — предшественник колеса.

Шли тысячелетия, люди научились передвигать более тяжелые предметы. Груз клали на псмст с полозьями, а под полозья подкладывали катки.

Для строительства большой пирамиды Хеопса нужны были тысячи каменных глыб весом от 2,5 до 200 т. Египтяне перемещали глыбы из карьеров к берегу Нила на помостах с полозьями, на катках, используя брусья, канаты и рычаги.

Для непрерывного подкладывания катков под полозья требовалось много рабов. Это заставило задуматься над усовершенствованием катка.

Для полозьев выбирали два бревна с двумя сучками на каждом. Сучки подпирали катки и не давали им перемещаться вдоль полозьев. Так был изобретен первый подшипник.

Чтобы уменьшить вес тяжелых катков, среднюю часть их обжигали: середина катка превратилась в вал, а крайние части — в колеса. Колеса с валом составляли единое целое.

Затем колесо преобразовалось в толстый деревянный диск, который неподвижно насаживался на вал. Позже в деревянном диске начали делать сквозные выемки, чтобы уменьшить его массу. Колесо со спицами появилось почти за три тысячелетия до н. э. в Малой Азии.

Одноколесная тачка, двухколесная колесница, четырехколесная повозка и, наконец, колесо стало съемным.

Область использования колеса стала расширяться, что повлияло на его конфигурацию, размеры, выбор материала для изготовления.

Занимательные игрушки

В Византии IX—X вв. правил император Феофил — большой любитель внешнего блеска. Для него золотых дел мастер изготовил два больших органа из чистого золота, украшенных разноцветными камнями и завитками, а также золотое дерево с поющими птичками. На пьедестале перед дворцом императора стояли статуи львов. При приближении гостей львы рычали.

Сохранились сведения об изобретателях занимательных игрушек, имитировавших поведение людей и животных.

Архит Терентский в IV веке до н. э. сделал деревянного голубя, летавшего при помощи сжатого воздуха.

Астроном из Германии Иоганн Региомонтан (1436—1476) изготовил модели орла и мухи. Орел махал крыльями и кивал головой. Муха бегала по столу.

Часовщик императора Карла V Хуанело Тудриано был большим мастером по изготовлению заводных игрушек. Изготовленные им игрушечные солдаты трубили в трубы, куклы-девушки танцевали, лошади скакали.

Леонардо да Винчи — художник, математик, механик, инженер — был и изобретателем автоматических игрушек.

Изготовленные им черепаха, слон и птичка были очень похожи на живых.

Во многих занимательных игрушках использовался сжатый воздух для приведения их в движение и воспроизведения звука. Воздух нагнетался мехами в духовые музыкальные инструменты.

Автоматика мельницы

Мельницами пользовались еще в VIII—VI в. до н. э. в государстве Урарту. И на протяжении своей истории они не только мололи зерно. В XIV в. мельницу, точнее — водяное колесо, используют в кузнечном и лесопильном производствах, металлургии, горнодобывающей промышленности. Водяное колесо превратили в сверлильный станок, надев на вал колеса ступицу со сверлом.

Выступы (кулачки) на валу водяного колеса приводили в движение молот в кузнице и меха, нагнетающие воздух в кузнечный горн (предшественник современного компрессора). Используя энергию движущейся воды, машина работала без непосредственного участия человека. Кулачок — управляющий программный элемент, меха — исполнительный механизм.

Водяное колесо использовалось не только как двигатель на производстве, но и при создании различных машин и первых средств автоматизации. На его основе, например, было изготовлено автоматизированное устройство для просеивания муки. Вал водяного колеса с выступами приводил в ритмичное движение раму с мельничным ситом. Можно было даже получать муку разного помола.

Военный инженер, изобретатель машин с кулачками Агостино Ромелли (1530—1590), предложил автоматическое устройство, регулирующее скорость вращения жернова и подачу зерна на помол¹ (рис. 8).

На вал 4 подвижного жернова 1 насаживалась граненая втулка 3. При повороте втулка ударяла по деревян-

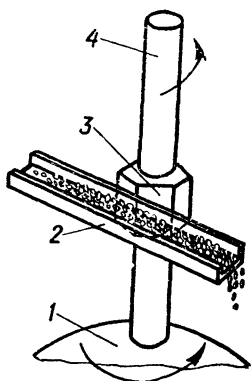


Рис. 8.

¹ См.: Косса П. Кибернетика. М., Изд-во иностр. лит., 1958.

ному наклонному желобу 2, по которому зерно подавалось на помол в жернова. Когда между жерновами оказывалось много зерна, жернов замедлял свое вращение. При этом уменьшалось число ударов втулки о желоб, а значит, и уменьшалась подача зерна на помол. А с увеличением числа оборотов жернова подача зерна увеличивалась.

Граненая втулка на валу — управляющий элемент, желоб, — исполнительный механизм.

В устройстве всего четыре детали. Цепь элементов образует автоматическую систему, в которой воздействие от

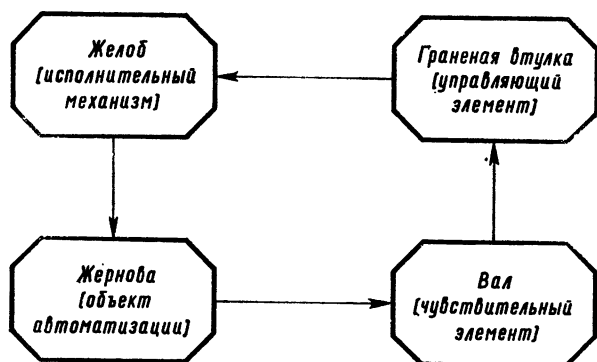


Рис. 9.

элемента к элементу передается только в одном направлении (жернова → вал → втулка → желоб), как и в современной автоматической системе¹.

Как видно из структурной схемы (рис. 9), система замкнутая. Желоб имел прямую связь с жерновом, подавал ему зерно. Управляемый втулкой желоб получал от нее информацию о работе жернова, т. е. о его нагрузке. Значит, желоб был связан с жерновом обратной связью.

Все элементы соединены между собой связями и образуют замкнутый контур. Такая система автоматического регулирования обеспечивает стабильность работы жерновов. Распространенным видом современных автоматических систем регулирования технологическими процессами являются стабилизирующие системы, поддерживающие регу-

¹ Типовые элементы /звенья/ в современных автоматических системах обладают свойством направленного действия, т. е. передают сигнал только в одном направлении.

лируемую величину (температуру, давление, уровень жидкости и т. д.) на заданном уровне.

Итак, впервые в истории промышленной автоматики 400 лет назад была создана одноконтурная замкнутая стабилизирующая автоматическая система регулирования с элементом обратной связи. В те времена не употреблялись термины «автоматическая система» и «обратная связь». Не было и теории автоматического регулирования.

Обратная связь — важнейший элемент в современных автоматических устройствах и системах. Она осуществляется в любых замкнутых равновесных системах в отношении к внешней среде. Обратная внутренняя связь подавляет возникающие нежелательные колебания сигнала при передаче его от одного звена к другому по контуру регулятора. Обратная связь улучшает качество работы регулятора. Обратная связь существует в животном и растительном мире, в технике и обществе. Всюду прямые и обратные связи. Учительница, излагая материал на уроке, связана с классом прямой связью. Опрашивая же учеников, она получает информацию об усвоенном материале; при этом осуществляется обратная связь.

Первый автомат для всех

На смену солнечным, песочным и водяным часам пришли механические. Впервые они появились в IX в. Механизм часов приводился в движение гирями, опускающимися под действием силы тяжести. В России (на княжеском дворе в 1404 г.) были установлены башенные часы с вращающимся циферблатом, разделенным на 12 частей, без стрелок, но с автоматическим устройством. Каждый час механическая фигурка била молотком в колокол.

Много было часов, но лишь одному виду суждено было дойти до нас. Известный физик, механик и математик Христиан Гюйгенс (1629—1695) изобрел часы с маятником.

Идея применения маятника в часах принадлежит итальянскому ученому Галилео Галилею (1564—1642). Однажды он наблюдал однообразные качания лампы во время землетрясения. Это явление побудило его заняться изучением колебаний. Был открыт закон колебания маятника. 40 лет спустя Галилей применил маятник в часах для выравнивания движения часового двигателя, однако эти часы были далеки от совершенства.

Позднее Гюйгенс усовершенствовал свои часы: заменил гиревой механизм пружинным двигателем и ввел балансирующий регулятор равномерного движения. Это позволило создать малогабаритные часы, пользовавшиеся большим спросом.

Часы — самый распространенный в прошлых веках, да и в наши дни автомат, «...первый автомат, употребленный для практических целей»¹.

Часы сыграли значительную роль в истории техники. Отдельные детали и узлы часов стали использоваться в создаваемых средствах автоматизации, а также при изготовлении игрушек, имитировавших движения людей, зверей, птиц.

Утка Жака Вокансона

В 1736 г. на улицах Парижа балаганщики демонстрировали механическую утку. Она ходила вразвалку, крикала и ела зерна.

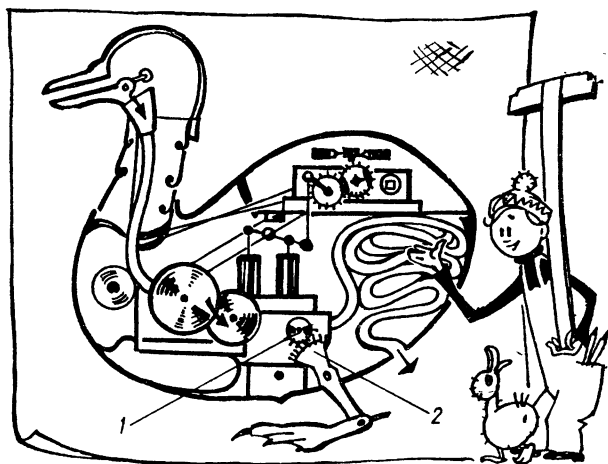


Рис. 10.

Зерна через клюв попадали в трубку (рис. 10), а затем на мельницу, где перемалывались. Далее мука направлялась в цилиндр, смешивалась с водой и насосом по трубе удалялась наружу.

¹ Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения, т. 30, с. 263.

Пружинный механизм приводил в движение вал с зубчатой шестерней 1. Зубчатый сектор 2, находясь в зацеплении с шестерней, приводил в движение ногу утки. Ноги переставлялись поочередно. Движущаяся игрушка настолько напоминала живое существо, что ею заинтересовались даже ученые.

Утка приобрела известность не только во Франции. Она побывала в Англии, ее показывали на площадях Германии, Италии и России.

Создатель механической утки, французский механик Жак Вокансон, сделал и другие автоматические игрушки, например: музыканта-флейтиста и пастуха, которые своими движениями подражали человеку. В репертуаре флейтиста было 11 арий, а пастух «знал» более двадцати песен. Он играл на флейте; маленькие пальцы пастуха повторяли движения пальцев настоящего музыканта. «Организм» пастуха — пружинный двигатель. Он приводил в движение зубчатые и другие механизмы. Кулачковые механизмы служили программным элементом и периодически приводили в действие руки и голову пастуха.

* * *

Автоматы древности ловили зверей, развлекали людей, управляли несложными приспособлениями. За десятки тысяч лет автоматы прошли путь от простейших самодействующих устройств с чувствительными, исполнительными элементами и двигателями, использующими силы природы, к автоматическим системам с механическими двигателями, управляющими программными элементами и обратной связью.

Автоматы древности были достоянием избранных лиц и не имели массового применения.

ОТ ИГРУШКИ К КОСМИЧЕСКОМУ КОРАБЛЮ

Предшественник командоаппарата

В средние века нередко можно было встретить бродячих музыкантов с шарманкой. Мелодичные звуки шарманки на улице или музыкальной шкатулки в доме богача услаждали слух толпы и вельмож.

В чем секрет музыкального ящика?

Внутри ящика — барабан, на цилиндрической поверхности которого в определенной последовательности расположены металлические шпильки. Система расположения шпилек и их число определяли мелодию песни. Над барабаном укреплялись стальные полоски. Шпильки задевали полоски, и те издавали звуки, воспроизводящие мелодию. Музыкальный инструмент настраивался на одну мелодию. Изменить ее можно, сменив барабан.

Нетрудно догадаться, что в основу устройства такого музыкального инструмента положен программный принцип работы. Программа задана в виде определенного количества шпилек и порядка их расположения на поверхности барабана.

Принцип программного управления нашел широкое применение в современных автоматических станках, регуляторах и системах. Управление в современных командо-аппаратах, осуществляемое с помощью штырей, несомненно, берет свое начало от музыкального ящика. Рассмотрим пример управления электродвигателями по данному принципу.

Командоаппарат имеет барабан с кольцевыми канавками. В каждой канавке можно закрепить штырь. Против штыря над барабаном расположена пара подвижных контактов. Один из контактов под воздействием штыря замыкает электрическую цепь электродвигателя рабочей машины, другой размыкает. Полный оборот барабана соответствует циклу, в течение которого происходит замыкание и размыкание электрической цепи управления рабочей машины. Изменяя положение штырей по окружности барабана, задают время пуска и остановки электродвигателя. Положение штырей на барабане — программа управления работой машины.

Самоходный суппорт Нартова

Потребность в деталях цилиндрической формы появилась еще в глубокой древности. В те времена вращательное движение обрабатываемой детали придавали тетивой лука. Режущий инструмент при этом держали в руках. Позднее деталь вращали на педальном станке. А затем появился механический токарный станок с приводом от водяного

колеса. Резец, укрепленный в держателе суппорта, вручную перемещали вдоль вращающейся детали. Труд токаря был тяжелым и малопроизводительным.

В 1712 г. А. К. Нартов, механик, заведующий «токарней» Петра I, создал первый в мире токарный станок с самоходным суппортом. В конструкцию станка были введены вал с участком винтовой резьбы и надетая на него разъемная втулка с внутренней резьбой. При вращении вала втулка с резцом перемещалась вдоль обрабатываемой детали. С введением самоходного суппорта отпала необходимость держать резец в руках во время работы. Это намного облегчало труд токаря и, главное, послужило толчком к созданию в станках узлов с автоматическим движением. С тех пор и началась автоматизация в машиностроении.

Автоматизировал мальчик

Водяной двигатель устанавливали на реке, ветряной двигатель работал, если был ветер. Но развивающейся промышленности необходим был двигатель, который работал бы независимо от места расположения и метеорологических условий.

Паровые машины француза Дениса Папина и англичанина Сэвери, а позднее Томаса Ньюкомена и Джона Кэлли (начало XVIII в.) создали предпосылки для появления пригодных к использованию паровых машин И. И. Ползунова и Джемса Уатта.

Машина Ньюкомена состояла из котла и цилиндра. Котел вмазывали в печь. Поршень цилиндра стержнем и цепью соединялся с одним концом коромысла. К другому концу цепи прикрепляли штангу насоса. Так откачивали воду на одной из английских шахт.

Автоматизация паровых машин началась с парораспределительного процесса, идея которого, по преданию, принадлежит одному английскому мальчику, работавшему на паровой машине.

Мальчик Гемфри Поттер должен был открывать кран для впуска пара из котла в цилиндр. Под давлением пара поршень поднимался вверх. Потом мальчик закрывал паровой кран и открывал кран для впуска холодной воды в цилиндр, под поршень. Пар конденсировался. Давление падало, и поршень опускался под действием собственной массы. Движение поршня передавалось штанге насоса.

Чтобы вызвать новое движение поршня в цилиндре, следовало повторить все сначала. Открыть кран ... закрыть кран. И так бесконечно. Утомительное однообразие. Мальчику же хотелось играть со сверстниками, и он нашел выход из создавшегося положения: привязал веревками рукоятки кранов к качающемуся коромыслу. Теперь машина сама открывала и закрывала краны при определенном положении коромысла. Увеличилась скорость работы машины от 6—8 до 15—18 ходов за минуту. Впоследствии веревки были заменены металлическими стержнями. Так мальчик, с тем того не предполагая, автоматизировал процесс парораспределения паровой машины и положил начало автоматическому регулированию тепловых процессов.

Автоматический регулятор И. И. Ползунова

В XVIII в. станки в движение приводило водяное колесо. Выдающийся русский изобретатель и теплотехник И. И. Ползунов заметил, что водяное колесо часто останавливается, и решил «водяное руководство пресечь». В 1763 г.

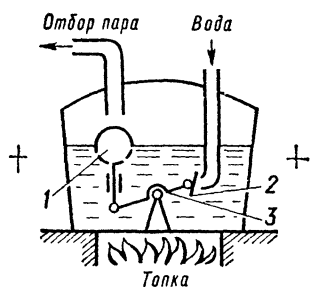


Рис. 11.

он разработал проект универсального парового двигателя, впервые сконструировал автоматический регулятор питания котла водой.

На рисунке 11 изображена схема автоматического поплавкового регулятора уровня воды в паровом котле. При снижении уровня воды в котле поплавок 1 опускался, рычаг 2 заслонкой 2 приоткрывал отверстие для впуска воды в котел. И наоборот, при увеличении уровня воды поплавок поднимался, и заслонка закрывала трубу.

Изобретение первого регулятора для парового котла положило начало автоматизации котельных установок.

Сегодня в котельных установках используются автоматические приборы давления пара, температуры, уровня, регуляторы питания котла водой, топливом, воздухом и др. Автоматические системы взаимосвязанно ведут регулирование параметров. Принцип поплавковых измерителей и регуляторов уровня, изобретенные более двухсот лет назад,

широко используется в современных автоматических устройствах.

Но в царской России имя талантливого русского теплотехника И. И. Ползунова и его изобретение — автоматический регулятор — были забыты.

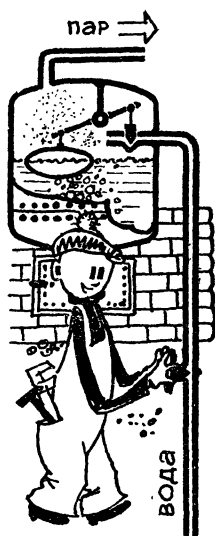
Патент № 1432

У английского столяра Уатта было два сына. Одного учили коммерческому делу. Другой, Джемс, с детства проявил склонность к механике. Делал игрушки, модели. Много читал, интересовался разными науками. Работал механиком при университете в Глазго.

В 1763 г. Джемс открыл мастерскую. Через год ему поручили отремонтировать «огневую» машину Ньюкомена. Джемс Уатт стал исследовать причины неудовлетворительной работы паровой машины. Он годами работал над ее усовершенствованием: изготавливал детали, собирал и испытывал машину. После многих опытов и конструктивных изменений долголетний труд Джемса увенчался успехом. Поршень двигался под действием пара не только вверх, но и вниз: пар поступал в цилиндр поочередно по обе стороны поршня.

В 1784 г. Джемс Уатт получил патент на центробежный регулятор скорости оборотов.

Регулятор (рис. 12)¹ соединен с валом паровой машины. При увеличении числа оборотов вала 1 регулятора под действием центробежной силы шары 2 расходились, поднимаясь на шарнирах, и тянули за собой муфту 3. Через рычаг 4 движение передавалось задвижке 5, которая перекрывала отверстие для впуска пара в цилиндр паровой машины. Число оборотов машины при этом уменьшалось, а регулятор увеличивал подачу пара. Вращение вала паровой машины становилось равномерным.



¹ Схема упрощенная.

Задача регулятора — автоматически поддерживать постоянное число оборотов вала. Центробежные регуляторы Уатта и сейчас используются для регулирования скорости вращения вала машин-двигателей, например гидротурбин.

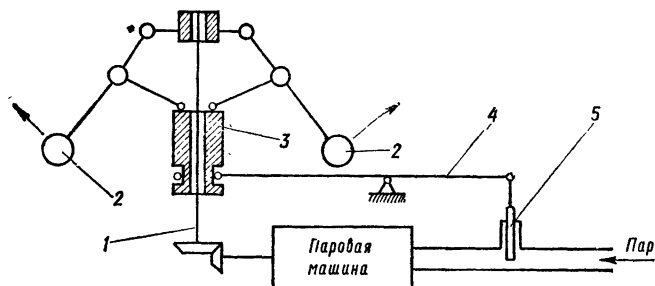


Рис. 12.

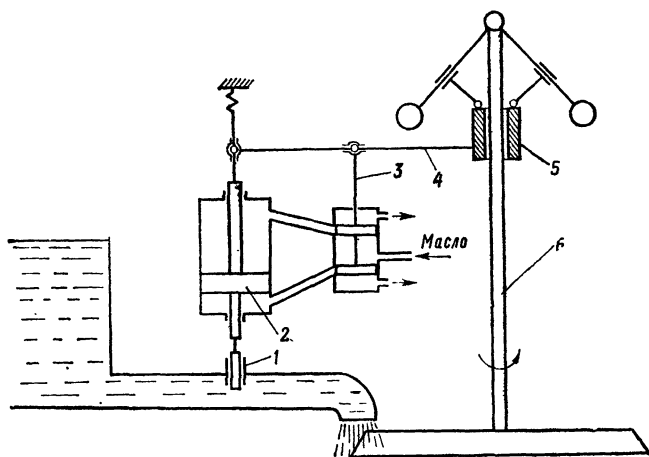


Рис. 13.

На рисунке 13 показана упрощенная схема автоматического регулирования скорости вращения турбины на гидроэлектростанции.

При увеличении числа оборотов вала 6 гидротурбины муфта 5 переместится вверх и заставит рычаг 4 передвинуться вверх. Вместе с рычагом изменит свое положение и шток 3

поршня золотника. Масло станет поступать в верхнюю полость цилиндра и поршень 2 опустится вниз. Заслонка 1 уменьшит подачу воды к гидротурбине. Скорость вращения вала 6 становится постоянной.

Первый в мире завод-автомат

В 1765 г. на реке Корбалихе (Алтай) Козьма Дмитриевич Фролов, выдающийся русский гидротехник, построил завод для измельчения и промывки золотоносных руд.

Водяные колеса приводили в движение машину, которая дробила руду. Руду от дробильной машины возками подавали к промывному устройству. Механические лопаты перемешивали руду с водой. Дробление руды, транспортирование, перемешивание и промывка — все операции на заводе были механизированы и взаимосвязаны между собой. Механизмы работали от водяного колеса. Управление технологическим и транспортным процессами осуществлялось автоматически. Это был первый в мире завод-автомат.

Однако крепостной строй не способствовал развитию механизации и автоматизации производства. Дешевой рабочей силы было достаточно, и заводчики не заботились об облегчении тяжелого труда на золотых приисках. И только в годы Советской власти механизация и автоматизация производства стали основными направлениями технического прогресса.

Командуют отверстия

Станки с программным управлением и электронно-вычислительные машины работают по программе. Программоношителем может быть бумажная лента или перфокарта с нанесенными на ней в определенной последовательности отверстиями, магнитная лента или диск.

Рассмотрим первый бумажный программноноситель. Ленту закладывают в управляющий элемент между щеточками и токопроводящей пластинкой. Щеточки ощупывают движущуюся ленту и если попадают в отверстия, то приходят в контакт с расположенной под лентой токопроводящей пластиной. Замыкается электрическая цепь исполнительного механизма машины, т. е. включаются или выключаются какие-то узлы станка.

В других автоматических устройствах наших дней управляющее устройство состоит из фотоэлемента, осветительной лампы и карты с отверстиями. Свет проходит через отверстия карты, падает на фотоэлемент, и возникают электрические командные импульсы для исполнительного механизма.

Идея нанесения программы на ленту в виде отверстий, расположенных в определенном порядке, возникла еще в начале XIX в., когда появилась необходимость увеличения производства ткани: малопроизводительные ткацкие станки не удовлетворяли возросших потребностей наполеоновской армии в материале для солдатских шинелей.

Ткацкий станок непрерывно совершенствовался, но стал автоматическим только после внесения коренных изменений в его конструкцию.

Принцип автоматического управления разработал сын французского ткача механик Жозеф Марти Жаккар. Он закодировал работу машины с помощью отверстий на картонной карте. Карты с отверстиями соединялись последовательно между собой и образовывали ленту, которая подавалась непрерывно в станок. Над движущейся лентой находились иглы. Когда иглы попадали в отверстия карты, они проходили сквозь них, и в результате работы особых устройств станка на ткани оставался узор.

Это не просто изобретение, это — технический переворот, повлиявший на усовершенствование машин в различных производствах. Принцип программного управления широко используется в современной автоматике.

Управление объектом на расстоянии

В октябре 1812 г. жители Петербурга собрались на берегу Невы. Присутствовал даже Александр I. 26-летний электротехник Павел Львович Шиллинг, будущий изобретатель телеграфа, демонстрировал опыт по управлению взрывом подводных мин на расстоянии. Мину, медные трубки с древесным углем и источник электрического тока спрятали под водой. К медным трубкам присоединили провода и вывели их на берег. Получили электрическую цепь управления. Электрическая цепь замыкалась, зажигалась электрическая дуга между двумя угольными стержнями, и мина взрывалась.

Впервые в мире было осуществлено управление объектом (миной) на расстоянии.

Электрические солнца А. И. Шпаковского

В. В. Петров открыл электрическую дугу. Б. С. Якоби и другие сделали попытки использовать дугу для освещения. Но дуга без помощи человека гореть не хотела: угли обгорали, и расстояние между их концами увеличивалось. Чтобы дуга не погасла, нужно было вручную постоянно регулировать зазор между углями.

Появилась потребность в устройстве, которое сближало бы концы углей по мере их сгорания и тем самым обеспечивало бы постоянное горение дуги. Нужен был автоматический регулятор.

В 1856 г. в Москве площадь перед Лефортовским дворцом во время торжеств по случаю коронации Александра II внезапно озарилась необычным светом. Над площадью вспыхнули «электрические солнца». Впервые в мире было применено электродуговое освещение.

«Электрическое солнце» изобрел А. И. Шпаковский. Он разработал конструкцию регулятора к дуговой лампе. Часовой и электромагнитный механизмы поддерживали постоянное расстояние между концами углей.

Позднее русский ученый В. Н. Чиколев усовершенствовал регулятор для дуговых ламп, освободив его от недостатков, имеющих в конструкции регулятора А. И. Шпаковского и его современников. В. Н. Чиколев заменил пружины электромагнитом. При сгорании углей зазор между ними более продолжительное время оставался неизменным.

Автоматическая защита

Дуговая лампа, несмотря на усовершенствование, имела существенный недостаток. При израсходовании углей мог наступить аварийный режим работы генератора под влиянием резкого уменьшения нагрузки сети. Для предупреждения аварии в схему регулятора вводилось реле автоматической защиты. Электромагнитное реле автоматически подключало сопротивление взамен потухших дуговых ламп.

Так впервые в истории автоматизации в 1880 г. появилось устройство электрической защиты. Изобретатель — артиллерийский офицер М. Н. Карманов.

Первый в мире комплексно-автоматизированный агрегат

В 1856 г. в Москве во время коронационных торжеств произошло еще одно интересное событие.



На площади Лефортовского дворца хор и оркестр в 3 тыс. человек исполняли государственный гимн. И вдруг вместо ожидаемых звуков барабана послышались пушечные выстрелы со стороны речки Синички. Как же могли в такт мелодии стрелять пушки, расположенные не на площади, а на берегу реки? И кто же командовал орудиями?

Автором забавной выдумки оказался русский изобретатель и исследователь в области ракетной техники, артиллерии и электроавтоматики К. И. Константинов — главный распорядитель фейерверка на торжествах.

Дирижерский пульт изолированной проволокой соединялся с орудиями батареи, расположенной на берегу реки. При нажатии клавиш гальваническая батарея соединялась с какой-либо электрической цепью, которая управляла одним из орудий.

Событие замечательно не тем, что было применено управление пушками на расстоянии (П. Л. Шиллинг еще в 1812 г. дистанционно управлял взрывами мин на Неве), а тем, что впервые в мире объектами на расстоянии управляли с пульта клавишной системы.

К. И. Константинов — видный деятель XIX в. в области конструирования, производства и применения боевых ракет. Он ввел механизацию и автоматизацию в производство ракет и впервые применил реле времени, широко используемое современной автоматикой.

Константинов автоматизировал процесс набивки ракет, соединив автоматический контроль, регулирование и управление в одном агрегате (при помощи механических и гидравлических устройств).

К. И. Константинов изобрел и первую в мире электрос-автоматическую систему для измерения скорости полета снарядов в своей электробаллистической установке.

Первая в мире централизованная система управления

1865 год. Фрегат «Севастополь» вышел в море. На палубе группа офицеров собралась возле какого-то предмета. А. П. Давыдов, талантливый изобретатель, объяснял созданное им устройство — централизованную систему автоматического управления пушками судовой артиллерии. Центральная станция управления соединялась с электромагнитными замками, которые управляли запалами артиллерийских орудий. В электрическую цепь системы были включены рулевой аппарат, гальванические индикаторы и кренометры, а также счетно-решающее устройство. Электрическая цепь питалась от батареи и имела «три главных перерыва». Если цепь замыкалась во всех трех, производился выстрел или залп из всех орудий.

«Один из перерывов гальванической цепи системы замыкался автоматически, когда сосредоточенные прицельные линии орудий в горизонтальном наведении придут в совпадение с направлением поражаемого предмета; второй перерыв замыкается по воле управляющего стрельбой в то время, когда им признается необходимость выстрела или залпа; наконец, третий перерыв у кренометра замыкается автоматически, когда судно своей качкой приводит сосредоточенные прицельные линии орудий в совпадение с направлением поражаемого предмета в вертикальном наведении»¹.

Для замыкания «перерыва» в электрической цепи системы рулевой должен был придать судну определенное направление. «Третий перерыв» замыкался кренометром. Этот прибор имел стрелку, надетую на ось. Одним концом она показывала крен судна, а вторым воздействовала на мед-

¹ Приемы при автоматической стрельбе системы Давыдова. Морской сборник, 1878, № 9, с. 145—158.

ный шар, лежащий на горизонтальной деревянной доске. Шар замыкал или размыкал электрическую цепь.

Самое интересное, что в системе Давыдова было счетно-решающее устройство. Вот что писал А. П. Давыдов: «В моем автоматическом способе придания надлежащих углов возвышения орудиям требуется автоматически и моментально решить квадратные уравнения, т. е. сообразно передвижениям поражаемой цели, определяемым дальномером, придавать мгновенно и автоматически соответственные углы возвышения орудиям»¹.

А. П. Давыдов впервые в мире разработал автоматическую систему управления несколькими объектами.

Наблюдательный пассажир

Поезд, постукивая колесами, шел в Петербург. В одном из вагонов сидел молодой человек, ничем не привлекавший внимания. Из купе вышел проводник. Подошел к термометру, висевшему на стене, посмотрел на него и вновь скрылся в купе. Так повторялось много раз в течение дня.

У пассажира, наблюдавшего за действиями проводника, возникла идея: устроить прибор, которым можно было бы измерять температуру в вагоне, не выходя из купе. Так внимательное наблюдение привело к мысли создать автоматический прибор для сигнализации на расстоянии.

В 1874 г. был изобретен автоматический сигнализатор температуры. Его изобрел П. Н. Яблочков, видный русский электротехник, имя которого после изобретения электрической свечи (1876 г.) стало известно всему миру.

Прибор состоял из двух термометров, соединительных проводов, батареи, катушки индуктивности и двух светящихся трубок. Когда температура в вагоне повышалась, ртуть в одном из термометров, поднимаясь по трубочке, замыкала цепь, и катушка включала светящуюся трубку: проводник получал информацию о том, что температура в вагоне превысила нормальную. При понижении температуры загоралась другая светящаяся трубка.

¹ Центр. гос. архив Военно-Морского Флота СССР. Ф. 427, оп. 2, д № 27, за 1890 г.

Рождение автоматики как науки

Следует заметить, что слово «автоматика» происходит от греческого слова «аутоматос», что означает: самодействующий.

Самодействующие ловушки, занимательные игрушки, часы, регуляторы создавали в глубокой древности, в средние века и в период промышленного переворота XVIII—XIX веков. Автоматика как отрасль техники появилась еще до нашей эры, а как наука — в XIX веке. Вначале были разработаны принципы автоматического регулирования. Н. И. Ползунов впервые применил принцип регулирования по отклонению регулируемой величины (поплавковый регулятор уровня воды в паровом котле). В 1829 г. французский механик Понсель предложил принцип регулирования по возмущению. В 1845 г. немецкие изобретатели братья Сименс осуществили новый принцип регулирования — по производной.

Во второй половине прошлого века русские электротехники К. И. Константинов, А. И. Шпаковский, В. Н. Чиколев, А. П. Давыдов, Н. И. Захаров, П. Н. Яблочков и другие отечественные и зарубежные изобретатели создали целый ряд сложных по конструкции автоматических регуляторов, устройств и систем.

К существующим в те времена объектам автоматизации (электродуговая лампа, паровая турбина, станки и др.) прибавились появившиеся в промышленности электродвигатели, двигатели внутреннего сгорания и др. Таким образом, увеличилось число и номенклатура объектов автоматизации. Развитие техники потребовало создания теории автоматического регулирования.

В 1868 г. появилась статья известного английского физика Джемса Максвелла «О регуляторах». Она положила начало возникновению теории автоматического регулирования. Однако научная работа не нашла практического применения. Основы теории автоматического регулирования заложены в работах известного русского механика и математика И. А. Вышнеградского «О регуляторах прямого действия» (1872 г.) и «Об общей теории регуляторов» (1876 г.) Так на стыке двух наук — механики и математики — рождалась автоматика как наука.

Волчок-гирискон

С волчком все знакомы с детства. Красочный, поющий, крутясь, он с удивительным упрямством сохраняет вертикальное положение оси своего вращения. Вот это свойство волчка заметил и использовал в своем изобретении К. Э. Циолковский, выдающийся русский ученый, основоположник космонавтики. В 1894 г. в своей книге¹ он разработал схему автоматического помощника пилота. Им оказался волчок-гирискон, поддерживающий устойчивый курс летательного аппарата. Данное изобретение, как и многие другие, не нашло должного признания у представителей науки в дореволюционное время. Но с развитием самолетостроения волчок-гирискон использовали в авиации.

Однако современные летательные аппараты развивают большие ускорения, и гирискон стал непригодным для использования в авиационной и космической технике. Необходимо разработать новый прибор, отвечающий современным требованиям. По какому же принципу конструировать такой прибор? И инженеры обратились к природе.

Присмотрелись к насекомым и увидели, что некоторые двукрылые имеют жужжальца — задние крылышки. При полете они постоянно вибрируют, совершая круговые движения. При изменении направления полета жужжальца, как и волчок, сохраняют неизменными свои оси вращения. Это вызывает натяжение черешка, с которым соединены жужжальца. Возникают сигналы, которые посылаются в мозг насекомого и информируют его об изменении направления полета.

Работа этого органа заинтересовала ученых и инженеров. Был создан новый пластинчатый вибрационный прибор — геротрон. Он сменил гирискон в авиации.

Реле

В 30-х годах нашего века автоматику стали внедрять на паровых турбинах, электроприводах к станкам, на гидро- и теплоэлектростанциях, на транспортных системах шахт. Автоматика управляла процессом горения в топках паровых котлов, доменных и мартеновских печей. В черной

¹ Циолковский К. Э. Аэроплан, или птицеподобная / авиационная / летательная машина. Собрание соч., т. 1. М., Госкультпросветиздат, 1951.

металлургии были автоматизированы трудоемкие процессы подготовки руды, кокса и других материалов, а также загрузка их в доменную печь.

Развивалась релейно-контактная электроавтоматика, которая давала возможность автоматически управлять большими мощностями, используя малые управляющие воздействия. В релейной автоматике основной элемент — реле. Оно замыкает и размыкает электрическую цепь при достижении управляющей величиной определенного значения.

Электромагнитное реле (рис. 14) состоит из электромагнита 1, подвижного якоря 2 и контактной группы 3. При

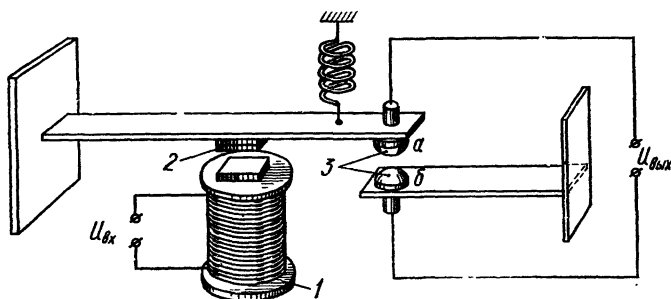


Рис. 14.

возрастании входного напряжения $U_{вх}$ до определенного значения в обмотке электромагнита 1 возникает магнитное поле, которое притягивает подвижный якорь 2. Подвижный контакт а соединяется с неподвижным контактом б, т. е. замыкает цепь, в которую включен электродвигатель, сигнальная лампочка или другое устройство. Вначале выходной сигнал $U_{вых}$ равен нулю, а при замыкании контактов а и б он скачкообразно достигает максимального значения. При снятии входного сигнала $U_{вх}$ якорь 2 под действием пружины возвращается в прежнее положение, и контакты размыкаются. Откуда пошло название «реле»? Когда не было ни автомобильного, ни железнодорожного транспорта, люди ездили в кибитках и на санях, «на перекладных», сменяя на почтовых станциях лошадей. Перепряжка лошадей по-французски — реле (relais). Этим словом в XIX веке называли устройство для усовершенствования телеграфа.

Реле широко применяются в технике. Только на космическом корабле «Восток» 760 электромагнитных реле и переключателей. Реле могут соединять и размыкать не только электрические, но пневматические и гидравлические цепи. Отсюда и их названия: электрические, пневматические и гидравлические реле.

От цепочки людей к поточной линии

Знаете ли вы, какую обувь носили в старину? Древние египтяне — сандалии из папируса, да и то не все, а только женщины высших сословий. В Древнем Риме и в Греции юноши и рабы обходились без обуви. Женщины и мужчины богатого сословия носили сандалии, а эдилы¹ — красные башмаки. В Древней Руси любили сапожки, а в Европе модно было красоваться в башмаках с носками длиной до 20 см.

Раскраивал кожу и шил верх мастер. К мягкому верху кожи, натянутой на колодку, крепился низ. Эту работу выполнял подмастерье. Отделочные работы — снова мастер. Итак, пооперационный метод изготовления обуви применялся ремесленниками задолго до промышленной революции XVIII в. От мастера к подмастерью и опять к мастеру. Цепочка из двух-трех человек.

В начале прошлого столетия к этой цепочке присоединилось еще несколько человек. Рабочие лепили мучные изделия. От одного к другому передвигали поднос с галетами. Каждый рабочий должен был выполнять свою операцию за определенное время, чтобы не задерживать поднос. Так образовалась поточная линия на выпечке морских галет на одной из английских фабрик.

Примерно 120 лет назад появилась поточная линия из цепочки обвальщиков на бойне. Рабочие поочередно срезали ножами с подвешенной туши мясо.

В годы первой мировой войны Генри Форд, владелец автомобильных заводов в Америке, применил поточный метод сборки автомобильных двигателей. Прогрессивный сам по себе, этот метод в условиях капитализма оказался, по словам В. И. Ленина, системой выжимания пота. Работать на поточных линиях было тяжело: труд монотонный, однообразный, а темп — высокий. Чтобы повысить произ-

¹ Эдилы — выборные должности в Древнем Риме.

водительность труда, некоторые операции по сборке передали станкам с автоматической сменой инструмента: к вращающейся заготовке подводился инструмент, производилась рабочая операция, затем подводился другой инструмент и т. д. Так было создано высокопроизводительное оборудование — станки-автоматы.

Поточные линии есть и на социалистических предприятиях, но у нас постоянно заботятся о том, чтобы облегчить труд человека, работающего на конвейере.

Токарный автомат

В школьных мастерских вы ознакомились с токарным станком и работали на нем. Основные узлы станка: станина, передняя бабка, в которой расположен шпиндель с коробкой скоростей, суппорт с режущим инструментом, задняя бабка, коробка подач, электродвигатель и система управления. Используют токарные станки в условиях единичного и мелкосерийного производства. При массовом производстве, когда необходимо вытачивать тысячи деталей (валы, втулки), применяют токарные автоматы.

Многие токарные полуавтоматы и автоматы, кроме перечисленных узлов имеют не один, а несколько шпинделей (до 8) и суппортов (до 6), коробку автоматики с устройством автоматического управления циклом работы, пульт управления и другие узлы.

На токарных полуавтоматах токарь сам устанавливает заготовку, включает станок и снимает готовую деталь. На токарных автоматах все операции, т. е. подача материала в станок, обработка детали, контроль размеров, снятие детали со станка, производятся автоматически, т. е. без непосредственного участия рабочего. Кроме того, на станках-автоматах автоматически изменяется скорость вращения шпинделя, выключается станок при израсходовании заготовок или аварийной ситуации. На рис. 15 изображена кинематическая схема простейшего токарного автомата для резки коротких заготовок из проволоки. Бухту проволоки 17 надевают на стержень. Конец проволоки продевают через механизм 19 подачи и правки проволоки роторного типа, через механизм 20 заднего и среднего зажимов и через резцовую головку 24 и закрепляют в механизме 26 переднего зажима обрабатываемой заготовки. Проволока, заправленная таким образом в станок, не вращается, а

только перемещается в продольном направлении. Отрезают проволоку резцами. Два или три резца крепятся в суппортах 25 резцовой головки 24. Головка с резцами приводится во вращение электродвигателем *М* через плоскоременную передачу со шкивами 1 и 21. Тот же электродвигатель приводит в движение и все остальные механизмы станка. Вращение от вала электродвигателя через эластичное сое-

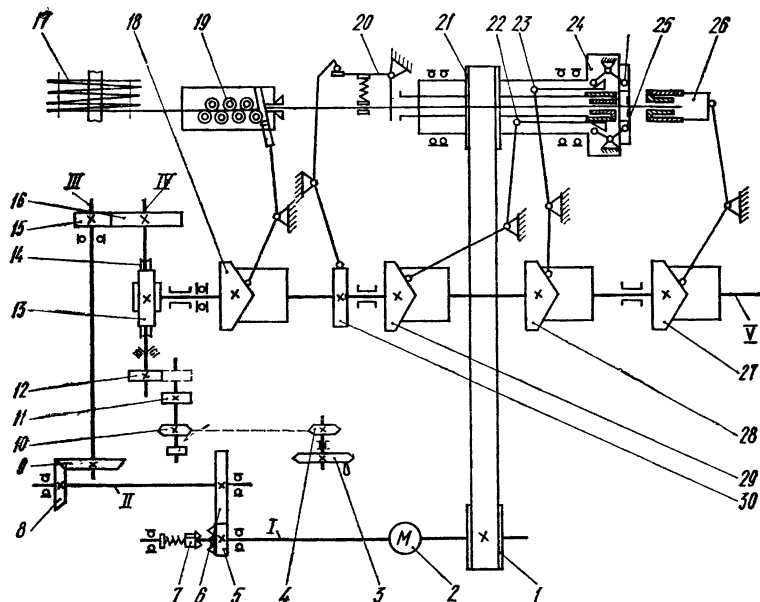


Рис. 15.

динение передается на вал *I* и через цилиндрическую зубчатую передачу 5—6 на вал *II*, а от него — конической передачей 8—9 на вал *III*.

Вращение вала *III* через шестерни 15—16 передается на вал *IV*. На валу *IV* насажен червяк 13, а на валу *V* — червячное колесо 14. Червячной передачей 13—14 вращение передается на вал *V*. На валу *V* расположены пять кулачков: 18, 30, 29, 28 и 27. Кулачок 18 рычагом подает проволоку. Кулачок 30 приводит в движение механизм 20 для зажима проволоки, кулачки 28 и 29 — механизмы 22 и 23 подачи суппортов 25 на резцовой головке и кулачок 27 — механизм

26 переднего зажима обрабатываемой заготовки. Зубчатая муфта 7 отключает или включает вращение вала *V* от электродвигателя *M*. При наладке возникает необходимость вручную поворачивать вал *V*. Это производят рукояткой 3, через цепную передачу 4—10, зубчатую передачу 11—12 и червячную передачу 13—14.

Советские станки-автоматы поставляются во многие страны мира.

На машиностроительных предприятиях станки-автоматы и полуавтоматы, связанные между собой транспортными и загрузочными устройствами, образуют автоматические и полуавтоматические линии. Автоматические линии работают без непосредственного участия человека, обеспечивая высокую производительность труда, качество продукции и культуру производства.

Станок с числовым программным управлением

На предприятиях машиностроительной, металлообрабатывающей и металлургической промышленности более 50% всего парка металлорежущих станков выпускают серийную, мелкосерийную или единичную продукцию. Использование станков-автоматов в этих случаях, как показала практика, неэкономично, так как их переналадка на выпуск новой продукции связана с большими затратами. Для мелкосерийного производства потребовались новые средства автоматизации. В связи с этим и были созданы станки с числовым программным управлением (ЧПУ). В станках с ЧПУ программа обработки задается не в виде кулачков, как в токарном автомате, а в числовой форме на перфолене или магнитной ленте. На ленте отмечается траектория движения режущего инструмента.

Токарный станок с ЧПУ (рис. 16) имеет: автоматическую коробку скоростей 6; поворотный резцедержатель 2 для крепления шести инструментов; суппорт 3; привод 5 подачи суппорта в продольном направлении, состоящий из шагового электродвигателя, гидромотора и управляющего золотника; привод 1 подачи суппорта в поперечном направлении, электронное устройство с ЧПУ для управления станком (на рисунке не показано), заднюю бабку 4.

Допустим, на станке с ЧПУ нужно выточить ступенчатый валик (рис. 17). Резец при этом должен из начального положения (точка *a*) переместиться в точку *б* (по оси *Y*

ствует одному импульсу. Сколько же импульсов нужно подать, чтобы резец переместился, допустим, из точки *а* в точку *б*?

Известно, что при подаче одного импульса резец перемещается на 0,01 мм. Следовательно, для перемещения резца на 2 мм нужно подать на шаговый электродвигатель привода поперечной подачи 200 импульсов (на перфоленте нужно пробить 200 отверстий на дорожке $+y$). Для перемещения резца из точки *б* в точку *в* на расстояние 40 мм нужно подать на шаговый электродвигатель привода продольной подачи 4 тыс. импульсов (пробить на дорожке $+X$ перфоленты 4 тыс. отверстий) и т. д.

Программу, записанную на перфоленте, пропускают через считывающее устройство (рис. 19). Каждое отверстие обеспечивает считывание одного импульса при прохождении светового луча через отверстие и попадании его на фотозлемент 1.

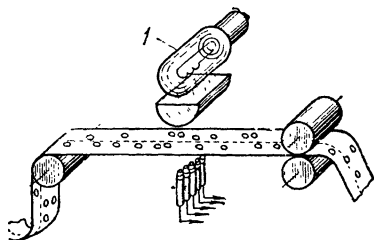


Рис. 19.

Станок с ЧПУ имеет ряд преимуществ по сравнению с другими станками. При переходе цеха на производство новой детали не требуется изготавливать оснастку и приспособления, не обязательна высокая квалификация рабочего. Достаточно лишь заменить программу. А это позволяет быстро перевести производство на выпуск новой продукции. Сроки подготовки производства сокращаются на 50—70%. Станки с ЧПУ обеспечивают высокую точность изготовленной продукции. Их можно подключить к ЭВМ, которая будет управлять группой станков. Это еще один шаг к комплексной автоматизации. Станок с ЧПУ заменяет до восьми обычных станков.

По программе для обработки одной детали на станке с ЧПУ требуется не один метр бумажной ленты. С целью экономии и по ряду других причин для управления станками используют микро-ЭВМ с программами, записанными на магнитных лентах или дисках, и микропроцессоры.

Первая в СССР автоматическая линия

Операции установки заготовки в станке, снятия ее со станка и доставки на конвейер долгое время не были механизированы. Работу эту выполнял человек. Работа трудоемкая, однообразная, сдерживающая рост производительности труда.

Как же механизировать и автоматизировать эти операции?

В 1939 г. слесарь-монтажник Сталинградского тракторного завода И. П. Иночкин выстроил пять токарных станков в ряд. Соединил их автоматическими конвейерами. Обработка заготовок на станках и их перемещение между станками производились автоматически. Линия изготавливала тракторные гусеницы, заменив таким образом 10 токарных станков и 12 рабочих.

Так была создана первая в СССР автоматическая линия, которая состояла из станков-автоматов, межстаночных транспортеров и механизмов управления.

Сейчас в нашей стране работают десятки тысяч механизированных и автоматизированных линий. На Московском автомобильном заводе им. Лихачева их действует около двухсот. Конвейер, протяженностью до 10 км, оборудован программным управлением для автоматического распределения деталей на рабочих местах.

На 1 июля 1979 г. по всей стране работало 136,2 тыс. механизированных и 24,3 тыс. автоматических линий. Число комплексно-механизированных и автоматизированных участков и цехов достигло 83,5 тыс., предприятий — 6,1 тыс. Автоматические линии повышают производительность труда, являются необходимым условием перехода к комплексной автоматизации, способствуют совершенствованию техники, технологии и организации труда.

Автоматизация в нашей стране проводится планомерно. Людские ресурсы, освобождающиеся в результате внедрения автоматизации на предприятии используются на других участках.

Автоматизация в капиталистических странах, осуществляемая с целью увеличения прибылей капиталистов, обобщается бедой для трудящихся. Каждая автоматическая линия, автоматический участок, цех или завод пополняют армию безработных.

Электронный глаз

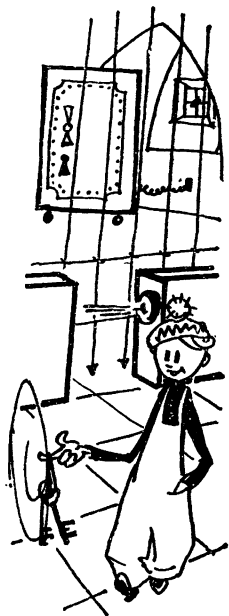
У автомата тоже есть глаза. Такие автоматы следят за толщиной листа на прокатном стане, за размером нити на ткацком станке, считают продукцию на конвейере, видят приближающийся космический корабль во время стыковки и даже служат сторожем.

В одном из районов Нью-Йорка произошло типичное для США происшествие: группа неизвестных вооруженных лиц совершила налет на магазин спортивных товаров. Грабители проникли в магазин, чтобы забрать дневную выручку. Бандиты были опытными, и ни продавцам, ни покупателям не удалось подать сигнал тревоги. Когда же грабители подошли к кассе, раздался вой сирены. К месту происшествия прибыла полиция. Тревогу поднял автоматический сторож.

Объясним принцип работы автомата-сторожа. Главное в нем — фотоэлемент, реагирующий на смену освещенности или смену светового потока. С одной стороны кассы помещают источник света, с другой — приемник света, т. е. фотоэлемент. Источник света (лампа с собирающей линзой) создает параллельный пучок света) закрывается фильтром, пропускающим невидимые для глаз человека инфракрасные лучи. Они, попадая на фотоэлемент, возбуждают фототок. После усиления ток заставляет срабатывать электромагнитное реле. Когда же световой поток уменьшается или совсем перекрывается, ток в обмотке реле резко уменьшается или исчезает совсем: контакты реле замыкаются и приводят в действие систему сигнализации.

Бандиты, не зная этого, пересекли поток невидимых лучей, и электронный глаз тут же подал сигнал тревоги.

Автоматический сторож имеет широкую область применения. В основу его действия положено явление фотоэф-



фекта, исследованное в конце XIX — начале XX века русским ученым А. Г. Столетовым. От открытия А. Г. Столетова ведет свою родословную современная фотоэлектрическая автоматика.

Хитрая монета и торговый автомат

Вокруг нас автоматы; на улицах, в магазинах, в метро, на вокзале. Одни разменивают деньги, другие продают воду и газеты, открытки и штучные товары. Продавцы-автоматы быстро отпускают товар, освободив человека от однообразной работы.

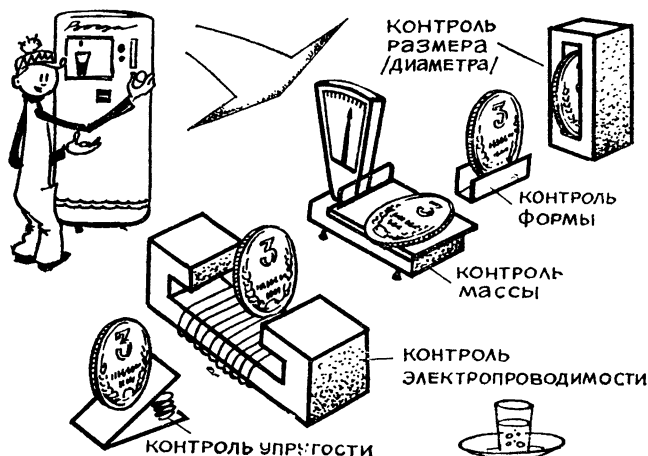


Рис. 20.

Однажды хитрой монете захотелось воспользоваться услугами автомата для продажи газированной воды. Вначале монета прошмыгнула в приемник-цель (рис. 20). Чтобы пройти его, достаточно иметь определенные диаметр и толщину. Дальше ее ожидало другое испытание — контроль формы. Круглые монеты свободно скатываются по наклонной плоскости монетопровода 2 (рис. 21).

«Я тоже круглая», — обрадовалась хитрая монета, пройдя и это испытание.

Впереди еще проверка: соответствует ли масса монеты ее диаметру. Скатившись по монетопроводу, монета попала на площадку 4, которая не повернется вокруг своей опоры 5, если масса и размеры ее не соответствуют массе настоя-

щей монеты, т.к. вращающий момент, созданный левой частью площадки и весом фальшивой монеты, будет меньше момента, созданного правой частью площадки. При этом монета удаляется из автомата.

Хитрая монета умудрилась проскочить между контрольными упорами 1 и 3. Повернула площадку в левую сторону и, не задержанная упором 1, проследовала дальше. Ведь она круглая, как и все монеты, с таким же диаметром.

Скотившись по монетопроводу, монета оказалась в зоне действия магнитного поля электромагнита 6. Здесь она под-

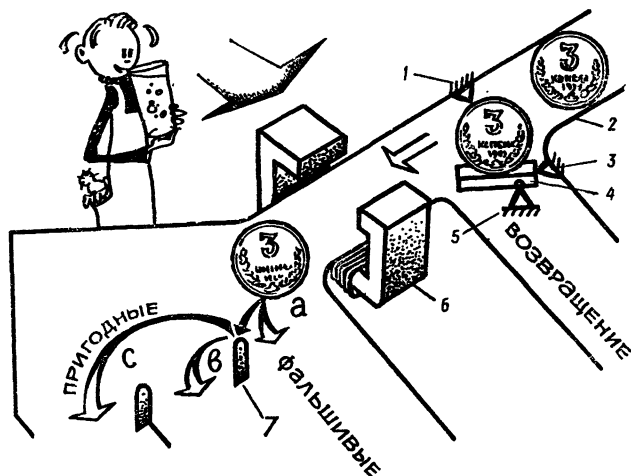


Рис. 21.

верглась испытанию на электропроводимость. Вихревые токи монеты начали взаимодействовать с магнитным полем электромагнита. Образуется выталкивающая сила. Поскольку каждый сплав имеет определенную электропроводимость, то для каждого сплава свойственна и определенная выталкивающая сила.

Настоящая монета выталкивается магнитом и падает на наковальню 7. Обладая определенными упругими свойствами, она отскакивает от наковальни по монетопроводу с траекторией С и подает командный импульс исполнительному механизму, который наливает воду в стакан.

На наковальне 7 монета контролируется на упругость. Изготовленные из разных сплавов монеты имеют и различ-

ные упругие свойства, т. е., даже имея одинаковый вес, монеты отскакивают от наковальни по разной траектории.

Хитрая монета не подозревала, что имеет электропроводимость, отличающуюся от электропроводимости настоящей монеты, и поэтому электромагнит вытолкнул ее с малой силой. Попад на наковальню 7, она не прошла контроль упругости и по траектории *в* упала в желоб, который и удалил ее из автомата. Не обладая электропроводимостью и упругостью настоящей монеты, хитрая монета не выдержала последних испытаний, потому что была фальшивой.

С прибором за гранью чувств

Ежесуточно только в нашей стране проводятся миллиарды измерений: при производстве станков и телевизоров, при выпечке хлеба, в магазине, при изучении атома и планет в космосе. Измеряют более 2 тыс. физических величин — длину, массу, температуру, скорость....

Измерения производят приборами. Мы не знаем состава вещества. Прибор поможет нам узнать. Мы не видим дефектов в стальной заготовке. Прибор определит их.

Человек не воспринимает ультразвук, инфракрасные лучи, не может определить погоду на завтра, проникнуть в глубину недр, увидеть в ночной мгле летающий аппарат. Приборы и системы все это могут. Они значительно расширяют возможности органов чувств человека. С ними человек видит невидимое простым глазом, измеряет, казалось бы, неизмеримое. Из огромного количества приборов наиболее широко распространены электрические. Они измеряют и показывают, записывают показания и даже регулируют, т. е. автоматически поддерживают физическую величину на определенном постоянном значении.

Структурная схема автоматического показывающего, самопишущего и регулирующего прибора изображена на рисунке 22. Датчик *Д* воспринимает изменение физической величины, допустим, температуры, и преобразует в термоэлектродвижущую силу. В измерительной схеме (*ИС*) термоэлектродвижущая сила сравнивается с сигналом x_k , поступившим из уравнивающего устройства (*УУ*). В результате сравнения получен сигнал рассогласования $\Delta x = x - x_k$. После усиления Δx в усилителе (*У*) электрический сигнал подается на исполнительный электрический двигатель (*ИД*), который с помощью устройства

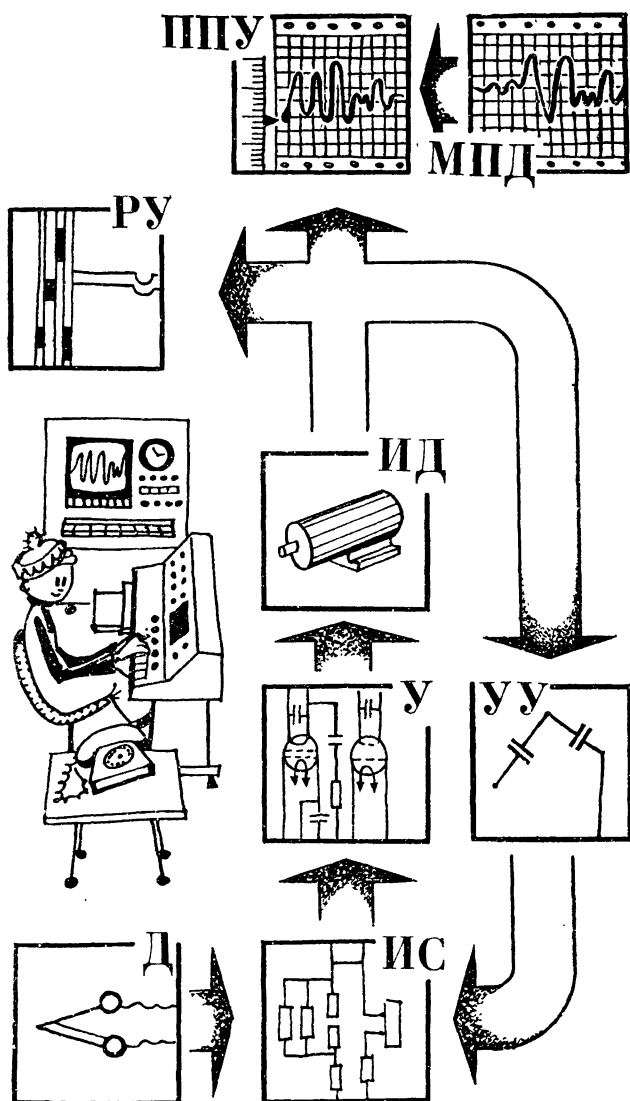


Рис. 22.

(ППУ), передвигая стрелку, показывает значение температуры. МПД — механизм передвижения диаграммной бумаги. На диаграмме автоматически записывается значение температуры. ИД перемещает уравнивающее устройство (УУ), посылающее сигнал x_k , пропорциональный сигналу, поступившему на ИД. ИД также приводит в действие регулирующее устройство (РУ), которое поддерживает постоянное значение температуры.

Система „Контур“

Автоматика как отрасль техники отличается от других отраслей быстрыми темпами развития и обновления. Значительное место среди средств автоматизации занимают

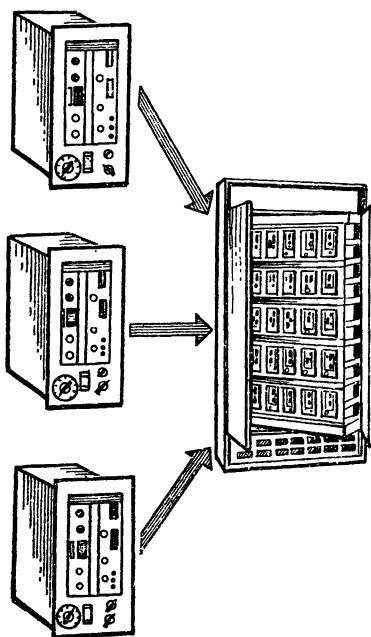


Рис. 23.

электрические электронные приборы и системы. От систем автоматизации, использующих воздух и жидкости, они отличаются быстрым действием и возможностью передавать сигнал на большие расстояния.

На Московском заводе тепловой автоматики создана электрическая система автоматического регулирования технологических процессов «Контур». Система состоит из измерительных, регулирующих и функциональных блоков, помещенных в шкаф (рис. 23). Каждый блок выполняет свои функции. Датчики, расположенные в объектах, воспринимают изменения регулируемых величин и посылают сигналы в измерительный блок. В блоке входные сигналы сумми-

руются и сравниваются с сигналом задания. В результате сравнения образуется сигнал рассогласования. В измерительном блоке сигнал усиливается и направляется в регу-

лирующий или функциональный блок. Заметим, что автоматические регуляторы и системы формируют управляющие воздействия на исполнительные механизмы. При этом они преобразуют усиленный сигнал рассогласования по заданному закону. Есть ряд законов, по которым работают регуляторы и системы. В их числе — пропорциональный закон автоматического регулирования. По этому закону регулятор формирует сигнал, пропорциональный отклонению регулируемой величины от заданного значения. Далее сигнал подается на исполнительный механизм. Сигнал из измерительного блока поступил в регулирующий блок. Здесь он подвергается преобразованию по определенному закону. Функциональный блок формирует электрический непрерывный или прерывистый сигнал. Сигнал подается на исполнительный механизм.

Система автоматического регулирования «Контур» рассчитана на массовое использование в энергетике, металлургии, химической, пищевой и других отраслях промышленности для регулирования давления, расхода, температуры и т. д.

„Коллектив“ регуляторов

В автоматике наметилась тенденция собирать автоматические устройства в «коллективы». Станки-автоматы выстраивают в цепочки, образуя автоматические линии, автоматические приборы собирают в приборные комплексы, автоматические регуляторы — в системы. Линии, комплексы, системы — это «коллективы» с характерными взаимоотношениями (взаимосвязью и взаимозависимостью). Работа автоматической линии зависит от работы каждого станка-автомата. При выходе из строя одного из приборов мы не получим полного представления о ходе технологического процесса. А регуляторы даже подсказывают друг другу, как лучше работать.

Об одной особенности «коллектива» регуляторов мы хотим рассказать на примере системы «Каскад». Она предназначена для автоматического регулирования технологического процесса на электростанции, металлургическом заводе, на предприятиях других отраслей промышленности. Система «Каскад» может производить вычислительные операции, логические преобразования, регулировать давление, расход, мощность, уровень, концентрацию и т. д.

Рассмотрим использование системы «Каскад» для регулирования мощности энергоблока по упрощенной схеме (рис. 24).

Энергоблок теплоэлектростанции состоит из парового котла, турбины и электрического генератора.

Регулятор расхода топлива с датчиком T контролирует подачу топлива (газа) в паровой котел. Регулятор давления с датчиком P регулирует подачу пара на турбину. Регу-

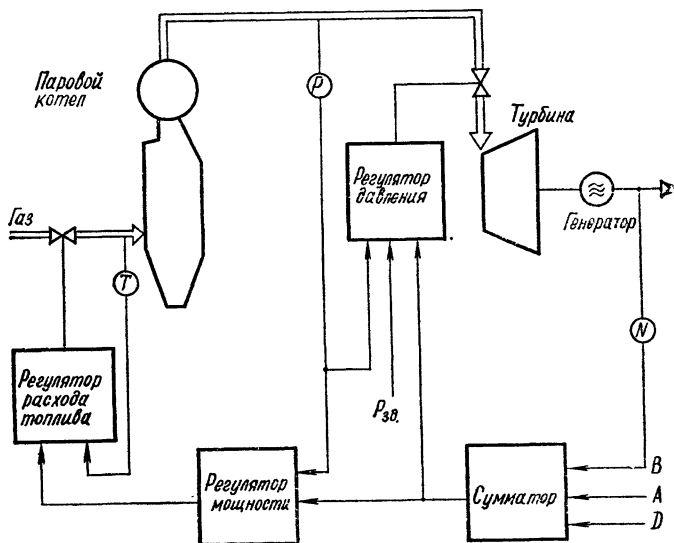


Рис. 24.

лятор мощности приводит выработку тепла паровым котлом в соответствие с потреблением электрической энергии.

На сумматор поступают три электрических сигнала, условно названные нами A , B , D . A — сигнал-задание регулятору поддерживать постоянной определенную мощность; B — сигнал, соответствующий фактическому значению мощности, вырабатываемой генератором; D — сигнал об отклонении частоты электрического тока в сети от заданного значения. В сумматоре все сигналы складываются. Если мощность вырабатываемой электрической энергии меньше заданного значения, то образуется сигнал рассогласования, равный разности действительной и задан-

ной величин, т. е. $A—B$. Регулятор давления, получив сигнал $A—B$, изменяет свое задание $P_{зд}$ на новое, которое сравнивается с помощью датчика P с действительной величиной давления пара, поступающего из турбины. При этом вырабатывается свой сигнал рассогласования. В результате регулятор давления изменяет подачу пара на турбину.

Сигнал рассогласования $A—B$ одновременно поступает и на регулятор мощности. Он изменяет задание регулятору. Регулятор мощности, получив сигнал рассогласования и информацию о давлении пара в паропроводе, изменяет задание регулятору расхода топлива. Он приводит подачу топлива в соответствие с выработкой пара согласно новому значению мощности генератора.

Обратите внимание, задание регуляторам менялось по ступенькам, т. е. по каскадам. Вначале задание вырабатывалось сумматором (1-й каскад), затем регулятором мощности (2-й каскад) и, наконец, регулятором топлива (3-й каскад). Такой вид каскадного регулирования дает возможность вести процесс автоматического регулирования более точно. Один регулятор помогает в работе другому, «подмечает» недостатки в регулировании и «подсказывает», как нужно работать, добиваясь хороших результатов. Чем не дружный коллектив?

Шаги пневмоавтоматики

Вам уже известно, что сжатый воздух применялся в автоматических устройствах еще до нашей эры. Промышленное применение его началось в конце прошлого столетия. Но только в последнее тридцатилетие приборы и системы, использующие энергию сжатого воздуха, получили широкое распространение.

Устройства пневмоавтоматики просты, надежны, безопасны. При помощи таких приборов можно не только измерять и регулировать режимные параметры (температуру, уровень и т. п.), но и извлекать корни, решать логические и алгебраические задачи и т. д. Пневмоавтоматика уверенно проникает в нашу жизнь. Вот этапы ее развития.

До 40-х годов нашего века применялись универсальные приборы, которые показывали, записывали показания и регулировали. Они были громоздкими, возможности их небольшими. Это не позволяло строить сложные системы. Развитие промышленности и управления производством потре-

бовало от универсальных приборов одновременного регулирования нескольких параметров (давления, температуры, расхода и т. п.). Существовавшие приборы выполнить эту задачу не могли.

В конце 40-х годов был предложен новый принцип построения автоматических систем пневмоавтоматики — агрегатный. На щитах управления монтировались стандартные блоки и приборы. Одни служили задатчиками, другие суммировали сигналы, третьи выдавали команды, т. е. каждым блоком, прибором или устройством выполнялась определенная функция в контуре регулирования. Из блоков составляли систему, которая одновременно могла регулировать несколько параметров, т. е. поддерживать постоянные параметры в течение определенного времени или менять их по программе.

Дальнейшее развитие технологии и техники производства требовало от автоматик создания автоматических систем, которые управляли бы технологическим процессом при высоких показателях производительности труда, экономии энергии, качества продукции. Увеличивался круг задач, решаемых автоматикой. Агрегатный принцип не мог удовлетворить требований управления. В конце 50-х годов был разработан элементный принцип построения приборов и систем пневмоавтоматики. Прибор или систему собирали из набора стандартных элементов (сопротивлений, усилителей, задатчиков и т. п.). Монтировались элементы на платах.

Все элементы используют сжатый воздух. Устройства из элементов пневмоавтоматики могут усиливать сигналы, производить вычислительные операции, запоминать сигналы, измерять и регулировать параметры, передавать показания на расстояние.

Регулирует воздух

Для контроля и регулирования параметров в условиях производства широко используется система «Старт», собранная на стандартных элементах.

На рисунке 25 изображена принципиальная схема системы регулирования уровня воды с позиционным релейным регулятором. Система состоит из объекта 1, датчика 6, задатчика 5, элемента сравнения 4, усилителя 3 и исполнительного механизма 2. Ее задача — поддерживать по-

стоянный уровень воды H в баке, т. е. при увеличении расхода воды приоткрывать вентиль, при уменьшении — прикрывать. В трубку, опущенную в бак, подается воздух с постоянным давлением. Давление воздуха в трубке зависит от столба воды в баке: с уменьшением уровня воды давление уменьшается (и наоборот).

Изменение давления в датчике $б$ преобразуется в пневматический сигнал, который поступает в элемент сравнения 4 . Сюда поступает сигнал и от задатчика 5 , который устанавливает давление сжатого воздуха, соответствующее

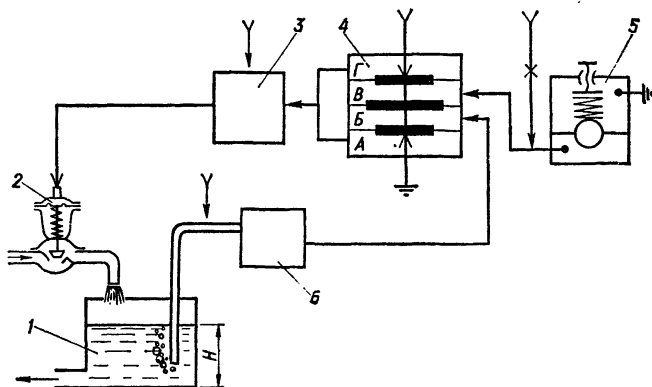


Рис. 25

уровню воды H в баке. Это достигается путем изменения объема нижней камеры, в которую поступил воздух с постоянным давлением. Подпитка воздухом некоторых элементов схемы осуществляется от пневматической системы с постоянным давлением (на схеме показано стрелками с раздвоенными концами). Элемент сравнения имеет 4 камеры с подвижным блоком из мембран и стойки. В камеру $Б$ поступает пневмосигнал от датчика, в камеру $В$ — от задатчика, в камеру $Г$ — воздух питания, а камера $А$ сообщается с атмосферой. В элементе 4 происходит сравнение сигнала, поступившего от датчика, с сигналом задатчика. В результате сравнения образуется сигнал, равный разности двух сигналов, который усиливается в усилителе 3 и воздействует на исполнительный механизм: увеличивается или уменьшается воздействие на мембрану. Мембрана управляет перемещением клапана в вентиле. С увеличением

Н уровня воды мембрана прогибается, преодолевая упругость пружины, стержнем перемещает клапан и прикрывает отверстие в вентиле, уменьшая подачу воды в бак.

Для централизованного управления на предприятиях с непрерывным процессом и с большим числом технологических параметров применяется агрегатный комплекс — система ЦЕНТР, а для управления на производстве с периодическими и циклическими процессами используется система ЦИКЛ.

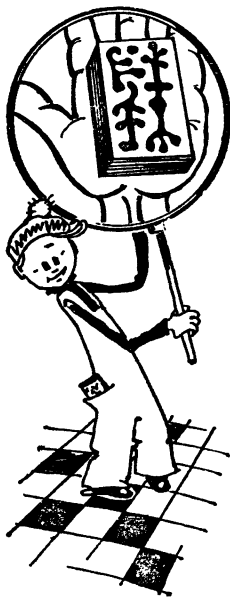
Используются также приборы и элементы струйной техники, основанные на взаимодействии воздушных потоков.

Но об этом в следующем рассказе.

Автоматика на ладони

Нас окружают привычные предметы, обычные явления. Тень, шарик, струя воздуха... Что в них интересного? Тень. Какая от нее польза? Шарик. На что он способен? Струя воздуха...

Тень включает фотоэлектронную автоматику. Шарик способен замыкать электрическую цепь, измерять расход вещества и его вязкость.



Приборы и системы пневмоавтоматики, построенные по агрегатному и элементному принципу, имеют подвижные элементы — заслонки, мембраны, пружины и др. Вследствие этого устройства пневмоавтоматики недостаточно быстро действуют. Струйная техника, или пневмоника, основанная на взаимодействии воздушных потоков, избавлена от этого недостатка. Струя воздуха измеряет температуру, плотность, время, механические усилия при контроле и регулировании технологических процессов в системах управления ракетными установками, в измерительных системах космических кораблей. Скорость действия струйной техники в сотни и тысячи раз больше скорости элементов пневмоавтоматики. Элементы пневмоники просты, недороги,

надежны в работе, не подвержены радиации, пожаро- и взрывобезопасны, работают при вибрациях, высоких и низких температурах.

Устройства с использованием воздушных струй состоят из набора плат. В платах — фигурные вырезы. При наложении плат друг на друга образуются элементы: усили-

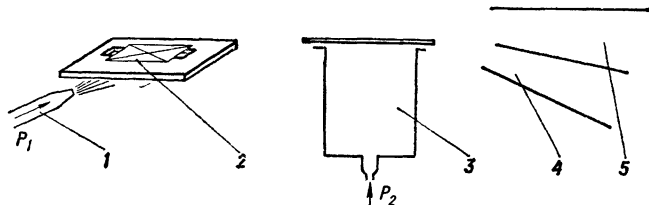


Рис. 26.

тели, сумматоры, дроссели, а также каналы сообщения между элементами. На 1 см² платы может быть более 10 элементов. Это позволяет сделать средства автоматики — приборы и регуляторы — миниатюрными. Струйный регулятор вмещается на ладони.

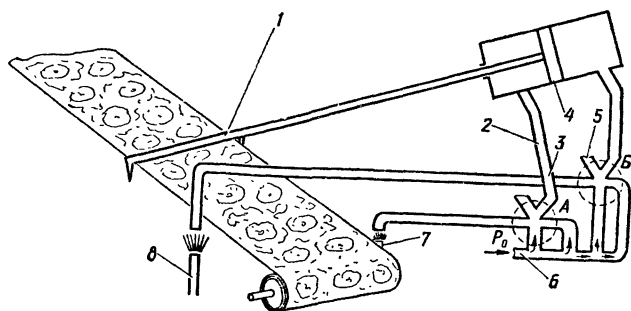
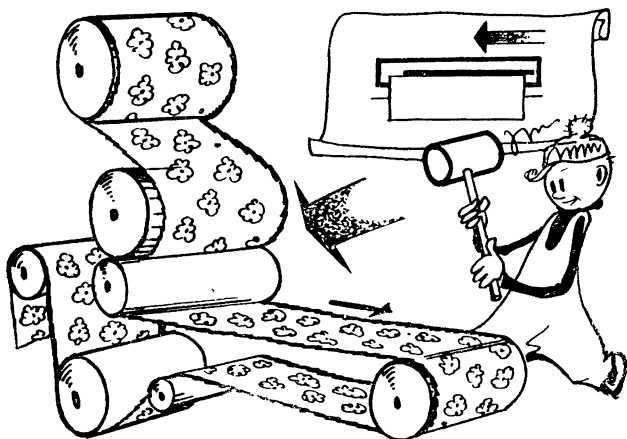


Рис. 27.

Струя воздуха, например, выполняет полезную работу в автомате по сортировке писем. На рисунке 26 изображена схема одного из основных узлов автомата. Из трубки 1 струя воздуха P_1 подает конверт 2 к камере 3, в которую подается воздух с постоянным давлением P_2 . Если вес конверта равен заданному давлению, то он, пролетая над камерой 3, попадает в сортировочный отсек 4. Более легкие письма направляются в сортировочный отсек 5.

На рисунке 27 изображена схема автоматического устройства, которое следит за тканевой или бумажной лентой, наматываемой в рулон, и при отклонении ленты от нормального положения возвращает ее в прежнее состояние.

Воздушная струя с постоянным давлением P_0 поступает в канал 6 и питает струйные элементы А и Б. Поршень 4 в цилиндре связан с рамкой 1, которая смещает ленту. Трубки 7 и 8 предназначены для дополнительного питания системы воздухом. При правильном наматывании ленточного материала в рулон давление воздуха в обеих полостях



цилиндра одинаковое. Поршень 4 занимает среднее положение в цилиндре. Если лента, сместившись влево, немного перекрыла дополнительную струю воздуха, поступающую из трубки 8 в трубку элемента Б, то давление воздуха в нем уменьшится, струя воздуха из канала 6 изменит свое направление и будет выходить в отверстие 5, т. е. наружу. Давление воздуха в правой полости цилиндра тоже уменьшится. Поршень вместе с рамкой 1 начнет двигаться вправо. Лента вновь примет нормальное положение. Устройство работает аналогично и при смещении ленты вправо.

В 1957 г. были испытаны первые струйные реле. Сейчас пневмоника настолько широко распространена, что может конкурировать с электроникой. Приоритет создания струйной автоматики принадлежит Советскому Союзу.

Завод-автомат

Самосвал въехал на весовую площадку 10 (рис. 28). Зажегся красный светофор — автомашина готова принять бетон. Из кабины вышел водитель. Подошел к электронно-вычислительной машине, вставил в нее перфокарту. Завод-автомат включился в работу. Открылось разгрузочное отверстие 9, и через 2—3 мин. кузов самосвала наполнился бетоном.

Управляют работой всего оборудования автоматические устройства. Они, получив команду от вычислительной

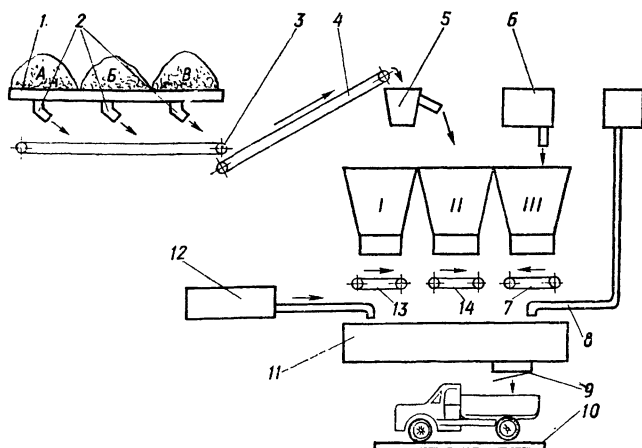


Рис. 28.

машины согласно программе, открывают воронки 2, включают транспортеры 3 и 4, поворотную головку 5, дозаторы 7, 13 и 14, открывают вентили подачи воды и добавок, включают и выключают смеситель. Наполнение и опорожнение бункеров I, II и III происходит автоматически. Как только щебня или песка в бункере I или II станет мало, автомат включает в работу транспортеры 3 и 4, а при наполнении бункеров выключает. Если в бункере III мало цемента, автомат открывает отверстие в трубопроводе 6 для подачи цемента. Дозаторы автоматически взвешивают щебень, песок и цемент.

Работой автоматических устройств управляет вычислительная машина. Она ведет и учет бетона. Управление осу-

ществляется с одного пульта. На заводе в смену работают всего два человека. Физическую работу выполняют машины, умственную — автоматические устройства.

Обслуживающий персонал завода следит за работой механизмов и систем управления, налаживает их и ремонтирует.

Система управления „коллективом“ автоматических устройств

Наверно, не все знают, что первый автомобиль представлял собой повозку с паровым котлом. Скорость регулировалась количеством бросаемых в топку дров. Приборов не было.

С развитием промышленности появились котельные установки. Безопасность их обслуживания требовала контроля уровня воды и давления пара в котле. Появились регулятор уровня воды и манометр. Приборы установили на котле.

Позднее научились управлять подачей воздуха и топлива в топку и регулировать разрежение в дымоходе. Приборов стало больше, для удобства пользования ими их разместили на щите.

С увеличением производительности котла возникла необходимость быстро управлять параметрами. Появились регуляторы питания, разрежения и горения. Они стали помогать человеку управлять. С пульта управления оператор контролировал и корректировал ход технологического процесса. Например, на нефтеперерабатывающем заводе с одного пульта контролируется около ста параметров.

В настоящее время вычислительные машины воспринимают информацию сотен производственных параметров, обрабатывают ее и вырабатывают наиболее эффективный режим ведения технологического процесса.

На Лисичанском стекольном заводе в каждом цехе технологическим процессом управляет вычислительная машина. В составном цехе (рис. 29) составляют шихту (смесь) из компонентов для варки стекла. Автоматические дозаторы четырех дозировочно-смесительных линий готовят порции смесей. Машины транспортируют смесь. Учет расхода сырья, количества готовой шихты и контроль за ее качеством в цехе ведут автоматические приборы. Они же

с поста управления наблюдают за работой автоматов. Управляет дозировочно-смесительными линиями в составном цехе автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУТП), главный элемент которой — управляющее вычислительное устройство. При изменении рецепта состава шихты или состава сырьевых материалов вычислительное устройство вносит коррективы в управление дозаторами.

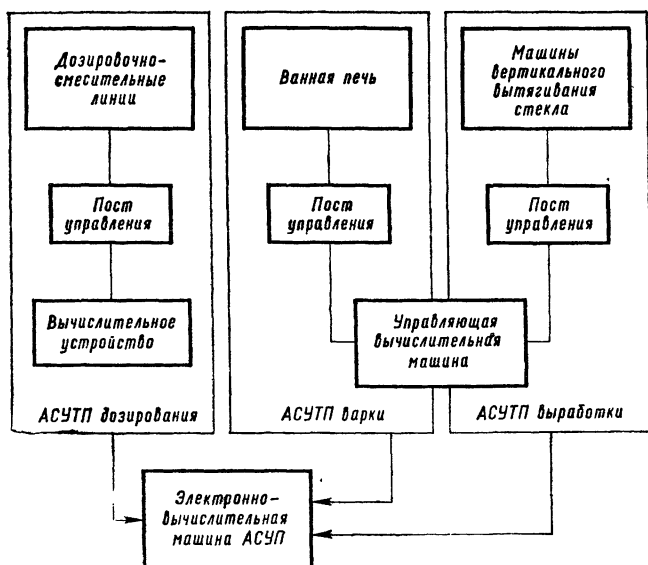


Рис. 29.

АСУТП варки стекла контролирует температуру стекломассы в ванной печи и управляет этой температурой, измеряет расход материалов и энергии, регулирует давление газового топлива, автоматически отключает подачу топлива при исчезновении факела, регулирует давление печи и т. п. Данные о ходе технологических процессов в составном цехе, в цехах варки стекла, о выработке норм рабочими, о затраченных материалах и другие технико-экономические показатели поступают в АСУП — автоматизированную систему управления предприятием.

АСУП — человеко-машинная система

С каждым годом увеличиваются мощности промышленных предприятий, растет объем и номенклатура продукции. Производство становится сложной динамической системой, в которой циркулируют энергетические и материальные, людские и информационные потоки.

Руководитель предприятия, получая поток разнообразной информации о ходе производственного процесса, не в состоянии своевременно принимать решения. Психологические исследования доказывают, что учет более десяти факторов затрудняет принятие решений по управлению. Но отсутствие эффективного управления снижает полноту использования оборудования, качество продукции, повышает ее стоимость. Таким образом, система управления предприятием начала отставать от научно-технического прогресса. Чтобы управлять современным производством, необходимо своевременно получать и качественно перерабатывать многообразную информацию. Создаваемые и действующие в нашей стране автоматизированные системы управления предприятием (АСУП) способствуют значительному повышению производительности труда управленческого аппарата.

АСУП решает задачи по планированию производства, учету и анализу хода выполнения плана и выдает оператору оперативную информацию для контроля и регулирования хода производства, начисляет заработную плату, ведет учет расхода материала, продукции и т. д.

АСУП — это организационно-экономическая система. Она получает информацию о ходе производственного процесса, обрабатывает на ЭВМ, хранит, накапливает информацию и выдает ее по требованию. Опираясь на данные, полученные ЭВМ, оператор принимает решение. Этими данными могут быть итоги работы участка, цеха, предприятия за сутки, месяц, квартал, год.

АСУП — человеко-машинная система. Главное звено в контуре управления — человек. ЭВМ — советчик, но не только советчик. По указанию оператора она может взять управление на себя.

В СССР в 1975 г. работало 596 АСУТП и 733 АСУП. За 1976—1979 гг. в нашей стране создано 1677 АСУ, в том числе 911 АСУТП и 297 АСУП.

Данные о работе АСУП стекольного завода и других отраслевых производств будут поступать в ОАСУ¹. Она позволит органам управления министерств управлять отраслью, добиваясь наилучших показателей. В 1975 г. уже работало 85 ОАСУ.

На основе ОАСУ будет создана ОГАС², что позволит оперативнее управлять народным хозяйством страны.

Измеряю, рассчитываю, управляю

Эти операции производит управляющий вычислительный комплекс ПС-300, используемый в АСУТП. Он осуществляет сбор информации с датчиков, расположенных в объектах технологического процесса, и обработку этой информации, производит расчет технико-экономических показателей, контроль и регистрацию состояния измеряемых величин, сообщает оператору о ходе технологического процесса. Комплекс может и управлять ходом технологического процесса. При этом он рассчитывает и выдает управляющие воздействия на исполнительные механизмы.

Управляющий вычислительный комплекс ПС-300 изображен на рисунке 30. Стрелками указаны направления ввода и вывода информации.

Основная часть ЭВМ — процессор. Его назначение — переработка собранной информации по программе. Он имеет устройство управления, арифметическо-логическое и оперативно-запоминающее устройства. ЭВМ комплекса производит 50 тыс. операций в секунду и в своей памяти хранит 20 кбайтов информации. *Байт* — единица информации. Информация в ЭВМ хранится в виде двоичной системы счисления 0 и 1. Группа из n двоичных чисел позволяет закодировать $2n$ различных символов. Такая группа называется байтом. Наиболее распространен 8-разрядный байт ($n = 2$). С его помощью можно представить 256 различных символов.

Кбайт — единица информации в 1000 раз больше байта.

Таким образом, запоминающее устройство процессора способно хранить в памяти $256 \cdot 1000 \cdot 20 = 5120000$ сим-

¹ ОАСУ — отраслевая автоматизированная система управления.

² ОГАС — общегосударственная автоматизированная система сбора и обработки информации, полученной от отраслей для учета, планирования и управления народным хозяйством страны.

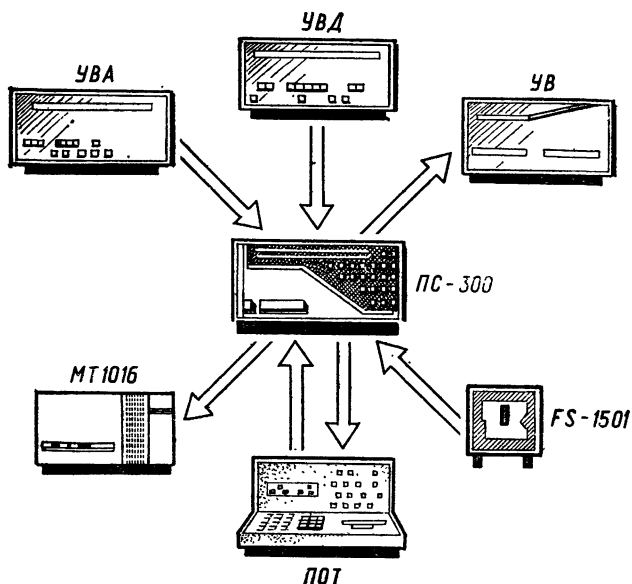


Рис. 30.

волов. Мини-ЭВМ имеет большую память, чем микропроцессор, но меньшую, чем ЭВМ средней производительности. Они надежны и имеют невысокую стоимость, что позволяет использовать их для автоматической обработки информации в широких масштабах.

К ЭВМ PC-300 могут одновременно подключиться 12 внешних устройств. На рисунке 30 изображены 6 таких устройств, в том числе: УВА — устройство ввода аналоговых (непрерывных) сигналов; УВД — устройство ввода дискретных (прерывистых) сигналов. Оба устройства связаны с датчиками и вводят сигналы в ЭВМ PC-300. Оператор-технолог с пульта ПОТ¹ по сигнальной аппаратуре следит за ходом технологического процесса. С пульта можно ввести (как показано стрелкой) информацию в ЭВМ. ЭВМ работает автоматически по заранее составленной и введенной в нее программе. Программа состоит из последовательных команд. Каждая команда — это указание машине на выполнение той или иной операции.

¹ ПОТ — пульт оператора-технолога.

Комплекс снабжен программами. Их несколько. Одна программа управляет вводом сигналов, другая — выводом, третья — организует процесс обработки информации в процессоре и т. д.

FS-1501 — вводное устройство считывания информации с перфоленты и ввода ее в процессор. Управляющие воздействия (сигналы) на исполнительные механизмы выводятся через устройство УВ по 128 каналам. МТ1016 — устройство вывода информации на приборы.

Мини-ЭВМ измеряет параметры технологического процесса, обрабатывает собранную информацию и вырабатывает команды для управления исполнительными механизмами.

Самонастраивающаяся система

Первыми в космосе побывали автоматы. Большая удаленность космических аппаратов от Земли и вследствие этого запаздывание команд требуют от автомата самостоятельного принятия решений в достижении поставленной цели. Эту самостоятельность планетоход может приобрести при наличии своей автоматической системы управления, умеющей приспосабливаться к изменениям внешних условий, которые недостаточно известны или непостоянны. Система также должна воспринимать изменения характеристик объекта (планетохода) и сама вырабатывать команды управления. Иными словами необходимо, чтобы система самоприспосабливалась, самонастраивалась, самообучалась и сама искала бы наилучший вариант управления для достижения цели.

Слово «приспособление» в теории управления и в биологии имеет один и тот же смысл. Биологический организм (животные, растения) вследствие эволюции приспособился к условиям жизни на Земле. Перед учеными и инженерами стоит задача — создать автоматическое устройство, которое бы по способности приспособливаться к окружающей среде максимально приближалось к биологическому организму.

Самоприспосабливающиеся системы — это более высокий класс систем по сравнению с уже известными вам. Это самонастраивающиеся, самообучающиеся, самоорганизующиеся и другие системы. Интенсивное их создание началось еще в 50-х годах. С тех пор созданы различные типы самоприспосабливающихся систем для промышленности, транспорта, энергетики, космонавтики и т. д.

Самолет в полете... Внезапное изменение внешних условий привело, например, к его обледенению. Образовавшаяся ледяная корка на крыльях и фюзеляже приводит к изменению формы частей самолета, вызывает уменьшение скорости, крен, отклонение от курса и т. п. В этом случае самолету нужна такая система управления, которая воспринимает непредвиденные существенные изменения в окружающей среде (обледенение, воздушные ямы и т. д.) и изменения в характеристике самолета как объекте управления (крен, отклонение от курса и др.) и автоматически выводит самолет на заданный курс.

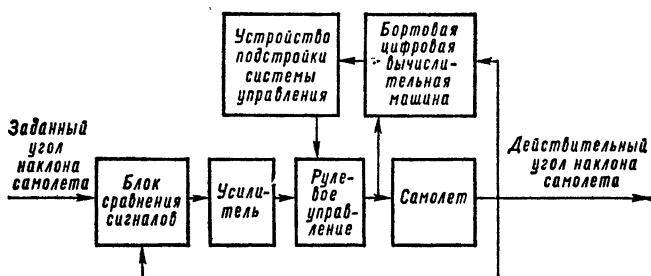


Рис. 31.

Ознакомьтесь с частью структурной схемы (рис. 31) самонастраивающейся системы управления, которая автоматически регулирует угол наклона корпуса самолета. На блок сравнения поступают сигналы о заданном и действительном углах наклона самолета. В результате сравнения вырабатывается сигнал, равный разности поступивших сигналов. После усиления этот сигнал воздействует на рулевое управление, придавая самолету угол наклона, близкий к заданному. Однако воздушные потоки (и другие факторы) изменяют угол наклона самолета. Поэтому в системе управления имеется еще одно управляющее устройство (бортовая цифровая вычислительная машина — ЦВМ и устройство подстройки системы управления), которое учитывает все отклонения самолета от курса и корректирует систему управления, т. е. вырабатывает дополнительный управляющий сигнал.

На вход ЦВМ подаются два сигнала. Один — управляющий от рулевого управления, другой информирует о дей-

ствительном угле наклона самолета. Вычислительная машина определяет разницу в сигналах и подает сигнал на устройство, которое вырабатывает дополнительный управляющий сигнал.

Автоматика космического корабля

Вершина сегодняшней автоматики — автоматика космического корабля. В ней воплощены новейшие достижения ученых, инженеров, работников промышленности.

Космические корабли «Союз» имеют налаженную автоматическую систему, чувствительные органы которой отлично реагируют на изменения внутри корабля и вне его. Аппаратура обеспечения жизнедеятельности на корабле следит за изменением температуры и газового состава воздуха и регулирует ее. Автоматические устройства измеряют вибрацию и перегрузку корабля, поток метеоритов и радиацию за его бортом, контролируют герметичность отсеков корабля, управляют ракетными ступенями.

Космический корабль «Восток», на котором наши славные космонавты налетали около 10 млн. км, по словам космонавта, доктора технических наук К. П. Феоктистова, — одно из сложнейших современных автоматических устройств. Сотни приборов, установленных на панели корабля, информировали космонавтов о параметрах микроклимата, уровне радиации.

В центре панели с приборами — глобус, вращающийся синхронно с кораблем-спутником по орбите. С помощью этого оригинального прибора можно определить местонахождение корабля в любой момент, а включив тормозные установки, выбрать и место посадки.

Автоматическая стыковка спутников и космических кораблей СССР и США, произведенная в июле 1975 г., подтвердила правильность конструкторских решений и надежность работы автоматических систем в космосе.

Дважды Герой Советского Союза летчик-космонавт В. А. Шаталов так описывает стыковку космических кораблей: «Обычно при сближении один из кораблей является «пассивным», а другой — «активным». Пассивный корабль с помощью радиолокационной системы, служащей своего рода радиомаяком, постоянно излучает радиосигналы. На основе этих сигналов бортовые счетно-решающие устройства системы ориентации и управления движением

активного корабля выдают команды на включение двигательной установки. Происходит автоматическое сближение... На этом этапе роль космонавтов сводится к наблюдению и контролю за работой бортовых систем.

Начиная с расстояния 400 м, управление движением может брать на себя командир активного корабля. При помощи органов управления он регулирует линейную скорость корабля, т. е. притормаживает или разгоняет корабль, гасит боковую скорость, ориентирует корабль относительно второго корабля, разворачивая его вокруг центра масс.

Визуальный контроль за сближением кораблей космонавты осуществляют с помощью телевизионной системы и оптического визира¹.

На орбитальной станции «Салют-6» имеется пост управления с двумя пультами. На одном из них изображена топливная система станции вместе с прибывшим «Прогрессом»: двигатели, баки, баллоны и топливные магистрали. С другого пульта в автоматическом режиме управляют процессом перекачки топлива с «Прогресса» на «Салют-6».

На «Салюте-6» имеется и командно-сигнальное устройство клавишного типа для управления шестнадцатью системами; каждая система состоит из двенадцати агрегатов. Интересно, что одна клавиша управляет несколькими системами.

Полет орбитальной станции «Салют-6» в автоматическом режиме производится по программе. Программа полета одного витка состоит из нескольких программ. Индикатор программ высвечивает ту, которая соответствует данному участку полета, и космонавт имеет возможность контролировать автоматическую систему управления полетом.

ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ РАССКАЗЫ

Брови управляют автомобилем

Наезды и внезапные столкновения автомобилей часто возникают из-за замедленной реакции водителей. Как же уменьшить число автомобильных катастроф? Задумался

¹ Денисов В. Г. Космонавт и космический корабль. М., Машиностроение, 1979, с. 34—35.

над этим инженер Водовник из Югославии и решил использовать в своем изобретении автоматику и... брови.

Брови поднимаются вверх при удивлении, хмурятся при сосредоточенном внимании, досаде, в сложных ситуациях.

Движение бровей водителя при возникновении опасности и использовал инженер Водовник в изобретенной им автоматической системе торможения автомобиля.

Автор изобретения «прикрепил к обычным очкам стальные пружинки, в концы которых вделаны серебряные контакты, прижатые к надбровным дугам. Проводнички от контактов соединены с дифференциальным усилителем на транзисторах»¹. С усилителя выходной сигнал подается на электромагнитный тормоз и исполнительный механизм, который и приводит в движение педаль автомобиля. При этом водитель тоже действует ножным тормозом. Время торможения автомобиля сократилось до 0,15 с, а это равно сокращению тормозного пути на 5 м при скорости движения 50 км/ч.

Кибернетический зоопарк

У этого необычного зоопарка нет адреса, но он существует. Звери его обитают не в клетках, а в лабораториях ученых многих стран Европы и Америки. Ученые-кибернетики создали «белок», «жуков», «черепах», «собак» и «лисиц». Каждый «зверь» — это автомат, т. е. самодвижущееся электромеханическое устройство, имитирующее поведение и условные рефлексы зверей.

Двигаясь, они обходят преграды, реагируют на звук и свет, а «черепахи» при истощении своих сил (падении напряжения) заходят в «кормушку» для подзарядки аккумуляторов.

На голове «черепахи» — механический контакт. Приблизилась к препятствию — контакт замкнулся. Включаются электродвигатели (один — для движения, второй — для поворота пары передних колес) и «черепаха» пятится. Своим глазом (фотоэлементом) она чувствует изменение освещенности.

Электронная «собака» Андре Пиро двигалась на свет и начинала лаять, когда вблизи появлялся источник света.

¹ Клименко А. И. Надземный транспорт будущего. М., Московский рабочий, 1975.

«Черепаха», созданная киевскими учеными, реагировала на звук. «Мышь» Клода Шеннона (релейно-логическое устройство) бегала по лабиринту, находила, натываясь на перегородки, правильный путь для выхода из лабиринта и при этом «запоминала» его. Помещенная туда вторично, она без труда находила выход.

На «животных» кибернетического зоопарка ученые отработывают методы и принципы автоматического управления.

Самый, оамая, самое...

В одном индийском музее выставлена горошина диаметром 17 мм. Неизвестный мастер сделал горошину поллой. Внутри горошины — 40 слоников.

Уральский умелец А. М. Сысолятин изготовил коробочку из органического стекла, внутрь которой поместил шарик, равный «индийской горошине». Внутри шарика еще одна коробочка, а в коробочке столик с шахматами. Фигурки миниатюрные, еле различимы под микроскопом. Высота пешки 0,6 мм.

Микроминиатюриста из Армении Эдуарда Казаряна хорошо знают в нашей стране и за рубежом. В 1975 г. на выставке «Мир чудес» в Москве экспонировались 25 его работ. Среди них — фигурка актера Чарли Чаплина, которая стояла в ушке иголки, и самая маленькая в мире скрипка (длина 0,25 мм). Глобус, сделанный из 50 тыс. разноцветных микропылинок, размещался на заостренном конце человеческого волоса. Около 300 работ Э. Казаряна хранятся в музеях СССР, США, Великобритании, Франции и других стран.

Голландский инженер Йозеф д'Эйнс изготовил электродвигатель немного больше булавочной головки.

Украинский мастер Н. С. Сядристый превзошел в мастерстве голландца и в 1965 г. изготовил электродвигатель в 25 раз меньший двигателя Эйнса.

На выставках Н. С. Сядристого, которые проходят в городах нашей страны и за рубежом, поражает золотой замок с ключиком. Размер замка 0,002 мм³, что в 400 раз меньше макового зерна или в 20 тыс. раз меньше спичечной головки. Но это еще не самый маленький замок. В последние годы он изготовил замок в 50 тыс. раз меньше макового зерна. Замок вмещается на торце человеческого

волоса! Он в 100 раз меньше ранее изготовленного. Это самое маленькое сборное изделие на земном шаре. Полграмма золота хватило бы для изготовления 1 миллиона таких изделий.

Книжка «Кобзарь», сделанная Н. С. Сядристым, — самая маленькая в мире. Имеет всего 12 страниц, каждая из которых 0,6 мм². Сшита паутинкой, обложка — из лепестка бессмертника.

На лепестке хризантемы размером 2 × 5 мм написаны ноты полонеза Огинского. А в нем около 600 знаков!

Н. С. Сядристый выполнил портрет В. И. Ленина на торце волоса.

Он изготовил шахматные фигурки высотой 0,008 мм, т. е. в триста раз меньше макового зерна.

Большое удивление вызывает электромотор-пылинка. Его объем 1/200 мм³. В двигателе есть якорь, статор, коллектор — всего 14 деталей. Сложнейшей операцией было изготовление коллектора, ведь его диаметр имел 180 микрон, кроме того, его части должны быть изолированы. Вращение якоря можно разглядеть под микроскопом. В моторчике детали настолько малы по массе, что даже не падали с перевернутого бумажного листа.

Много удивительных микроминиатюр выполнил Н. С. Сядристый и описал в своей книге «Тайны микротехники»¹.

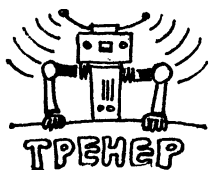
Микротехника играет значительную роль в научно-техническом прогрессе.

Ряд отраслей промышленности требуют создания миниатюрных приборов и средств автоматизации. Особенно нуждается в них медицина. Допустим, нужно послать в желудок больного капсулу для исследования желудочного сока. Капсула — это медицинский зонд с микромоторчиком. Создание микромоторчиков — это уже начало создания микроминиатюрных приборов и автоматов. Время микротехники наступило! В его приближении большая заслуга пионеров микротворчества.

Автомат-тренер

Фигурное катание и автоматика. Что между ними общего? Неужели изобретены автоматические коньки, которые сами скользят и вырисовывают на льду сложные узо-

¹ См.: Сядристый Н. С. Тайны микротехники. М., Знание, 1975.



ры? Нет. Автоматическое устройство замечает ошибки спортсмена при исполнении программных упражнений, т. е. исполняет функции тренера, не более четко и быстро.

Автоматический тренер создан аспирантом Государственного Центрального ордена Ленина института физкультуры А. Орловым. Устройство состоит из датчиков, источника тока и звуковых или световых сигнализаторов на одежде спортсмена. Датчики в основном состоят из штырьков с наконечниками и микропереключателей. Первые крепятся на панели а последние — к боковой поверхности коньков.

В случае наклона коньков, неправильного поворота или соприкосновения коньков между собой датчики посылают электрический сигнал, который преобразовывается в звуковой или световой.

Автоматический тренер точно фиксирует ошибки спортсмена.

Автоматика в воздухе

Великая Отечественная война.

По мосту движется колонна фашистских танков. Внезапно из-за облаков вынырнул самолет и стрелой приближается к цели.

Автоматическое устройство, установленное на самолете вводит его в пике. Нарастает угрожающий шум. Взрывы. Пикирующий бомбардировщик Пе-2 наносит удары по технике и живой силе противника. Пе-2 громили вражеские танки, эшелоны, аэродромы, перехватывали в воздухе немецкие бомбардировщики. Это были первоклассные боевые советские машины. Пе-2 по тому времени был максимально автоматизирован: дистанционно осуществлялось управление насосами гидросистемы, рулями, выпуском и вбиранием шасси. На самолете были установлены два электро-механических автомата пикирования (АП): один автомати-

чески ограничивал скорость пикирования, второй выводил самолет из пикирования. Боевая машина советского конструктора В. М. Петлякова по своим боевым качествам превосходила немецкие бомбардировщики Хе-111 и Ю-88.

Детские и юношеские годы Володи Петлякова прошли в Таганроге. Когда ему было пять лет, умер отец, и семья осталась без средств к существованию. О детстве Володи вспоминает его родная сестра Инна Михайловна: «Володю всегда интересовала механика. Он любил делать игрушки из дерева, бумаги и картона. Изготавливал вертушки, водокачки, двигатели, воздушные змеи и планеры. С ранних лет был наблюдательным и любознательным. Любил лазить по деревьям. С каким-то особым интересом смогрел с высоты на крыши домов, наблюдал за летающими птицами. В его голове рождались разные идеи. Кто бы мог подумать, что эти маленькие ручонки, набравшись силы, создадут вместе с А. Н. Туполевым, А. С. Яковлевым и С. А. Лавочкиным лучшие в мире боевые самолеты».

После окончания приходского училища Володя поступил в техническое училище. Он часами мог работать в мастерской, увлекался технической литературой и черчением. В 1910 г. Володя закончил училище. Ценою больших усилий удалось собрать 25 рублей для поездки в Москву. Он мечтал поступить в Московское высшее техническое училище. Экзамены на механический факультет сдал успешно. В то время в училище работал отец русской авиации Н. Е. Жуковский.

В условиях царской России бедному тяжело было получить образование. Деньги вскоре были прожиты, и Володе пришлось прервать обучение, чтобы зарабатывать на жизнь.

В 1919 г. В. И. Ленин подписал декрет об откомандировании студентов старших курсов высших учебных заведений



к месту их прежней учебы для завершения образования. Володя Петляков возвратился в Москву, продолжал слушать лекции Н. Е. Жуковского и одновременно работал лаборантом в аэродинамической лаборатории при авиационном расчетно-вычислительном бюро. После защиты дипломного проекта Петляков работает научным сотрудником в Центральном аэрогидродинамическом институте (ЦАГИ) под руководством А. Н. Туполева, создает машины, оснащенные передовой техникой и современными средствами автоматизации.

В. М. Петляков, пройдя в ЦАГИ путь от рядового инженера до заместителя главного конструктора, был назначен главным конструктором одного из заводов.

В декабре 1936 г. блестяще прошел государственные испытания новый тяжелый четырехмоторный бомбардировщик, названный в честь главного конструктора «Петляков-8». Его называли «летающей крепостью».

Выполняя правительственное задание, В. М. Петляков сконструировал двухмоторный скоростной бомбардировщик «Петляков-2». Его начали серийно выпускать наши заводы в конце 1940 г.

За разработку конструкции самолета Пе-2 В. М. Петляков в начале 1941 г. был удостоен Государственной премии I степени. За особые заслуги в конструировании боевых самолетов и внедрение их в серийное производство он был награжден двумя орденами Ленина и орденом Красной Звезды.

12 января 1942 г. В. М. Петляков трагически погиб при исполнении служебных обязанностей. Авиационная катастрофа оборвала жизнь талантливого конструктора.

Созданные В. М. Петляковым боевые самолеты принесли славу советской авиации.

Капитан советского корабля „Кибернетика“

С 1959 г. и до последних дней своей жизни А. И. Берг возглавлял работы в области советской кибернетики¹, был председателем Научного Совета комплексной проблемы

¹ Кибернетика — наука об общих принципах и средствах управления, об использовании их в технике, в живых организмах и человеческом обществе. Одна из ветвей этой многогранной науки — теория автоматов.

«Кибернетика» Академии наук СССР. Герой Социалистического Труда, академик, он много сделал, чтобы «умные» машины служили человеку.

Рабочий день ученого начинался в 6 часов утра. С секретарем намечался план. В 9 часов — прием в Совете ученых, работников промышленности, всех тех, кто занимается кибернетикой. Потом поездки в институты, встречи, доклады, ответы на письма, работа с литературой. И так до позднего вечера.

У капитана советского корабля «Кибернетика» интересная биография. Морским офицером, участником первой мировой войны встретил революцию. Штурманом на «Пантере» — единственной подводной лодке, оставшейся от царского флота — защищал молодую Советскую страну. Был командиром подводных лодок «Рысь», «Волк», «Змея».

Воевал и учился. Учился и работал после войны. На всю жизнь влюбился в радиотехнику.

Увидев в кибернетике огромные потенциальные возможности, Берг первым в стране старается поставить ее на службу обществу. Велика заслуга А. Н. Берга в том, что сейчас во многих сферах деятельности человека работают «умные» машины (вычисляют, управляют, регулируют, обучают).

Бергу были свойственны необыкновенная работоспособность, любовь к знаниям, желание поставить достижения науки на службу людям.

Увлеченность, целеустремленность, любовь к своему народу — характерные черты флагмана советской науки.

Автоматический сортировщик почты

Из почтовых отделений связи на главпочтамт города поступают потоки писем, адресованные в разные концы нашей необъятной Родины. Более 10 млрд. писем в год. Людям трудно справиться с таким объемом работы, и сортировку писем поручили автоматическому «читающему» автомату. Для облегчения его работы в стране ввели цифровую шестизначную индексацию. Страна условно поделена на определенные территориальные участки, каждый участок — на десять зон, зона — на десять секторов. В каждый сектор входит десять почтовых отделений.

В левом нижнем углу конверта вы написали шестизначное число стандартным шрифтом. Первые три числа указывают номер участка, четвертое число — номер зоны, пятое — номер сектора зоны. Шестое число — это номер почтового отделения связи, входящего в сектор.

Автоматический сортировщик писем работает по принципу сравнения написанного шестизначного индекса с эталоном. В памяти машины имеется набор эталонов. Каждое письмо с шестизначным номером машина прочитывает, сравнивает с эталоном и направляет в соответствующую ячейку. Затем письмо отправляется по нужному адресу.

Автоматический клапан зеленого листа

В мире около 500 тыс. видов растений. Каждое имеет растительные клетки и почти каждое — зеленый лист. У листа с двух сторон находится покрывная ткань, клетки которой плотно прилегают одна к другой. Сверху ткань покрыта тонким слоем жирового вещества, придающего листу блеск и почти не пропускающего в растение газы и водяные пары.

Внимательно присмотритесь и даже в самом маленьком зеленом листе вы увидите жилки. Каждая жилка состоит из нескольких трубчатых каналов. По одним каналам от корней к листьям поднимается вода, по другим — питательные вещества от листа перемещаются вниз к корням.

В покрывной ткани листа есть микроскопические отверстия — проходы, которые состоят из двух клеток, прилегающих одна к другой. Когда клетки расходятся, образуется щель для испарения воды и поглощения углекислого газа. Устье прохода выполняет роль автоматического клапана: оно раскрывается, если в растении много влаги, и закрывается, если лист начинает увядать. «Клапан» действует автоматически не только при избытке или недостатке влаги, но и в зависимости от освещенности. Как правило, днем он открыт, а вечером закрывается — в зеленом листе происходит процесс саморегулирования.

Ученые изучают природу и раскрывают ее тайны. Познают «автоматизм» растительного и животного мира и создают саморегулирующие автоматические системы для нужд народного хозяйства.

Завод с одним человеком

В нашей стране и за рубежом работают заводы-автоматы. Еще в 1949 г. в СССР начал работать завод-автомат по выпуску поршней для двигателей внутреннего сгорания. Автоматическая поточная линия длиной до полукилометра состояла из 40 автоматических станков и изготавливала 3500 поршней в смену. Все производственные процессы (подача заготовок и транспортировка их от одного станка-автомата к другому, управление станками, контроль, проверка и упаковка) механизированы и автоматизированы. В США завод-автомат вырабатывает серную кислоту из природной серы. Производство полностью механизировано и автоматизировано. Управляет технологическим процессом оператор. Другой завод-автомат производит 60 т углекислоты в сутки и обслуживается тоже одним оператором за смену.

Молоко — ценный питательный продукт. В нем есть белок, жир, сахар, витамины и микроэлементы, необходимые человеку для жизни (железо, медь, молибден, цинк, кобальт — словом, чуть ли не все элементы таблицы Менделеева). Важно максимально сохранить питательные свойства молока при его обработке и довести их до погребителя. Сделать это помогают создаваемые сейчас заводы-автоматы.

В Швеции построен молокозавод-автомат на сто миллионов литров пастеризованного молока в год. Управляет заводом один человек — оператор-диспетчер.

С помощью клавиатуры на пульте оператор вводит команду в мини-ЭВМ. ЭВМ, получив указания оператора, управляет производственным процессом, начиная с приемки сырого молока и кончая упаковкой готового молока в пакеты. Складирование пакетов с молоком и их транспортировка к автофургонам для вывозки из завода происходят без непосредственного участия человека.

Перевозка молока в пакетах поручена электрогележкам. У них необычный источник движения — индукционный двигатель. Основной элемент его — индукционная катушка. По пути движения тележки под полом проложен электрокабель. При пропускании электрического тока (последовательно по секциям кабеля) вокруг него создается магнитное поле, которое индуцирует ток. Наведенный ток в катушке после усиления приводит в движение электродвигатель. Вращение вала электродвигателя передается через редуктор на ходовую часть тележки.

Электротележка имеет управляющее устройство — микро-ЭВМ. Основу ЭВМ составляет микропроцессор — программно-управляющее устройство обработки информации. Кроме того, у нее есть блок памяти и внешнее устройство для связи с оператором. Микро-ЭВМ решает простейшие задачи: выполняет команды оператора, регулирует скорость движения тележки, сообщает оператору о своем местонахождении, о выполнении заданной работы. Связь с оператором осуществляется по радио.

Молокозавод-автомат сокращает время обработки и расфасовки молока, исключает загрязнение и максимально сохраняет его питательные свойства.

На заводах-автоматах применяются новые машинно-аппаратурные системы, прогрессивная технология, передовые методы управления. Централизованные системы регулирования сами находят рациональный режим ведения технологического процесса.

С каждым годом число заводов-автоматов увеличивается.

Автоматизированная библиотека

Основным источником информации остаются в наши дни книги. За год библиотеки Советского Союза получают от 80 до 100 млн. экземпляров книг. В стране 400 тыс. библиотек. В них хранится свыше 4 млрд. книг. В 1977 г. в библиотеках числилось около 120 миллионов читателей.

На поиски необходимой литературы в библиотеке тратится очень много времени. Ускорить обслуживание читателей помогают автоматы.

В СССР создан автомат-информатор¹, который по заказу в течение нескольких секунд находит и выдает хранящийся в устройстве микрофильм. Микрофильм можно просмотреть на экране. По вашему заказу автомат размножит микрофильм.

История авторучки

Авторучкой пользуются миллионы людей. Когда она появилась, какой была и, наконец, почему так называется?

¹ Автомат-информатор создан сотрудниками Пермского института управляющих вычислительных машин и систем. Применяется в службе информации Уральского научного центра.

Ее история берет начало в глубокой древности. Много изменений претерпела авторучка, пока приобрела современный вид.

Почему ручку называют автоматической? Потому что чернила к перу или паста к шарикку поступают автоматически.

В старину авторучки имели вид трубочек. Первая авторучка представляла собой деревянную трубочку (рис. 32) с малым внутренним диаметром. Один конец трубочки был заострен. Такой ручкой писали в XII в. таджики. Григорий Нарекaзи в 1172 г. ею написал «Книгу веков». Трубочка наполнялась чернилами, которых было достаточно на одну страницу. Эту авторучку нашли археологи при раскопках на Памире.

Трубочкой-авторучкой было удобно пользоваться дома. В дороге она была неудобной, т. к. нужно было возить с собой и чернила. А люди хотели иметь удобную и красивую принадлежность для письма, которой можно было бы пользоваться в любых условиях.

В 1636 г. в Нюрнберге вышла из печати книга Даниеля Швентера «Математика и философия», в которой впервые было описано устройство авторучки. В книге рассказывается, что во времена Людовика XIV жил французский ремесленник Бион. Используя опыт своих предшественников XVI в., он сделал авторучку, в которой соединил перо и чернила.

В 70-х годах XIX в. авторучка представляла собой перо, к которому по толстой нитке поступали чернила из «чернильницы» — стеклянной трубки.

А вот прообраз современной авторучки появился еще раньше. В 1781 г. берлинский книготорговец Фридрих Николай сконструировал переносную авторучку с чернилами (рис. 32, б). Она состояла из металлической гильзы с обыкновенным гусиным пером, которое вставлялось в трубку. Трубка заполнялась чернилами, а на утолщенную часть навинчивалась капсула. Пробковая прокладка на дне капсулы предотвращала вытекание чернил из металлической трубки.

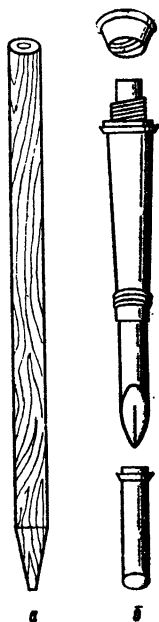


Рис. 32.

В 1883 г. американец Ватерман изобрел авторучку с вулканизированным резервуаром (прообраз современной пипеточной авторучки). Чернил в ней хватало для написания 1600 слов.

В 1865 г. датский пастор Моллинг-Гансен изобрел пишущее устройство, в котором вместо пера был шарик. В устройстве — трубка, тубик с пастой, станина с шариком и корпус.

В корпусе современной шариковой ручки — металлический патрон или пластмассовая трубка с шариком. В гнезде, где находится шарик, имеются четыре микроскопических канала; по ним и подается паста к шарiku.

В Италии сделали десятицветную шариковую авторучку. При нажатии на одну из десяти кнопок пружинный механизм подает из конического конца корпуса одну из трубочек с шариком.

Польскими авторучками можно писать в темноте. В корпусе размещены электрическая лампочка и батарейка. Световой луч падает на бумагу.

Оригинальную шариковую авторучку создали японские специалисты. Она не только пишет, но и выполняет сложение, вычитание, умножение и деление чисел: в ее корпусе находится миниатюрная ЭВМ, которая в своей памяти может содержать несколько байтов информации. Источником питания служат две батарейки, размером в копеечную монету. Японская ручка удобна в обиходе, проста в обращении, экономит время.

Кинотеатр-автомат

В Ленинграде разработан проект кинотеатра-автомата. На фасаде установлены телевизионные экраны с рекламной программой. На стенах просторного вестибюля размещены планы кинозалов и световой автоматический информатор, сообщающий о наличии свободных и занятых мест. Специальный турникет выдает талоны на места и пропускает в кинозал.

Кинотеатр обслуживает единый кинопроекционный комплекс, который позволяет из одного помещения демонстрировать разные фильмы одновременно в два зала.

В этом кинотеатре нет кассиров, контролеров, дежурного и администратора. Его обслуживает диспетчер с помощью электроники, оптики, радио, телевидения, автоматических устройств¹.

Необычный врач

В польском городе Вроцлаве работает необычный врач. Он одновременно задает вопросы нескольким пациентам:

- Ваша фамилия?
- Кем работаете?
- На что жалуетесь?

За 45 мин этот «врач» успевает задать 320 вопросов. Ответ на вопрос вводится нажатием клавиши и хранится в памяти ЭВМ. Побеседовав с электронным врачом, вы идете по лабораториям. В них быстро делают анализ крови, рентгеновские снимки, проверяют зрение и т. д. Все данные из лабораторий поступают в память машины. ЭВМ анализирует их и ставит диагноз, отпечатав его на машинке. Раньше на обследование одного больного затрачивалось 50 часов, а сейчас всего 3 часа.

Электронный врач (центр медицинской диагностики) может создать картину здоровья жителей всего города.

Другой электронный врач работает в Белоруссии. Он тоже задает много вопросов, но возможностей у него еще больше. Он следит за здоровьем малышей в возрасте до одного года во всей республике. Каждое утро из поликлиник и больниц в информационно-вычислительный центр поступают сведения о заболеваниях детей. ЭВМ собирает сведения, анализирует их и сообщает данные по каждому району. ЭВМ выдает рекомендации по оказанию помощи в случае вспышек гриппа и других болезней. Кроме того, ЭВМ дает прогноз на ближайшие недели.

Автоматика внутри нас

Они находятся среди нас, ходят, ездят, работают, развлекаются. Никто не подозревает, что их сердцем командует небольшое устройство внутри организма размером с кури-

¹ Кинотеатр-автомат проектировали в 13-ой мастерской Ленпроекта (авторы Марк Медник и Евгений Жук.) Уникальную кинотехнологию и автоматику разработали сотрудники Ленинградского филиала Института Гипрокино под руководством Е. Галкина.

ное яйцо. Это люди, вырванные из лап смерти нашими славными медиками.

Наше сердце — неумолимый насос. За сутки оно сокращается до 115 тыс. раз, перекачивая до 8500 л крови. За год может перекачать до 3 млн. литров крови, что составляет 60 железнодорожных цистерн. Сердце само автоматически регулирует свою работу. «Как и каждая система оно имеет центр управления. Это так называемый синусный узел, расположенный в правом предсердии, у устья верхней и нижней полых вен. Возникающие здесь биоэлектрические импульсы по мышечной ткани предсердий поступают на проводящую систему желудочков, вызывая их последовательное и синхронное сокращение»¹.

Если у больного на сердце образуется рубец, то это может повлечь трагический исход. Рубец препятствует передаче биоимпульсов к желудочкам и мышцам сердца. Чтобы предотвратить это, инженеры изобрели автоматический стимулятор сердца. Он представляет собой генератор с миниатюрной химической батареей. Генератор вырабатывает 50—80 импульсов в минуту. Его вживляют под кожу, а провода подводят к сердцу. Если сердце останавливается, то автоматически включается в работу стимулятор. Как только начало работать сердце, перестает работать стимулятор. Вживленная в организм автоматическая система стала работать совместно с живой системой человека, образовав единый высокоорганизованный автоматический комплекс. Автоматика спасает тысячи жизней.

Дома все выполняют автоматы

У будапештского преподавателя физика Иштвана Харати дома все выполняют автоматы.

Ложась спать, он укрывается электроодеялом, в котором нагрев спирали регулируется автоматически.

Через каждые 10 мин открывается форточка для проветривания комнаты.

Перед тем как проснется хозяин, автоматически включаются автомат для подогрева воды в умывальнике и автоматическая кофеварка.

По заранее составленной программе автоматы выполняют различные домашние работы: собирают пыль, нати-

¹ Расторгуев Б. П. Электроника в медицине. М., Знание, 1979.

рают полы, стирают белье. Автоматическое устройство может по заданию записать на магнитофон радиопередачу. Автоматы-сторожа на окнах и дверях подают сигналы при приближении постороннего. Автоматический замок открывает квартиру, если набрать соответствующий номер.

Удивительного помощника изготовил преподаватель Калужского железнодорожного техникума Б. Н. Гришин. Утром автомат будит хозяина и приглашает на физзарядку, включая магнитофон с записью упражнений. Затем напоминает ему распорядок дня. В отсутствие Бориса Николаевича отвечает по телефону: «Хозяина нет дома». При необходимости передать какое-либо сообщение, записывает его или указывает, где находится хозяин, либо советует позвонить по такому-то телефону.

Деловой помощник четко выполняет обязанности секретаря. Поэтому и назвали его АРСом, т. е. автоматическим радиоэлектронным секретарем.

АРС в случае болезни одного из членов семьи вызывает участкового врача или «скорую помощь». Поддерживает нормальную температуру в доме, а при угрозе пожара, т. е. при резком повышении температуры, может вызвать «01».

АРС гостеприимен. Приветствует гостей, старается создать для них комфорт — включает магнитофон, радиоприемник или телевизор. Может записать радио- или телевизионную передачу.

ЭВМ — мозг автоматизированных систем

Электронно-вычислительные машины (ЭВМ), или компьютеры¹ — перспективные средства автоматизации. Они являются основной частью автоматизированных систем контроля и управления производством, автоматизированных систем проектирования, сильнейшим инструментом ученых в проведении исследований. И наконец, планирование и управление народным хозяйством страны в современных условиях немыслимо без ЭВМ.

Человек может произвести несколько тысяч арифметических операций за день. ЭВМ выполняет эту работу за долю секунды. В нашей стране для принятия управленческих решений следует выполнить 10^{18} арифметических опе-

¹ От английского *computer* — считаю, вычисляю.

раций в год, для чего потребовалось бы 10 млн. человек с клавишными арифмометрами. ЭВМ вполне справляется с таким объемом работы.

Именно ЭВМ освободили человека от выполнения вычислений и тем самым способствовали повышению производительности его умственного труда. И если первая ЭВМ, созданная в 40-х годах, использовалась только для баллистических расчетов, то к 1977 г. компьютер приобрел около 3 тыс. «профессий» в различных сферах деятельности человека.

История вычислений началась с пальцевого счета. Палыбы служили человеку счетным инструментом. Затем счет вели числом завязанных на веревке узелков, камешками, сливовыми косточками, абакон (дощечкой, покрытой пылью). Позднее появились счеты, логарифмические линейки.

Первую десятичную машину создал Вильгельм Шиккард в 1617 г. Она автоматически выполняла сложение и вычитание, умножение и деление.

Непер, Паскаль, Лейбниц, Ломоносов, Однер и Чебышев своими изобретениями вычислительных приборов и машин внесли значительный вклад в развитие вычислительной техники.

В 30-е годы нашего столетия американский физик Говард Гагуэй Айкен, работая над своей диссертацией по математике, пришел к созданию автоматической вычислительной машины¹ для ускорения счетных операций при решении нелинейных дифференциальных уравнений. Так появилась машина «Марк-1». На сложение и вычитание она затрачивала 0,3 с, на умножение — 5,7 с, на деление — 15,3 с. Работала машина по командам, вводимым перфорированной лентой. Результаты вычислений печатались на машинке.

Около 40 лет назад была построена первая ЭВМ — «ЭНИАК» (электронный числовой интегратор и компьютер). Она весила 30 тонн и имела 18 тысяч электронных ламп. Лампы выделяли такое количество тепла, что для его отвода требовалась холодильная установка.

В 50-х годах Н. И. Бессонов сконструировал первую отечественную вычислительную машину, имевшую 5500 ре-

¹ См.: Гутер Р. С., Полунов Ю. Л. От абака до компьютера. М., Знание, 1975.

ле. Скорость — 1250 умножений в 1 мин. В 1951 г. появилась первая отечественная малая электронно-счетная машина (МЭСМ) С. В. Лебедева (Киев), затем БЭСМ (8 тыс. операций за 1 с), М-20, «Стрела», серия машин «Урал».

Институт кибернетики АН УССР, руководимый В. М. Глушковым, создал в начале 60-х годов электронно-вычислительные машины «Киев», «Промінь», «Мир».

СССР и страны социалистического содружества выпускают машины серии ЕС. Информация в машину вводится по телефону или с печатного текста. Машина может производить до 3 млн. операций в секунду. Но и это не предел.

С годами изменилась элементная база ЭВМ, ее размеры, вес и работоспособность. Вначале элементная база ЭВМ состояла из электронных ламп, потом из транзисторов. Позже на смену транзисторам пришли большие интегральные схемы. На одном кристалле кремния площадью 2,5 см² могли бы разместиться тысячи микроминиатюрных транзисторов. Изменение элементной базы позволило уменьшить габариты и вес: от огромных шкафов, занимавших несколько десятков квадратных метров, до размера ногтя на пальце. Машина стала способна производить до 10 млрд. операций в секунду. Может ли машина научиться разговаривать? Ответ на этот вопрос дан в главе «Завтра XXI век».

Карманная ЭВМ управляет станком

В нашу жизнь пришел микрокалькулятор — карманная ЭВМ. Микрокалькулятор все чаще можно видеть у ученого, инженера, студента, школьника — словом, у тех, кому приходится заниматься вычислениями. Он работает быстро и точно, производит все четыре арифметических действия, извлекает корни, вычисляет логарифмы. Микрокалькулятор с запоминающим устройством способен хранить и наши команды, благодаря чему его можно использовать в качестве управляющего устройства. Портативный микрокалькулятор может управлять по программе станком, технологической линией, движением транспортного потока, холодильником, стиральной машиной и т. п. Область применения карманной ЭВМ огромна.

С появлением микрокалькуляторов родился новый тип автоматического управления, при котором отпадает необходимость в разработке математического обеспечения к ЭВМ (что требуется при эксплуатации больших ЭВМ), со-

кращается время на ввод программы, не расходуется бумажная или магнитная лента, снижаются затраты в целом на управление.

Если в современной стиральной машине реле, которое управляет временем работы, заменить на микропроцессор (основной узел микрокалькулятора), то программу работы стиральной машине можно задать нажатием нескольких клавиш. Программа содержит информацию о температуре воды, которую нужно поддерживать в машине. Датчик сообщает о температуре воды в бачке микропроцессору, который управляет встроенным в бачок электрическим нагревателем. Программа, вводимая в микропроцессор, кроме того, предусматривает включение и выключение электродвигателя, слив грязной воды после стирки, включение электродвигателя на отжим белья, то есть управляет всем процессом в стиральной машине.

„Сезам, отворись!“

Али-баба произнес волшебные слова и оказался в пещере сорока разбойников. Это — сказка. А современный человек уже научился управлять на расстоянии: иногда стоит произнести несколько звуков, два-три слова команды или достаточно только личного присутствия, чтобы автомат выполнил ваше желание.

Создан автоматический замок. Как каждая простая вещь из нашего окружения, как каждый элемент в автоматике, автоматический замок имеет свою историю. Остался неизвестным первый изобретатель замка. Возможно, это был первобытный человек. Он подкатил камень и закрыл вход в свою пещеру.

Замки в дверях квартир, на портфелях, чемоданах, в столах и приборах, в виде автоматически сдвигающихся частей, самоудерживающихся, самозаклинивающихся открывающихся и закрывающихся устройств. Замки висячие, накладные и врезные, миниатюрные и огромные... В несколько граммов и в десятки килограммов... Древний замок — засов с гребенкой. Ключ — длинный стержень с поворотной бородкой на конце. Его просовывали в отверстие, бородка под собственным весом опускалась, повернувшись на оси, и входила в зацепление с выступами гребенки. Поворот рукояткой стержня — и засов отпирал дверь. Засов с гребенкой использовался в Древ-

нем Египте, затем в Греции и Риме, позже на Руси. Его можно встретить и в наше время.

Конструкций замков много: часовые, буквенные, магнитные, электронные, управляемые по радио. Двери с часовыми замками закрываются автоматически при их захлопывании. Открываются сами в установленное время. Есть замки совсем без ключей. Дверцы автоматической камеры хранения на вокзале может открыть только тот, кто знает код из цифр или букв.

Оригинальные магнитные замки изобретены в Японии. Благодаря своей миниатюрности, надежности и недоступности для посторонних, они получили большое распространение. В таком замке набор свободно вращающихся магнитных стрелок. Ключ — набор магнитов, расположенных в определенном порядке. Подойдя к двери, вы прикладываете ключ к замку, стрелки замка выстраиваются в таком порядке, в каком это закодировано на ключе, и замок открывается.

Интересно работает радиозамок. Стоит только подойти к двери с ключом в кармане, и она автоматически откроется. Ключ — миниатюрный генератор высокой частоты. Он подает замку условные сигналы команды для механизма отпирания дверей.

Человек научил технику работать также по команде, поданной голосом. Только сейчас не говорят «Сезам, откройся!», а говорят: «Привод-2, исполнить!», и робот выдвигает «руку» вперед или выполняет какую-либо работу. «Привод-2, стой!» — и робот послушно прекращает работу.

«Понимать» слова стал и телевизор. Такой телевизор, выполняющий команды, поданные человеческим голосом, успешно прошел производственные испытания. Вы сидите в кресле и смотрите телепередачу. Если вы хотите переключить телевизор на другой канал, то вам не нужно вставать. Достаточно сказать об этом телевизору, и он выполнит ваше желание уменьшить громкость звука, прибавить яркость изображения и т. д.

РАЗВИВАЙТЕ СМЕКАЛКУ

Отсеките шарик

В системах автоматического питания автоматов часто применяют отсекатели. Они отделяют (отсекают) изделие от общего потока. По вертикальному желобу (рис. 33) на-

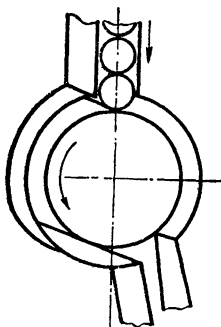


Рис. 33.

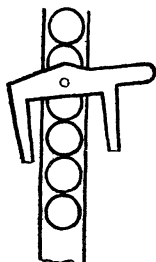


Рис. 34.

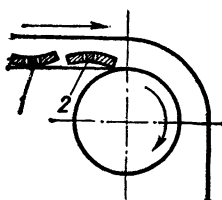


Рис. 35.

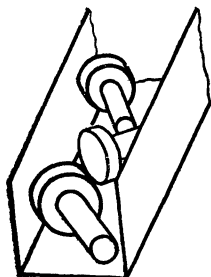


Рис. 36.

правляются к автомату шарикообразные изделия. Внутри цилиндрической части желоба имеется вращающийся барабан. Отсеките шарики от общего потока и направьте в нижнюю часть желоба. Разрешается внести небольшое изменение в конструкцию барабана. Сделайте так, чтобы при каждом обороте барабана отсекались два шарика и по одному падали в нижний желоб через равные промежутки времени.

На рисунке 34 изображена схема отсекателя с качающейся вилкой. Чтобы при каждом наклоне вилки отсекался один шарик, доконструируйте концы вилки и внесите небольшие изменения в конструкцию желоба, не изменяя его формы.

Ориентация заготовок

В автоматах и автоматизированных линиях часто возникает необходимость в автоматической ориентации и сортировке заготовок.

Придумайте устройство для ориентации пуговиц, заготовок болтов и сортировки валов. Вибрационный лоток передвигает дискообразные выпукло-вогнутые пуговицы (рис. 35). Направьте пуговицы после вибрототка по двум другим лоткам так, чтобы в один лоток попала пуговица 1, а в другой — пуговица 2. Дорисуйте принципиальную схему непрерывной ориентации пуговиц.

По желобу вибрационного транспортера (рис. 36) автоматического дозатора перемещаются заготовки болтов. Ширина желоба несколько больше головки заготовки.

Придумайте такое устройство, которое изменяло бы положение заготовок в желобе: все заготовки должны

двигаться головками вперед. Самый простой вариант решения задачи не потребует дополнительных деталей, а лишь незначительного изменения конструкции желоба.

По наклонному желобу скатываются валы (рис. 37) разных диаметров. Придумайте простейшее устройство для сортировки валов по трем размерам. Задача имеет несколько вариантов решения. В наиболее простом варианте в конструкцию желоба потребуется внести небольшое изменение.

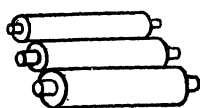


Рис. 37.

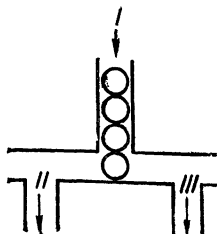


Рис. 38.

Недостает деталей

Дополните конструкцию (рис. 38) одной деталью, которая бы равномерно с помощью привода подавала шарики, поступающие по вертикальному желобу I, то в один (II), то в другой (III) каналы. Не разрешается изменять конструкцию желоба и отверстий в нем.

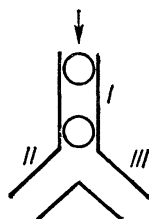


Рис. 39.

На схеме (рис. 39) недостает устройства из двух деталей. По лотку I с некоторым интервалом скатываются шарики. Дополните схему устройством, которое бы поочередно направляло шарики то в лоток II, то в лоток III. Задача предложена слесарем из г. Минска Н. Василенко.

Бак регулирует без регулятора

На предприятиях химической, пищевой и других отраслей народного хозяйства среди оборудования много баков, чанов, ванн и других емкостей для воды, растворов и т. д. Если в них автоматически контролируются и регулируются температура, уровень и другие параметры, то эти емкости называют объектами автоматизации. Например, для автоматической сигнализации уровня воды в баке и поддержания его на постоянном значении объект оснащают автоматическими системами контроля (АСК) и регулирования (АСР). АСК состоит из датчика и сигнализатора,

а АСР из датчика, установленного в баке, регулятора на щите управления и исполнительного механизма, смонтированного на трубопроводе подачи жидкости в бак.

Но бывают объекты, обладающие способностью к саморегулированию. Они без регулятора могут установить параметр на постоянное значение. В каждый бак (рис. 40) непрерывно поступает вода и удаляется из него насосом. При этом приток воды Q_n равен ее расходу Q_p . Уровень воды в баках постоянен. Если краны открыть (допустим, на 1 оборот) приток воды Q_n увеличится, расход Q_p останется прежним, уровень воды в баках будет повышаться. Через

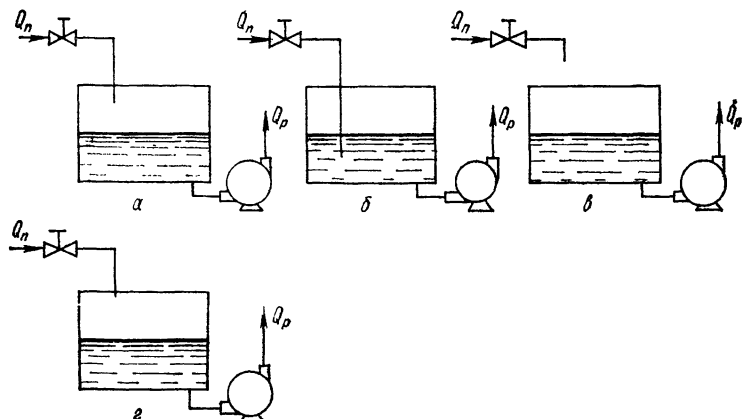


Рис. 40.

некоторое время только в одном из четырех баков уровень воды установится на новое постоянное значение. В каком именно? Какой из баков способен самостоятельно, без регулятора установить уровень воды на новое постоянное значение?

Определите назначение элементов регулятора

Ручное регулирование технологического процесса не удовлетворяет современным требованиям.

Температуру, давление, уровень и другие параметры многих технологических процессов регулируют автоматические регуляторы. Блок-схема¹ автоматического регуля-

¹ См.: Скобло Д. И., Глыбин И. П. Автоматический контроль и регулирование процессов пищевых производств. К., Техніка, 1974.

тора изображена на рисунке 41. Чувствительный элемент 1 воспринимает изменение параметра в объекте O и выдает сигнал x (электрический или пневматический), удобный для использования последующими элементами регулятора. Сигнал x поступает в элемент сравнения 2. В нем сравниваются сигнал x с сигналом x_3 задатчика 3. В результате сравнения образуется сигнал рассогласования $\Delta x = x_3 - x$. Сигнал Δx мал по величине. Он поступает на усиление в элемент 4. После усиления уже в виде регулирующего

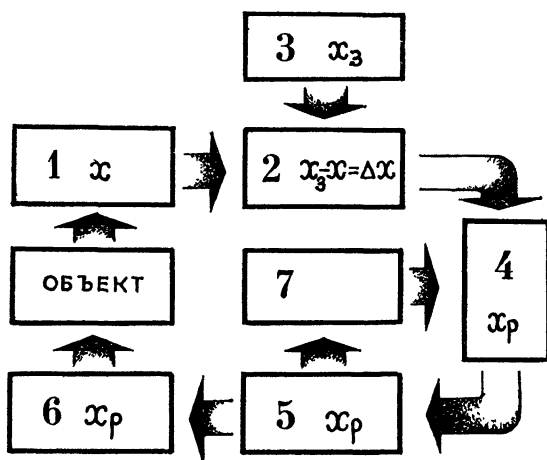


Рис. 41.

воздействия сигнал x_p поступает на исполнительный механизм 5. Последний выполняет команду, перемещая регулируемый орган 6, который и влияет на изменение температуры, давления или уровня в объекте. Элемент 7 (внутренняя обратная связь) подавляет колебания регулируемой величины, т. е. улучшает процесс автоматического регулирования. Все элементы от 1 до 7 принадлежат АР — автоматическому регулятору. Регулятор с объектом O образуют АСР — автоматическую систему регулирования.

На рисунке 42 изображена принципиальная схема АСР температуры в сушильном шкафу¹. Если температура в

¹ См. Чижов А. А., Федоровский Л. М. Автоматическое регулирование и регуляторы в пищевой промышленности. М., Пищевая промышленность, 1974.

сушильном шкафу не изменяется, то в уравновешенном мосту M соблюдается равенство произведений сопротивлений противоположных плеч¹, т. е. $R_T R_2 = R_3 \cdot R_4$. При этом в измерительной диагонали тока нет. В электронный усилитель ЭУ ток не поступает. АСР можно установить на

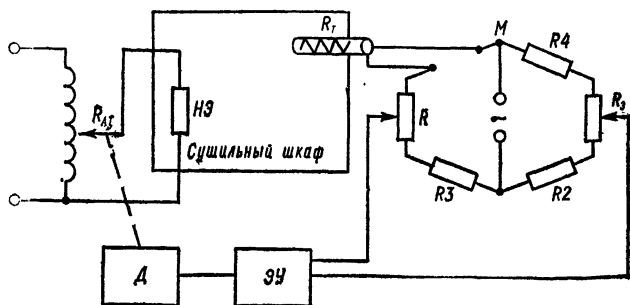


Рис. 42.

поддержание определенной температуры в сушильном шкафу путем перестановки движка сопротивления R_2 — «станционного напряжения».

Определите назначение элементов АСР в данной системе. Ответ дайте цифровым кодом, т. е. против каждого элемента в столбце проставьте цифры, руководствуясь блок-схемой (рис. 41). Подскажем, что R — движок элемента обратной связи. После буквы R поставьте цифру 7 ($R7$).

Двигатель — Д....

Движок — $R7$.

Мост уравновешенный — М....

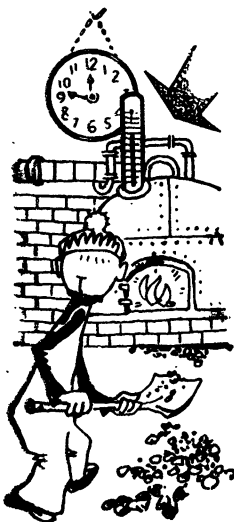
Движок — R_2

Движок автотрансформатора — $R_{ат}$

Термометр сопротивления — R_T ...

Электронный усилитель — ЭУ...

Ознакомьтесь с регулятором, который способен не только постоянно поддерживать параметр (температуру).



¹ Без учета сопротивлений соединенных проводов R и R_2 .

во и изменять его в определенное время, т. е. по заданной программе. Принципиальная схема программного регулятора изображена на рисунке 43. Металлическая фигурная пластина Π (программа) имеет профиль. Профиль отвечает различным значениям температуры, соответствующим определенному режиму термической обработки заготовки в печи. По профильной поверхности пластины обкатывается ролик. С ним связан движок реостата.

Определите назначение элементов и в столбце против букв проставьте цифры, руководствуясь блок-схемой на рисунке 41.

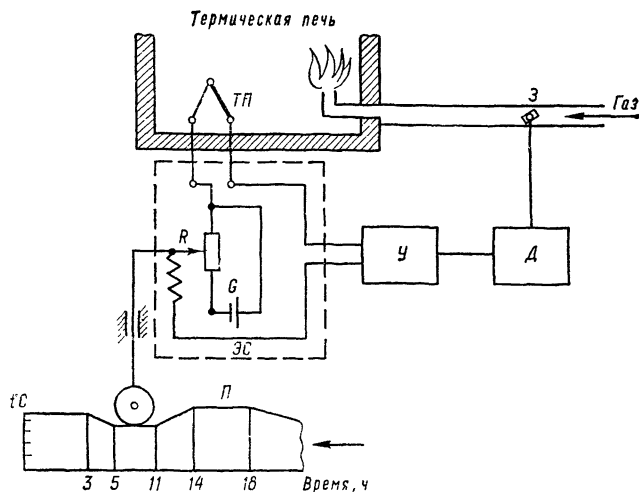


Рис. 43.

- Двигатель — Д
 Электрическая схема регулятора — ЭС
 Программное устройство — П ... и R ...
 Термопара — ТП ...
 Усилитель — У ...
 Заслонка — З

Найдите неисправности в автомате

На рисунке 44 изображена схема крючкового бункерного автомата. Он подает заготовки для штамповки. Заготовки — металлические стаканчики 1 — засыпаются в бун-

кер 2. В бункере вращается диск с насаженными на нем крючками 3. Они перемешивают и поднимают стаканчики из бункера. Стаканчики с крючка падают под определенным углом поворота в желоб 4 и далее направляются к узлу подачи заготовок. Узел подачи состоит из толкателя 5, совершающего возвратно-поступательное движение, коленообразного рычага 6, пружины 7 и диска 10. Ползун 11, перемещаясь вниз, действует на диск 10, пружину 7 и рычаг 6 и приводит в движение толкатель 5, который цик-

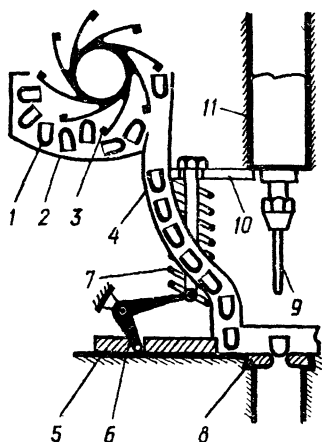


Рис. 44.

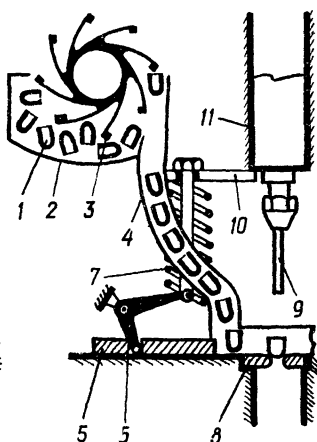


Рис. 45.

лично подает заготовки к матрице 8 для вытяжки и придания ей определенной формы. При движении ползуна вниз толкатель перемещается влево и очередная заготовка поступает из желоба. В то же время пуансон 9 придает заготовке в матрице 8 определенную форму.

После этого ползун подымается вверх, стаканчик автоматически выскакивает из матрицы, толкатель двигается вправо и перемещает очередную заготовку на линию действия пуансона. Затем все повторяется.

Описанный автомат и ему подобные работают в поточных автоматизированных линиях.

На схеме автомата (рис. 45) допущено четыре неисправности.

Сравните схемы (рис. 44 и 45) и найдите неисправности.

Подумайте над регулятором

Газ непрерывно поступает в накопитель 11 (рис. 46), а из него — к горелкам. В зависимости от производственных нужд расход газа изменяется, следовательно, изменяется и

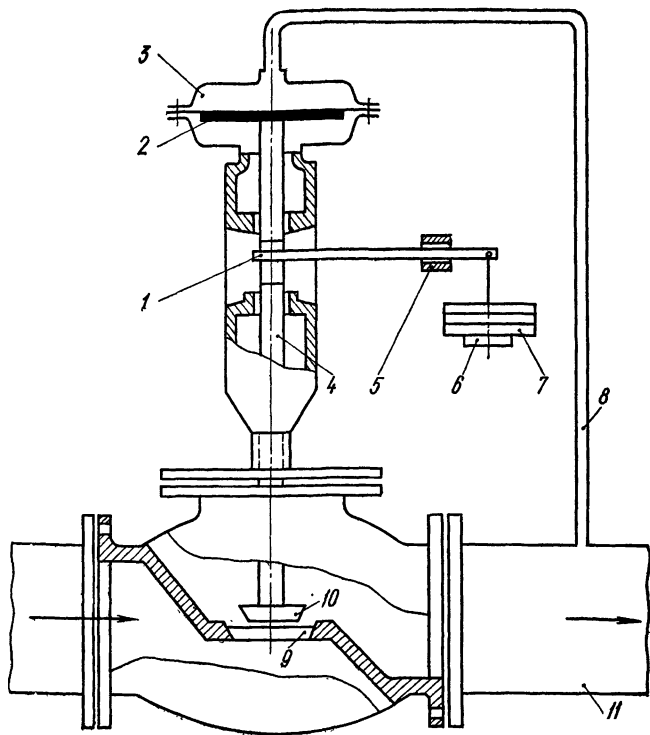


Рис. 46.

давление его в накопителе. Перед накопителем газа установлен регулятор. Его задача поддерживать постоянное давление газа в накопителе.

Трубка 8 соединяет регулятор (коробку 3) с накопителем. Мембрана 2 делит коробку на две полости; давление газа в верхней полости и в накопителе одинаково. Рычаг 1 одним концом свободно входит в отверстие штока 4. К другому его концу подвешена тарелка 6 с дисками 7. Каждый

диск (его масса 1 кг) способен поддерживать давление газа в накопителе равным 1 кгс/см^2 ($9,806 \cdot 10^4 \text{ Па}$). Груз 5 в виде втулки (массой до 400 г) может свободно перемещаться вдоль рычага. На рисунке позицией 10 показан клапан, а позицией 9 — его седло. Рассматриваемый регулятор прямого действия. Это значит, что он работает за счет энергии объекта регулирования, т. е. за счет давления газа в накопителе. Регулятор настроен на поддержание постоянного давления в накопителе равным $4 \cdot 9,806 \cdot 10^4 \text{ Па}$.

На рисунке не показано двух деталей. Определите, что это за детали и где они должны быть. Поиск будет облегчен; если поймете принцип действия регулятора. Кроме того, в рисунке допущена принципиальная неточность, при наличии которой регулятор не будет выполнять своих функций. Определите, какие из названных деталей у регулятора являются датчиком, задатчиком, исполнительным механизмом и регулирующим органом. Какую роль играет свободно перемещающаяся втулка?

Кто знает больше слов?

Кто любит технику, тот старается узнать о ней как можно больше, много читает технической литературы. При этом он пополняет свой словарный запас техническими терминами.

В предлагаемой игре выигрывает тот, кто знает больше технических терминов. Игру можно проводить на личное и командное первенство.

Вначале нужно изготовить карточки из твердого картона определенных размеров (например, $50 \times 50 \text{ мм}$) для согласных звуков в количестве, указанном в таблице.

б	в	г	д	ж	з	й	к	л	м	н	п	р	с	т	ф	х	ц	ч	ш	щ
2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	2	1

Перед началом игры каждый участник записывает у себя на бумаге ряд гласных звуков и мягкий знак¹.

¹ Гласные звуки, мягкий и твердый знаки можно использовать неограниченное количество раз.

Изготовленные вами карточки с согласными звуками смешивают, отсчитывают от общего количества 16 карточек и называют звуки, которые каждый участник игры записывает на листке. Затем составляют технические термины (в именительном падеже, единственном числе).

За каждое правильно составленное слово — 1 очко. Повторно слова использовать запрещается. Из придуманных слов можно образовать фигуры, подобные буквам г, т, н, х, л, п. За каждую составленную из слов фигуру — 4 очка. Выигрывает тот, кто наберет наибольшее число очков.

Например, каждый участник перед началом игры написал гласные, мягкий и твердый знаки у себя на бумаге, а на карточках выпали согласные в, т, г, п, з, к, й, л, т, п, ф, щ, р, б, н. Из гласных и согласных можно составить слова: шуп, вал, гайка, болт, форт, паз; и составить X-образную фигуру:

В	З
	А
П	Л

Засчитывается за 6 составленных слов — 6 очков, за X-образную фигуру, составленную из слов, еще 4 очка.

Система „Включаю — выключаю“

Позиционная система регулирования температуры «включаю — выключаю» действует в холодильной камере. Охлаждение достигается циркуляцией холодной воды (или другого хладагента) в зигзагообразной согнутой трубе (батареи), расположенной в холодильной камере. Подачей холодной воды в батарею управляет реле, состоящее из двух пластин. Верхняя закреплена неподвижно, нижняя — подвижная, представляет собой биметаллическую пластинку из двух полос разных металлов, соединенных между собой в горячем состоянии. Нижняя полоса биметаллической пластинки имеет больший коэффициент линейного расширения, чем верхняя. Если в камере температура повысилась, то биметаллическая пластинка изгибается и своим контактом замыкается с контактом верхней неподвижной пластинки. Тем самым замыкается электрическая цепь индукционной катушки вентиля. Созданное в индукционной катушке магнитное поле втягивает сердечник,

и соединенный с ним клапан откроет отверстие для подачи холодной воды в батарею. Когда же температура в камере ниже заданной ($t_{\text{задан}}$), контакты реле замыкаются и индукционная катушка обесточивается. Клапан под воздействием силы тяжести опускается вниз и закрывает отверстие, через которое поступает хладагент в батарею холодильной камеры. Таким образом, клапан может занимать только два положения: верхнее (клапан открыт) и нижнее (клапан закрыт). Регулирование, при котором регулирующий орган занимает строго определенное положение, называется *позиционным*. Температура в холодильной камере не остается

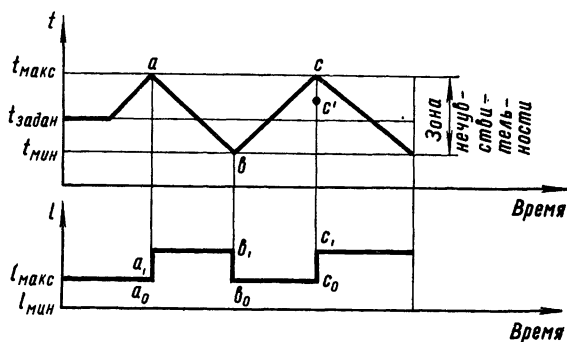


Рис. 47.

постоянной, а изменяется относительно заданного значения. Позиционный закон регулирования удобно проследить на графике (рис. 47), где $t_{\text{задан}}$ — заданное значение температуры в камере, $t_{\text{макс}}$ — максимально допустимая температура, $t_{\text{мин}}$ — минимально допустимая температура. На $t_{\text{макс}}$ и $t_{\text{мин}}$ настраивается реле.

В пределах от $t_{\text{макс}}$ до $t_{\text{мин}}$ и поддерживается температура в камере. Зона, ограниченная максимальным и минимальным значениями параметра, называется зоной *нечувствительности* позиционного регулятора. Процесс, изображенный на графике двухпозиционного регулирования, называется *автоколебательным*. Регулируемая температура совершает незатухающие колебания в камере.

На рисунке изображен и график изменения положения клапана, где $l_{\text{макс}}$ — верхнее максимальное положение клапана, $l_{\text{мин}}$ — нижнее минимальное положение клапана. При

достижении в камере $t_{\text{макс}}$ клапан переходит в вентиле из нижнего положения a_0 в верхнее a_1 и открывает хладоагрегату доступ в батарею для охлаждения (точка b). При $t_{\text{мин}}$ клапан в вентиле занимает нижнее положение b_0 и закрывает отверстие доступа хладоагрегата в батарею.

Позиционный закон регулирования осуществляется регуляторами, но чаще — приборами с регулирующими приставками. Приставки встраиваются в автоматические мосты, потенциометры или милливольтметры.

Проверьте свою сообразительность, ответив на вопросы:

I. При достижении в камере температуры воздуха, равной точке c' , какое из трех положений займет клапан?

1. Положение c_1 . 2. Положение c_0 . 3. Останется неподвижным.

II. Когда температура в камере достигнет заданного значения, то есть $t_{\text{задан}}$, и установится постоянной?

III. Как можно уменьшить амплитуду колебаний температуры в холодильной камере?

С шариком в автоматiku

Устойчивость — это способность системы возвращаться в прежнее состояние, после вывода ее из этого состояния. Это важнейшее свойство является основой характеристики систем как биологических (животного и растительного мира), так и технических. Устойчиво ли животное против заболевания, инфекции, климатических изменений? Возвратится ли в прежнее вертикальное положение пригнутый ветром колос пшеницы? Станет ли по-прежнему работать техническое устройство, если оно подверглось механическому воздействию, если возникли внешние помехи или внутренние неисправности? На последний вопрос дает ответ теория устойчивости — фундамент науки об автоматическом управлении.

Рассмотрим поведение системы шарик — поверхность в четырех вариантах, изображенных на рис. 48, а, б, в, г. Шарик занимает положение: а) на вершине горы; б) в чаше; в) на горизонтальной бесконечной поверхности; г) в трубе. К шарiku в каждом из четырех случаев приложена сила, достаточная для выведения его из положения, указанного на рисунках. Ответить на вопрос, в каком случае шарик займет устойчивое положение, а в каком нет, не представляет труда.

Сложнее решить этот вопрос относительно автоматической системы.

Автоматическая система (объект плюс автоматический регулятор) состоит из цепочки звеньев. Сигнал передается от звена к звену. Каждое звено обладает своими, только для него характерными свойствами передачи сигнала. Звено передает сигнал с разной скоростью, за разное время, одно с искажением, другое без и т. д. Подобно шарикам, автоматическая система, состоящая из звеньев, при

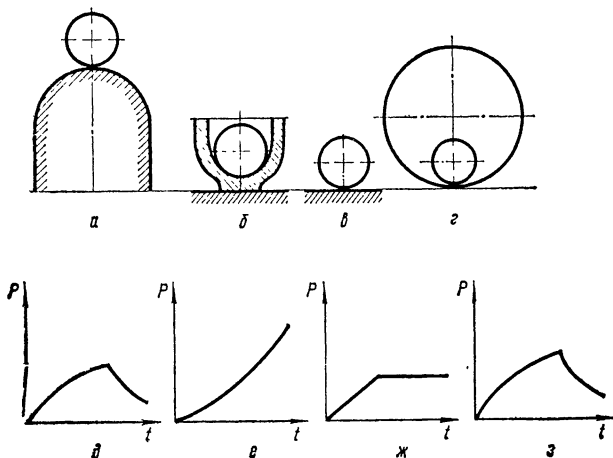


Рис. 48.

воздействии на нее извне, может находиться в состоянии: 1) устойчивого равновесия; 2) неустойчивого равновесия; 3) при небольших внешних воздействиях возвращаться в состояние равновесия, а при больших не возвращаться в состояние равновесия; 4) нейтральном, то есть в таком состоянии, когда при внешнем воздействии система перейдет в новое состояние устойчивого равновесия.

В нашем случае стабилизирующая система автоматического регулирования должна поддерживать постоянным параметр (уровень, давление, влажность и т. п.) в объекте.

Работа системы изображена в виде графика в координатах t — время, P — параметр. Если система устойчива, то после внешнего воздействия она будет поддерживать параметр на постоянном значении.

На рис. 48, *д, е, ж, з* показаны графики поведения системы после воздействия на нее. Ответьте, какому состоянию системы *д, е, ж, з* соответствует положение шарика на опорной поверхности (рис. 48, *а, б, в, г*). Против букв *д, е, ж, з* поставьте соответствующие им буквы *а, б, в, г* и не спешите заглянуть в ответ.

Подумайте, как изменится поведение системы, если увеличить силу внешнего воздействия, например, до величины, достаточной, чтобы шарик покинул чашу *б*. Против букв *д, е, ж, з* поставьте буквы *а, б, в, г*.

САМОДЕЛКИ

Журнал пришел!

Сколько раз вы заглядывали в почтовый ящик в ожидании журнала! Знаете ли вы, что узнать о поступлении журнала можно, не выходя из комнаты? Поможет вам в этом автоматическое сигнализирующее устройство (рис. 49).

Один конец фанерной планки *2* крепится на оси *1*, другой тонким кусочком резины *3* — к стенке почтового ящика. Размеры деталей *1, 2* и *3* подбираются в зависимости от размеров конструкции. Опущенная в ящик корреспонденция действует своим весом на правый конец фанерной планки. Планка опускается и замыкает контакты *4*. Электрическая цепь замыкается, и включенная в цепь лампочка или электровозвонк подает сигнал.

Можно сконструировать настолько чувствительное устройство, что оно будет реагировать даже на конверт.

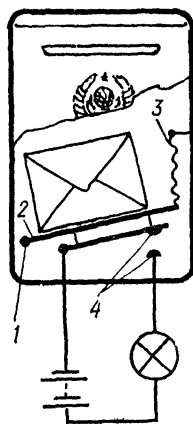


Рис. 49.

Если открылась дверь...

... то об этом можно узнать по загоревшейся электрической лампочке или звонку.

Автоматический сигнализатор (рис. 50) дверей легко изготовить у себя дома. Как только откроется дверь *5*,

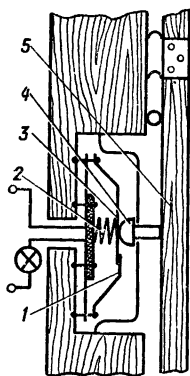


Рис. 50.

кнопка 4 под действием пружины 2 отходит в правое крайнее положение. При этом контакты 1 и 3 замыкают электрическую цепь лампочки или электровонка. При закрывании двери кнопка 4, действуя на контакт 3, разрывает электрическую цепь и лампочка гаснет.

Друзья, смотрите диафильм!

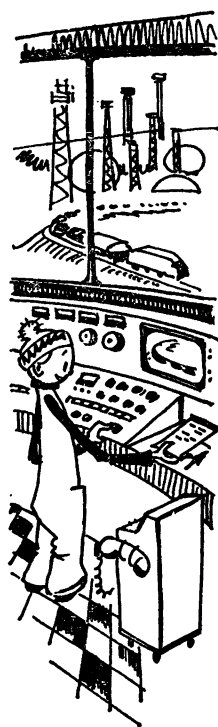
С развитием науки и техники возрастает необходимость изолировать человека от вредных и опасных процессов, с которыми приходится иметь дело на производстве. Измерение параметров таких процессов, сигнализация об их изменениях и управление процессами осуществляется со щитов и пультов. Дистанционные измерения и сигнализирующие устройства, системы дистанционного управления все шире применяются в нашей жизни. Ряд параметров на атомных электростанциях измеряют только на расстоянии. Боевыми ракетами и задвижками панелей подземной газификации управляют тоже на расстоянии.

Предлагаем принципиальную электрическую схему дистанционного управления фильмоскопом (рис. 51).

Дистанционное управление фильмоскопом дает возможность сэкономить время на уроке, в кружке, при просмотре диафильма дома.

Сначала нужно приобрести электродвигатель постоянного тока (микродвигатель), редуктор от настенных или настольных часов, понижающий трансформатор, два диода $V1$ и $V2$ типа Д-226, две звонковые кнопки и один выключатель.

При нажатии на кнопку $S1$ выпрямленный электрический ток приводит



в действие электродвигатель. Редуктор, соединенный с ним и связанный с ручкой управления фильмоскопа, приводит в движение ленту диафильма в фильмопротяжном тракте. Если нажать на кнопку $S2$, диафильм будет перемещаться в обратном направлении.

Собрать электрическую схему просто. Труднее соединить все узлы в общее устройство. Подумайте, как сконструировать приставку к фильмоскопу? Рекомендуем на плате укрепить фильмоскоп и приставку к нему. Последнюю можно сделать из листа изоляционного материала.

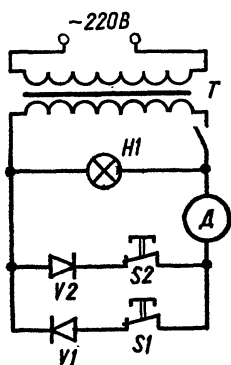


Рис. 51.

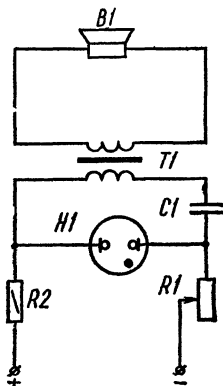


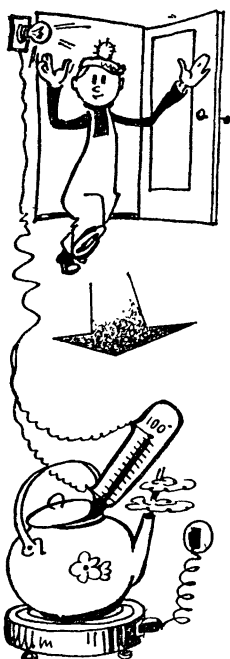
Рис. 52.

С одной стороны расположить на ней электродвигатель с редуктором, соединив его с ручкой управления фильмоскопа. На обратной стороне листа смонтировать электрическую схему. Выключатель укрепить на месте, удобном для пользования.

Когда закипит вода в чайнике...

... об этом известит автоматический сигнализатор.

Схема автоматического сигнализатора (рис. 52) собрана на неоновой лампе $H1$ типа ТН-0,2. Датчиком является терморезистор $R2$ (20—50 кОм), который приклеивается резиновым клеем на наружную поверхность чайника. Кроме того, в схеме имеются резистор $R1$ на 1,0 Ом, конденсатор $C1$ на 0,01 мФ, трансформатор T и громкого-



воритель *В1* (могут быть от малогабаритного радиоприемника).

Схема питается от источника постоянного тока напряжением 70—100 В. Закипела вода в чайнике — громкоговоритель звучит определенным тоном, и загорается неоновая лампочка. Автоматический сигнализатор можно настроить на любую температуру, например для контроля подогреваемой воды и др.

Регулятор температуры воздуха в комнате

Чтобы творения живописи не старели, в залах музеев необходимо поддерживать определенный и постоянный температурный режим.

В государственной Третьяковской галерее, например, автоматическая система регулирования поддерживает постоянную температуру и влажность воздуха. Система создана Киевским институтом автоматики.

В залах галереи расположены датчики. Они подключены к общей измерительной системе. Если в одном из залов температура или влажность воздуха отклонится от заданной, автоматическая система выработает команду, и специальные устройства восстановят необходимую температуру.

Предлагаем изготовить подобное (рис. 53), но более простое устройство, поддерживающее постоянную температуру в комнате.

Изменение температуры воздуха «чувствуют» терморезисторы *R1* и *R3*, включенные в схему уравновешенного моста с другими полупроводниковыми терморезисторами *R2* и *R4* (типа ММТ-9). Для уравнивания моста,

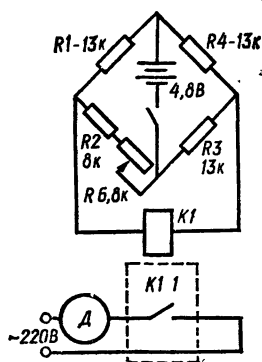


Рис. 53.

т. е. для соблюдения равенства произведений сопротивлений противоположных плеч моста $R1 \cdot R3 = R2 \cdot R4$ служит переменный резистор R . В одну диагональ моста включена электрическая батарея питания на 4,8 В, в другую — реле $K1$ типа РП. В измерительной диагонали ток отсутствует: мост уравновешен.

При повышении температуры воздуха сопротивление терморезисторов $R1$ и $R3$ изменяется. Нарушается равновесие моста. В измерительной диагонали появляется электрический ток, достаточный для срабатывания реле. Контакты реле замкнут электрическую цепь, допустим, вентилятора. Нагнетаемый им воздух обдувает и охладит терморезисторы $R1$ и $R3$. Реле «отпустит» контакты и остановит вентилятор.

Автоматический увлажнитель

Если вам нужно уехать на несколько дней или недель, то за вашими цветами может ухаживать автоматический увлажнитель. Стеклянная банка с широким горлышком или ведро и поплавков с полиэтиленовыми трубочками — вот все его детали. Поплавком может служить использованная консервная банка с запаянной крышкой. К боковой цилиндрической поверхности следует припаять 5—6 скоб из проволоки диаметром 1—1,5 мм. Скобы расположите на банке на одинаковом расстоянии друг от друга. Через них продеваются полиэтиленовые трубочки длиной 0,5—1 м.

Перед использованием увлажнителя проденьте через трубки жгуты из мягких скрученных нитей так, чтобы выглядывали их концы. Опустите трубочки со жгутами в воду на полчаса. Укрепите трубочки на поплавке, продев их через скобки. Затем установите увлажнитель выше цветочных горшков и опустите концы трубок в землю.

Автопоилка

Ученики школы № 58 г. Краснодара сконструировали и изготовили своими руками автопоилку для цыплят. Она используется в совхозе «Пашковский».

В желоб 3 (рис. 54) по трубкам 2 поступает вода из бака 1. В баке (рис. 55) с помощью поплавка 2 и клапана 1 автоматически поддерживается постоянный уровень воды.

Когда расход воды увеличивается, поплавок опускается и игла открывает отверстие в трубе для поступления воды.

На рисунке 56 показана схема автопоилки для коров.

Усвоив принцип действия поплавкового регулятора, попробуйте сконструировать подобные устройства для до-

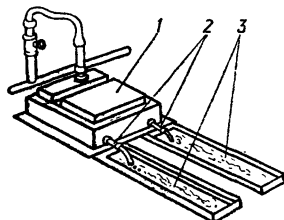


Рис. 54.

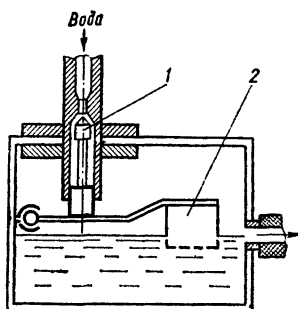


Рис. 55.

машних животных. Если ваши родители работают в коллективных хозяйствах, сконструируйте автоматические устройства для колхоза (совхоза). Предложите их изготовить и внедрить в коллективных хозяйствах. Автопоилки облегчают труд, экономят время, повышают производительность труда.

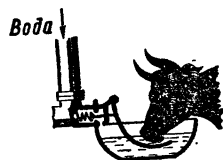


Рис. 56.

Пусть вас не смущает, что размеры деталей не указаны на схемах: они зависят от вида животных, потребностей воды и многих других причин, которые вам нужно учесть при конструировании. Ведь вы не только исполнители, но и творцы самоделок.

Фонтан-автомат

Светская знать и иностранные гости, приглашенные Петром I в Петергоф, прогуливались по аллеям парка. Они подошли к фонтану, вокруг которого было насыпано множество морских камешков. Кто-то наступил на один из них, и гости вдруг оказались под струей воды, бьющей... из камней. Сработал фонтан-автомат — сюрприз Петра I.

Работа подобного фонтана (рис. 57) основана на использовании закона рычага. Если правое плечо 4 рычага опус-

кается, левое плечо рычага отпускает резиновый шланг, который оно сжимало наконечником 5, и вода фонтаном бьет из наконечника 2. Она поступает из бачка 8, поднятого над землей и скрытого от глаз. Как только нога перестает нажимать на камешек 1 и тем самым на площадку, правое плечо рычага под действием пружины 3 возвращается в прежнее положение.

Для изготовления фонтана нужны металлический стержень (ось в опоре), резиновый шланг, бачок, пружина, деревянная планка, отрезок трубы и морские камешки.

Сначала нужно выкопать канавку глубиной до 50 см, шириной 20 см и длиной до 1 м. На ее дно положить рычаг с осью и опорой, а также резиновый шланг. Поперек канавки на кирпичах укрепить планку 6 для упора пружины. Край канавки в средней части нужно расширить и положить в нее непригодный для использования таз, вырезав предварительно в нем три отверстия: одно для площадки правого плеча рычага в центре таза; другое — для наконечника 2, надетого на конец резинового шланга 7; третье — для сточной трубы. Вместо наконечника для большого эффекта иногда используют кольцеобразную водопроводную трубу с отверстиями, которую прячут в камешках.

Фонтаны-автоматы можно устроить в пионерских лагерях, на площадках.



Рис. 57.

Самый тихходный двигатель в мире

Представьте себе двигатель, который делает не тысячи оборотов в минуту, а всего лишь один оборот — в сутки, в неделю или в месяц. Такие тихходные двигатели нужны современной автоматике. Расскажем об одном из вариантов применения тихходных двигателей.

Для периодического (один оборот в час или в сутки) вращения вала можно использовать механизм часов или реле с электродвигателем и редуктором. И тогда не нужно изобретать тихоходные двигатели. Однако устройства сложны, применение их может быть экономически нецелесообразным.

Тихоходный двигатель, изобретенный ленинградскими инженерами¹, прост по устройству. Принцип действия основан на перемещении ионов в жидкости.



Рис. 58.

В стеклянную трубку (рис. 58) вмонтированы анод и катод, а сама трубка заполнена электролитом. Подключим источник питания (батарейку). Через электролит пойдет электрический ток, в результате чего масса анода будет уменьшаться, а масса катода — увеличиваться. По закону Фарадея количество вещества, выделившегося на электродах, пропорционально величине заряда, который прошел через электролит. Спустя некоторое время разница между массой анода и катода станет настолько заметной, что центр тяжести трубки переместится в сторону катода и трубка повернется на определенный угол. Однако это еще не двигатель.

Авторы изобретения смонтировали под углом 120° друг к другу три таких элемента *A*, *B*, *C*. На рисунке 59 изображена принципиальная схема самого тихоходного двигателя в мире. Коллекторное устройство *I*, насаженное на одну ось с электродами, обеспечивает последовательную смену полярности на них.

В результате прохождения тока (переноса ионов) центры тяжести каждого элемента смещаются: элементов *B* и *C* — к оси, элемента *A* — к катоду. Таким образом, все устройство повернется на определенный угол (элемент *A* займет положение II, элемент *B* — III, элемент *C* — I). Теперь центр тяжести элемента *A* (в положении II) будет смещаться к оси *OO*, элемента *C* (в положении I) — к катоду. Итак,

¹ См.: Авторское свидетельство № 181180.

центр тяжести последовательно перемещается в каждом элементе, что в целом обеспечивает возникновение на валу вращательного момента (к сожалению, небольшого). Такой гальванический двигатель может вращаться с какой-либо небольшой скоростью, регулировать которую можно величиной тока.

Попробуйте изготовить в техническом кружке тихоходный двигатель. Применять его можно, если на валу укреп-

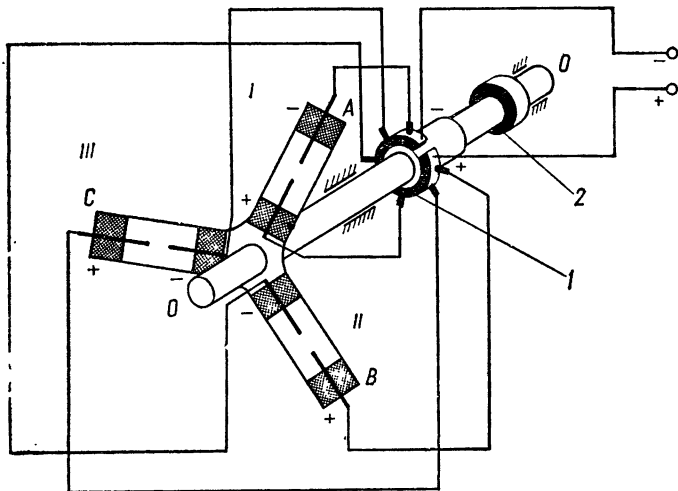


Рис. 59.

пить кулачок для периодического включения кино съемочного аппарата при съемке медленно текущих процессов (например, распускания цветка или почки).

Рекомендуем ознакомиться со статьей «Устройства для замедленной киносъемки» в журнале «Радио», 1973, № 8.

Автоматический паяльник

Как избежать перегрева электропаяльника? Этому может помочь тепловое реле, включенное в электрическую цепь паяльника. Если достигнута необходимая для паяния температура, реле автоматически выключает нагревательный элемент, что дает экономию электроэнергии и времени для паяния.

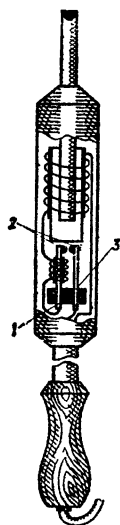


Рис. 60.

Тепловое биметаллическое реле (рис. 60) состоит из биметаллической пластинки 1 и латунной пластинки 3. Одни концы этих пластинок закрепляются неподвижно, другие — свободны и имеют контакты 2.

Во время нагревания биметаллическая пластинка выгибается, размыкает контакты 2 и отсоединяет паяльник от сети.

Реле можно смонтировать непосредственно в паяльнике или поместить рядом с ним. Тепловое реле изготовьте самостоятельно. Биметаллическую пластинку длиной 40 мм, шириной 4 мм и толщиной 1,0—1,8 мм следует изолировать двумя прокладками из гетинакса или другого изоляционного материала толщиной 1 мм, на который намотать часть спирали (5—6 витков). При других размерах биметаллической пластинки количество витков подбирается опытным путем.

Автоматика предупредила

В годы Великой Отечественной войны смертоносный огонь легендарных «катюш» наводил ужас на врага и вызывал панику. Чтобы разгадать секрет оружия, фашисты тысячи марок обещали тому, кто достанет неразорвавшийся снаряд «катюши».

Был такой случай. Склад, где хранились снаряды для катюш, тщательно охранялся. Вокруг объекта — проволоочное заграждение. Часовые бдительно несли службу. Получив сведения об объекте, немецкое командование направило к нему группу парашютистов. Приземлившись в ближайшем лесу, фашисты незаметно блокировали объект и стали выжидать. В ту ночь выдалась ненастная погода: ветер, дождь, небо без единой звездочки.

Парашютисты, подобравшись к проволочному заграждению, сумели сделать в нем коридор для прохода. Когда первый из группы уже приготовился нанести удар ножом в спину часового, внезапно раздался рев сирены. Поднявшись по тревоге, караульное отделение наших бойцов завязало бой и уничтожило фашистов.

Оповестила об опасности автоматическая система сигнализации. Вдоль проволочного заграждения со стороны

объекта была натянута тонкая изолированная проволока. Кто-то из фашистов зацепил ее и разорвал незаметно для себя.

Известны различные системы автоматической сигнализации: световые и звуковые. Производственные системы сигнализируют о достижении каких-либо значений параметров в ходе технологического процесса или о его окончании. Непроизводственные системы срабатывают при разрыве электрической цепи. Схема такой автоматической электрической сигнализации, немного упрощенная, изображена на рисунке 61. Она вполне доступна для выполнения. При обрыве проволоки на участке *AB* обесточивается обмотка электромагнитного реле. При этом контакты *K1. 1* реле замыкают цепь звонка. Кнопка *S1* отключает сигнализацию, кнопка *S2* замыкает цепь реле¹.

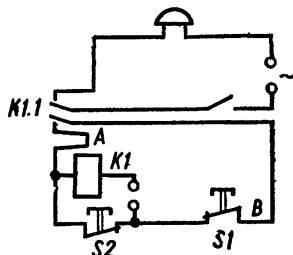


Рис. 61.

Бегающие огоньки

Бегающие огоньки еще больше украсят новогоднюю елку. Сделать это поможет автомат² (рис. 62). Пластмассовые полоски 3 проходят через катушку 2 (соленоид). По полоскам после толчка катится ферромагнитный шарик 1. Натолкнувшись на контакты соленоида, шарик замыкает электрическую цепь. Магнитное поле соленоида быстро втягивает шарик, который сходит с контактов и размыкает цепь соленоида. Пройдя соленоид, шарик продолжает двигаться по инерции и последовательно замыкает контакты лампочек до тех пор, пока полностью не израсходует полученную кинетическую энергию. Описав круг, шарик снова замыкает контакты соленоида, и все повторяется сначала.

Такой автомат для включения и выключения электрических цепей можно сделать самостоятельно. Для этого нужно приобрести ферромагнитный (стальной) шарик, изолированный провод диаметром 0,2 мм, два пластмассовых сбруча (диаметром 300 и 280 мм), электрические лампочки

¹ См.: Любимов К. В., Новиков С. М. Знакомимся с электрическими цепями. М., Наука, 1972.

² См.: Изобретатель и рационализатор, 1967, № 5.

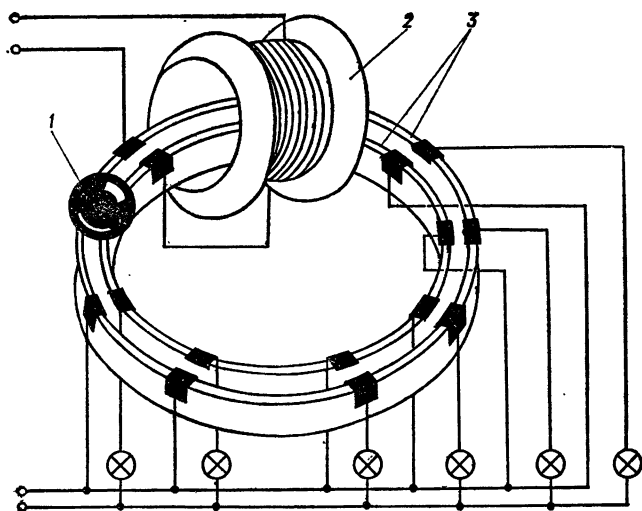


Рис. 62.

и несколько метров электрического провода. На картонный каркас катушки наматывается 3600 витков изолированного провода.

На схеме показано устройство параллельно включенных 220-вольтных лампочек. Лампочки низкого напряжения (2—4—6 В) нужно включать через понижающий трансформатор или же набрать определенное количество лампочек в каждой параллельной ветке. Например, если лампочки на 6 В, то их число при последовательном включении в сеть должно быть равно $220 : 6 \approx \approx 37$. Продолжительность горения лампочек зависит от длины контактов.

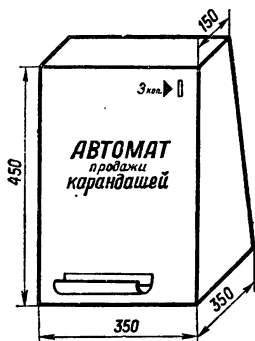


Рис. 63.

Автомат продает карандаши

Интересный автомат для продажи карандашей сделали одесские школьники (рис. 63). Если опустить трехкопеечную монету в щель, автомат выдаст карандаш.

Заглянем внутрь автомата: (рис. 64). В направляющие стойки 1

кладут 80—100 карандашей круглой или шестигранной формы. Крайний карандаш лежит на выступающей части лотка 3. Справа его удерживает пластинчатая дугообразная пружина 2. Слева от него расположен толкатель 4.

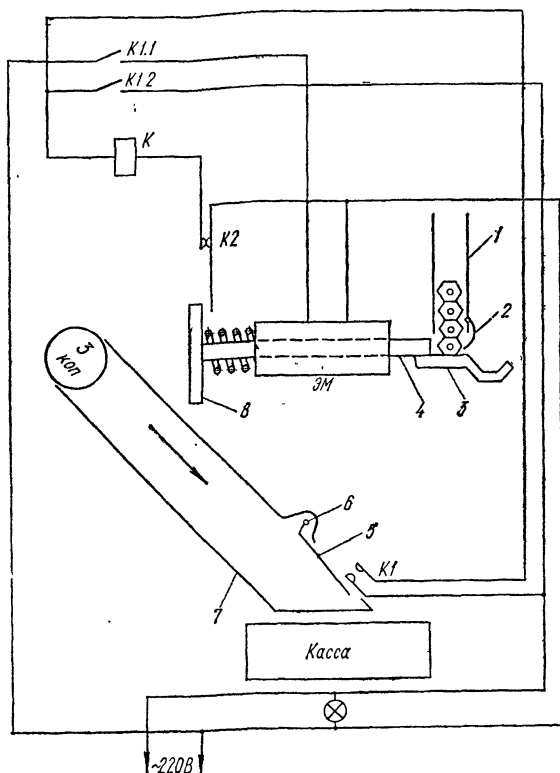


Рис. 64.

Монета, опущенная в щель, скатывается по желобу 7. На своем пути встречает изоляционную пластинку 5, укрепленную одним концом на оси 6. Пластинка 5, поднимаясь, замыкает контакты $K1$, включенные в цепи катушки реле K . Включенное реле своими контактами $K1.1$ замыкает цепь катушки электромагнита $\mathcal{E}М$, а контактами $K1.2$ — цепь блокировки контактов $K1.1$. Таким образом, цепь катушки реле не прерывается.

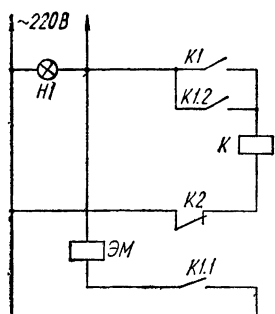


Рис. 65.

Толкатель 4, связанный с сердечником катушки электромагнита ЭМ, переместится вправо, вытолкнет карандаш из стойки 1, преодолев сопротивление пружины 2. При движении толкателя вправо его шайба 8 разомкнет контакты K2 (электрическую цепь катушки реле K). После этого толкатель под действием сжатой пружины вновь возвратится в исходное положение.

Принципиальная электрическая схема автомата приведена на рисунке 65. В схеме использованы реле K типа ПЗВ-1, катушка (диаметр провода и число витков определяют самостоятельно), сигнальная лампочка H1 (включается при неисправности автомата).

Автоматический браковщик

Электроконтактные методы контроля деталей широко применяются в машиностроении (рис. 66). Если на конвейере детали допустимых размеров, то светятся обе лам-

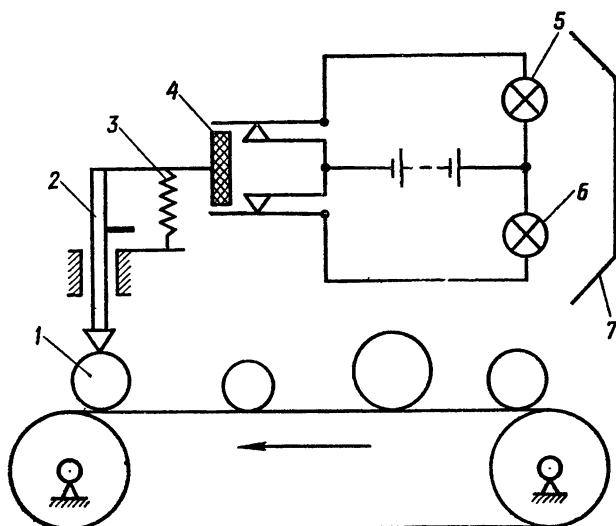


Рис. 66.

почки. Когда же размеры детали *1* больше допустимых, то щуп *2*, прижатый пружиной *3* к поверхности детали, изоляционной пластиной *4* разомкнет пару верхних контактов, электрическая цепь лампочки *5* разомкнется — лампочка погаснет. В окне *7* это заметит контролер и снимет бракованную деталь с конвейера. Если же размеры детали меньше допустимых, щуп опустится и разомкнет нижние контакты. Погаснет лампочка *6*.

Но это только автоматическая сигнализация о размерах. А для создания автоматического браковщика данную схему нужно дополнить электромагнитными реле, включенными

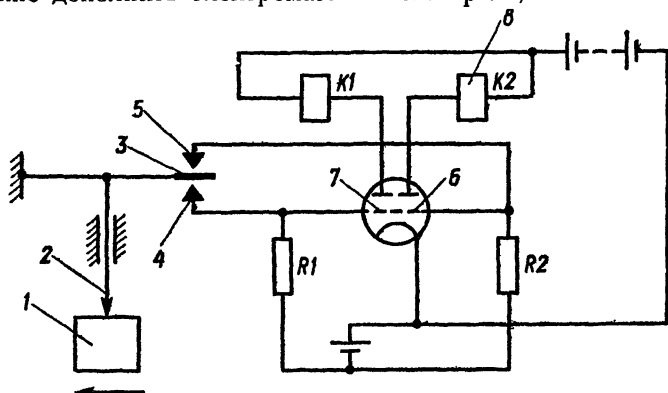


Рис. 67.

в электрические цепи лампочек. При размыкании электрической цепи лампочек замкнутся контакты реле, включится устройство, выталкивающее деталь с конвейера. Придумайте его.

На рисунке 67 изображена схема электронного браковочного устройства. Размеры деталей контролируются вышеописанным методом. Но в данной схеме имеются устройства, которые управляют выталкивающими элементами бракованных изделий.

Схема состоит из двойного триода, двух электромагнитных реле, сопротивлений, источников питания и группы контактов. Детали *1* на транспортере движутся в направлении стрелки. Щуп *2* контролирует размеры деталей и управляет контактом *3*. При допустимых размерах детали контакт *3* занимает среднее положение, как показано на

схеме. Оба триода лампы заперты отрицательным сеточным напряжением.

Если под щуп попадает деталь, размеры которой больше допустимых, замыкаются контакты 3 и 5, если меньше допустимых — 3 и 4. Замыкание в обоих случаях приводит к снятию отрицательного потенциала с сеток 6 или 7 триода и к срабатыванию реле *K1* или *K2*. К контактной группе реле присоединяется электрическая цепь выталкивающего устройства бракованных деталей с транспортера. Детали больше допустимых размеров сбрасываются в одну сторону, меньше допустимых — в другую.

Автоматический браковщик освобождает человека от многочисленных измерений и сортирует детали по размерам быстрее и точнее, чем человек.

Автомат сигнализирует: шумно!

Установить бы такие автоматы в учебных помещениях, в залах, в вестибюлях школ и кинотеатров. Они сигнализируют бы о возникновении шума, превышающего 40—50 дБ, о том, что разговаривающий мешает остальным присутствующим. Собрать такую схему (рис. 68) нетрудно. Усилитель низкой частоты собран на транзисторах *V7—V8* типа МП-41Б и *V9* типа П214 (А—Г). К входу усилителя подключен микрофон, а к его выходу — реле *K1* типа РЭС-10, которое своими контактами замыкает электрическую цепь сигнальной лампочки или звонка. Сила тока, необходимая для срабатывания реле, регулируется пере-

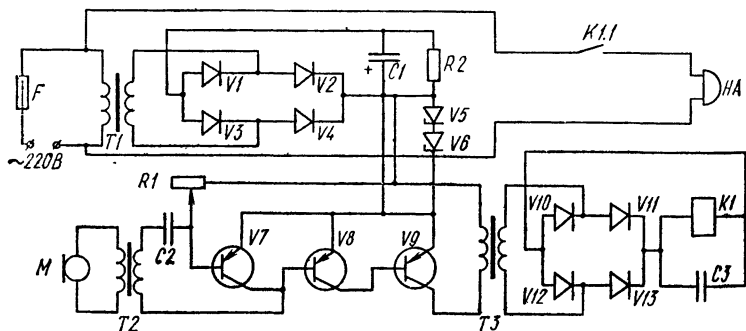


Рис. 68

менным резистором $R1$ на 5,0 МОм. Элементы схемы: конденсаторы $C1$ (500 мФ \times 15 В), $C2$ (3,0 мФ \times 10 В), $C3$ (100,0 мФ \times 20 В); $V1-V4$, $V10-V13$ — диоды типа Д226А, $V5$, $V6$ — типа Д814Г.

Автоматика рыбакам

Автоматика приходит на помощь и рыбакам. Рекомендуем автоматический сигнализатор, который прикрепляется к концу палки длиной 25—35 см. Палку острым концом втыкают в землю рядом с удочкой. Как только рыба потянет леску, срабатывает автоматический сигнализатор.

Устройство сигнализатора показано на рисунке 69. Наконечником служит стекло 1 от карманного фонарика, которое прикрепляется к трубке диаметром 40 мм и длиной 25—35 см. В трубке есть окно 2, лампочка 3, которая закреплена в патроне 4. К патрону подсоединена клемма 6. Круглая батарейка «Сатурн» 8 прижимается пружиной 10 к цоколю лампочки. В трубке есть бумажная набивка 9 для изоляции и центрирования батарейки. Между клеммами 6 и 7 пропускают леску 5 донки. Когда рыба тянет наживку, леска выскальзывает из контактных клемм, которые соединяются, и лампочка загорается.

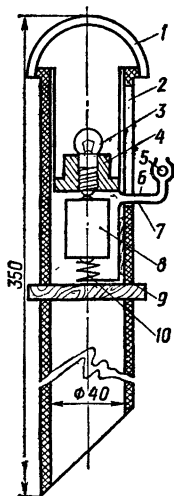


Рис. 69.

Сигнализатор можно смонтировать и на удище. Для этого рекомендуется использовать карманный фонарик цилиндрической формы, сделав в нем окно и соединив контактные клеммы.

Автоматика в детской коляске

Чтобы грудной ребенок не лежал в мокрых пеленках, на помощь приходит автоматика.

«Смени пеленку» — так назвал свое изобретение Н. Рогачев из Волгограда¹. На детскую пеленку кладут две полоски из алюминиевой фольги шириной 5—8 см каждая,

¹ См.: Неделя, 1966, № 23.

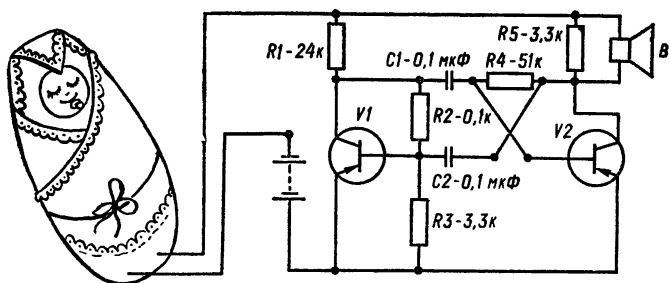


Рис. 70.

на расстоянии 3 мм одна от другой. К полоскам присоединяют сигнализирующее устройство, схема которого дана на рисунке 70. $V1$ и $V2$ — транзисторы типа П13. Остальные элементы ясны из схемы. При появлении влаги между станиолевыми пластинками замыкается электрическая цепь, и громкоговоритель B подает сигнал.



Отгадываю имя

Возле входа в зал стояли обычные весы, но вместо шкалы на них были написаны... имена. Весы могли отгадать ваше имя. Из 32 предложенных вам карточек с разными именами вы должны отобрать те, на которых нет вашего имени, и положить их на чашу весов. Стрелка остановится против вашего имени.

Шкала весов проградуирована в двойной системе, а каждая карточка имеет определенный вес.

Автоматический отгадыватель имен был установлен в Ленинградском доме занимательной науки еще перед началом Отечественной войны. В те времена в доме работали видные популяризаторы науки Лев Васильевич Успенский, Яков Исидорович Перельман и другие. С тех пор прошло много лет. В 1976 г. на выставке технического творчества школьников Центра-

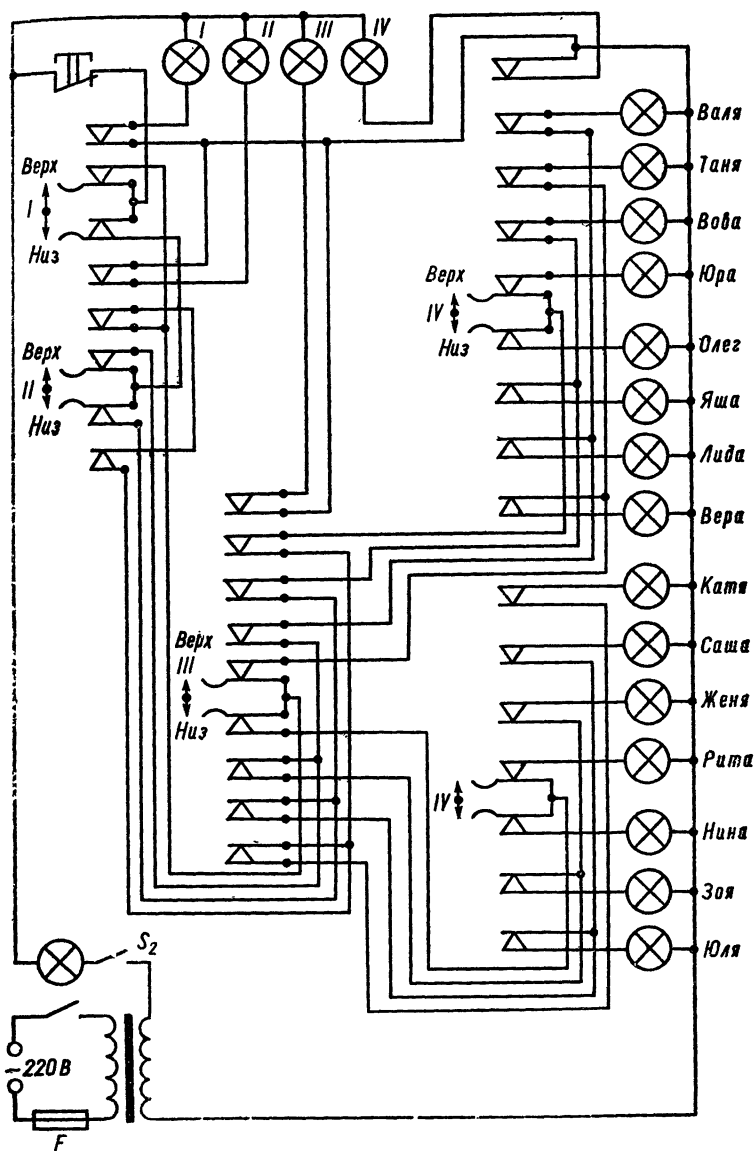


Рис. 71.

льной станции юных техников (Киев) один экспонат привлек особое внимание. Он тоже назывался «Автоматический отгадыватель». Его изготовил десятиклассник Черныш Валерий в радиотехническом кружке.

На лицевой части отгадывателя написаны имена. Нужно задумать имя — выполнить простое правило, написанное тут же, — и прибор высветит задуманное имя.

На верхней панели прибора имена:

Юля Нина Женя Саша Вера Яков Вова Валя
Зоя Рита Катя Лиди Олег Юра Таня

Ниже — четыре колонки с именами:

Юля	Лиди	Вера	Таня
Женя	Валя	Яша	Саша
Вера	Зоя	Вова	Рита
Вова	Рита	Лиди	Валя
Валя	Таня	Юра	Катя
Галя	Женя	Валя	Вова
Катя	Вера	Таня	Юра
Олег	Нина	Олег	Женя

Под каждой колонкой тумблер. Против колонки, где есть задуманное имя, тумблер следует установить в нижнее положение, где нет — в верхнее. Потом нужно нажать на кнопку, и на верхней панели высветится задуманное имя.

Электрическая схема прибора (рис. 71) питается от сети переменного тока напряжением 220 В. Понижающий трансформатор питает схему напряжением 6,3 В, 20 лампочек включены параллельно. 15 из них подсвечивают имена на лицевой части прибора, 4 служат для подсветки колонок с именами, а одна лампочка загорается при включении прибора. В схеме применены 4 телефонных роликовых двусторонних ключа (показаны римскими цифрами). Схема включается тумблером.

Автомат для фотопечати

В любительской фотолаборатории время экспонирования (засветки фотоматериала) фотобумаги зависит от ее чувствительности и от плотности негатива. Для получения качественных фотографий разработан автомат¹, который

¹ См.: Верхало Ю. Н. Автоматика дома. Приложение к журналу „Юный техник“. М., Малыш, 1968.

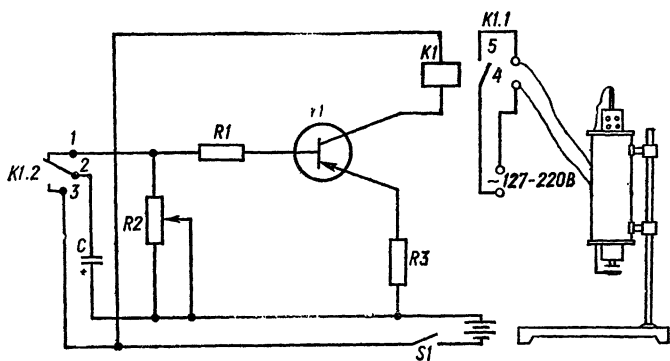
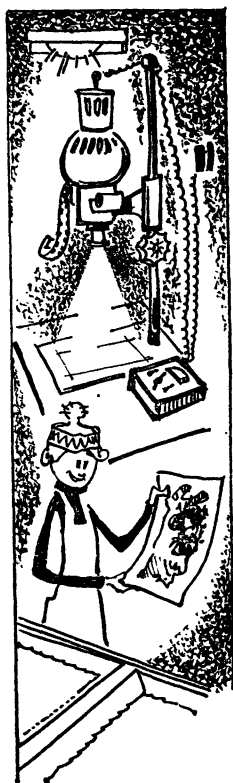


Рис. 72.

включает проекционную лампу фотоувеличителя через определенные промежутки времени. Принципиальная электрическая схема (рис. 72) представляет собой реле времени с выдержкой от 1 до 30 с. Собирают ее на плате из оргстекла или текстолита. Детали схемы: *K1* — реле типа РЭС-10 с ослабленными возвратными пружинами (ток должен быть 12—15 мА); транзистор типа П13, П14 или П15; *C* — конденсатор емкостью 500 мкФ; *R1* и *R3* — резисторы, *R2* — переменный резистор; *S1* — выключатель.

При включении батареи соединяются контакты 2 и 3 и заряжается конденсатор *C*. Затем кнопка *S1* отпускается. При этом замыкаются контакты 1 и 2. Заряженный конденсатор *C* подключается к цепи, в которую включены резисторы *R1*, *R2* и *R3*, транзистор *V* и реле *K1*. Реле срабатывает — включается лампа фотоувеличителя. Конденсатор *C* начинает разряжаться, и величина тока, проходящего через реле *K1*, постепенно падает. Когда ток уменьшится, контакты 4 и 5 реле *K1* размыкаются — лампа фотоувеличителя гаснет.



Время горения лампы регулируют изменением сопротивления резистора $R2$. Изменяя положение движка резистора, можно добиться различной выдержки. Последнюю выверяют секундомером и обозначают в виде шкалы.

Автоматический счетчик

Многие предприятия выпускают штучную продукцию в бутылках, банках, мешках, ящиках и т. п. Для определения количества выпускаемой продукции применяются механические, электромагнитные счетчики и фотоэлектронные счетные реле.

Фотоэлектронное реле — устройство автоматического контроля, сигнализации и регулирования, которое реаги-

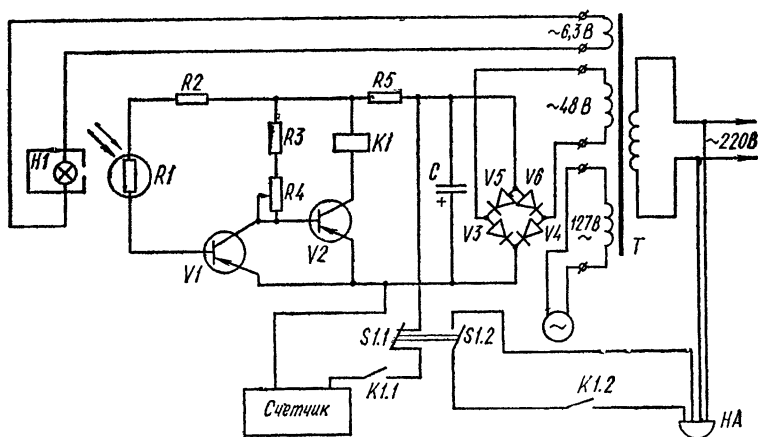


Рис. 73.

рует на изменение величины светового потока. Фотореле состоит из фотоэлектронного прибора, источника излучения, усилителя и исполнительного механизма.

Работу фотоэлектронного реле можно продемонстрировать на действующем стенде. На движущейся ленте конвейера установлена штучная продукция: втулки, валики или пакеты. По одну сторону конвейера расположена осветительная лампа, по другую — приемник светового потока, т. е. фотоэлемент. Последний реагирует на затемнение, создаваемое изделием. Подключенный счетчик будет сра-

батывать и автоматически учитывать проходящую по конвейеру продукцию.

Демонстрационный стенд состоит из двух основных элементов: конвейера с приводом и фотоэлектронного реле.

В роли конвейера можно использовать ременную передачу. Один из шкивов ведущий; он соединен через редуктор с электродвигателем. На ремне укрепляются с некоторым интервалом детали. Размеры передачи будут зависеть от деталей, которые вы приобретете. Передачу лучше спрятать в коробке, оставив окно, через которое видно перемещение ленты с деталями. По одну сторону конвейера помещают осветительную лампу, закрыв ее кожухом и оставив лишь отверстие для светового луча. По другую сторону — фоторезистор. На заднем плане окна устанавливают декорацию, имитирующую производственный цех, который выпускает данную продукцию. Во внутренней части коробки монтируется электрическая схема.

На рисунке 73 изображена принципиальная электрическая схема фотореле: $H1$ — осветительная лампа, $R1$ — фоторезистор типа ФСД-ГА, $R2$, $R3$, $R5$ — резисторы типа МЛТ-0,5, $R4$ — резистор переменный типа СП2-5, C — конденсатор типа К50-6, $V1$ — $V2$ — транзисторы типа МП-41, $K1$ — электромагнитное реле типа РЭС-9 с контактами $K1.1$ и $K1.2$; $S1$, S_2 — переключатели; диоды $V3$ — $V6$ типа Д226А или КЦ405А, T — трансформатор.

При изменении освещенности (например, при затемнении фоторезистора $R1$) ток уменьшается, и транзистор $V1$ закрывается. При этом появляется высокий потенциал на его коллекторе, который открывает транзистор $V2$ и вызывает срабатывание реле $K1$. Реле своими контактами $K1.1$ включает счетчик, а контактами $K1.2$ — звонок или осветительную лампу. Включение того или иного устройства зависит от положения переключателя $S1$. В положении, указанном на схеме, будет срабатывать счетчик.

Питается фотореле от двухполупериодного выпрямителя, собранного по мостовой схеме на диодах $V3$ — $V6$.

Работает счетчик так. При подаче импульса напряжения на обмотку электромагнита якорь счетчика втягивается в катушку, и с помощью собачки и храпового колеса поворачивает колесо (единицы счетчика) на один шаг (1/10 оборота). С этим колесом соединены последующие колеса десятичной системы. Счетчик питается от того же источника напряжения постоянного тока.



Рис. 74.

Механические, электромагнитные, радиоэлектрические, радиоактивные, рентгеновские и другие счетчики освобождают человека от однообразной и утомительной работы по учету штучной продукции на производстве.

Автомат-отгадчик

Вам, конечно, знакома игра на отгадывание задуманного числа. Товарищ предлагает задумать число. Затем просит прибавить к нему... умножить ... сложить ... и т. д. И когда вы проделали все предложенные операции с числами, он, к вашему удивлению, называет задуманное вами число.

Автомат-отгадчик безошибочно называет не одно, а два задуманных вами числа. Выполнив несколько математических операций с задуманными числами, вы вводите полученный результат в автомат. После этого его индикаторные лампы высвечивают задуманные числа.

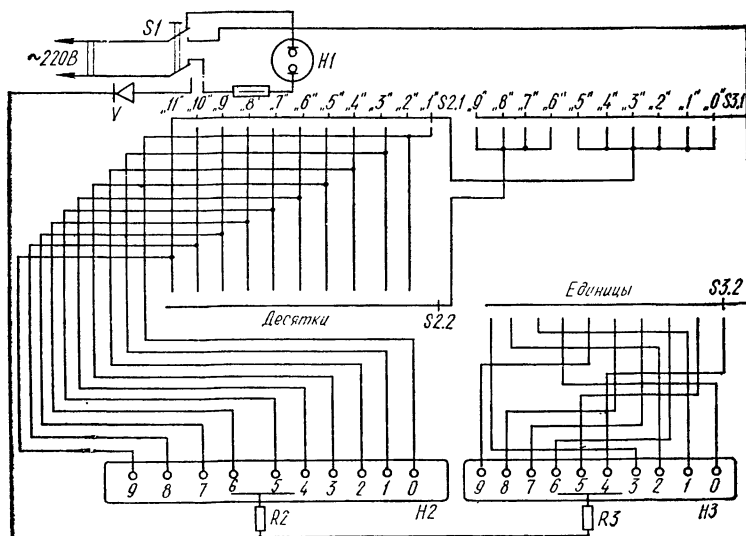


Рис. 75.

На рисунке 74 изображен общий вид автомата¹, а на рисунке 75 — его принципиальная электрическая схема. Для сборки схемы необходимы 2 переключателя двухплатных *S2.1* и *S2.2*, *S3.1* и *S3.2*; неоновая лампа *H1* типа ТН-0,2 (индикатор включения автомата в сеть); цифровые индикаторы *H2* и *H3* типа ИН-12; выпрямитель однополупериодный на диоде *V1* типа Д226Б; для питания цифровых индикаторов; резисторы *R1*, *R2* и *R3* по 100 кОм.

Рассмотрим работу автомата. Обозначив первое число через x , а второе через y , можно записать задание в таком виде:

$$(5x + 8) \cdot 2 + y = 10x + y + 16.$$

Нетрудно заметить, что при выполнении условий задания результат всегда будет на 16 единиц больше суммы $10x + y$. Это свойство и положено в основу работы автомата. Его электрическая схема составлена так, что на индикаторах высвечивается число, которое меньше на 16 единиц результата.

Внимание, освещаю!

Автоматика тщательно следит за уровнем освещенности улиц и площадей города ночью. С наступлением темноты автоматически включается свет на улицах, на лестничных клетках домов и в магазинах. Утром автоматика отключает освещение.

На рисунке 76 изображена принципиальная схема фотоэлектронного автомата. В схеме использованы следующие детали: фоторезистор *R10* типа ФСК-1 или ФСД-1; резисторы *R1*—*R9* (*R1* = 200 кОм, *R2* = 100 кОм, *R3* = 39 кОм, *R4* = 470 кОм, *R5* = 1,5 МОм, *R6* = 120 Ом, *R7* = 120 Ом, *R8* = 500 Ом, *R9* = 2 Ом).

Трехкаскадный усилитель собран на транзисторах *V1*—*V3* (*V1* и *V2* типа МП-41Б, а *V3* типа П214 (А—Г). Нагрузкой усилителя является электромагнитное реле *K1* типа РЭС-10, контактные группы которого замыкают ис-

¹ Изготовили члены радиокружка клуба юных техников Запорожского титано-магниевого комбината, ученики школы № 28 Игорь Черномордик и Игорь Джемель. Руководитель кружка — Л. М. Андриук. Автомат экспонировался на Республиканской выставке технического творчества в г. Киеве, 1980 г.

полнительные цепи осветительных приборов. В схеме применены диод $V4$ типа Д226А и конденсатор $C1$ (500 мФ \times 30 В). Чувствительность прибора регулируют потенциометры $R2$ и $R8$.

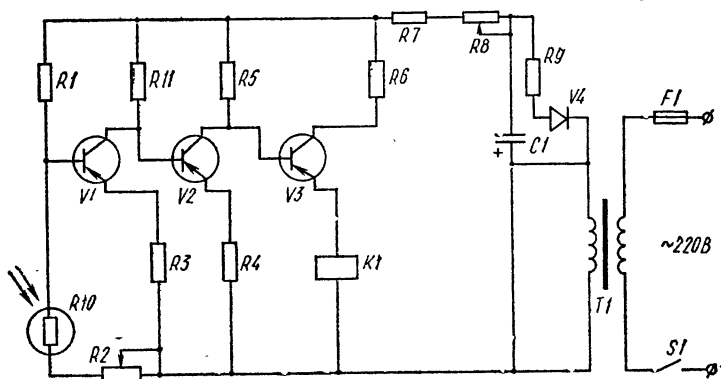


Рис. 76.

Автомат, включись!

Вы подали команду голосом, и автомат включает электрочайник, плитку или другой какой-либо электроприбор.

Конечно, действие автомата вызовет удивление у ваших друзей. Но не ради забавы используют автоматы. Часто они просто необходимы в домашнем хозяйстве.

Рассмотрим работу электронного автомата. Различным звукам человеческой речи свойственны определенные частоты. Например, звук «О» имеет частоту звучания 150—300 Гц, а звук «А» — 700—1100 Гц. Если к выходу усилителя включить фильтр, настроенный на частоту звука «О», «А» или какого-либо другого звука, и последовательно с ним реле, то последнее будет срабатывать при произнесении определенного звука. На рисунке 77 изображена простейшая схема автомата, включающая электрическую цепь электроприбора.

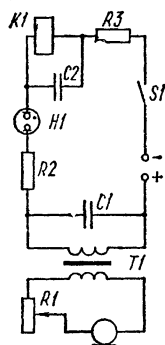


Рис. 77.

Схема собрана на неоновой лампе $H1$ типа ТН-0,2. Ко входу трансформатора (от любого радиоприемника) присоедините микрофон типа МД-44. Элементы

схемы: $R1 = 500 \text{ Ом}$, $R2 = 33 \text{ кОм}$, $R3 = 1,5 \text{ кОм}$; реле К1 типа РП-4 с током срабатывания 1—3 мА, конденсатор $C2 = 10 \text{ мФ}$. Емкость его подбирают в зависимости от тембра голоса. Схема питается от источника постоянного тока напряжением до 100 В.

При подаче команды «Автомат, включись!» нужно выделить первую букву «А» и настроить схему на срабатывание реле при произнесении буквы «А».

Планетоход

На выставке технического творчества на Республиканской станции юных техников в 1980 г. живой интерес у ребят вызвал планетоход¹ (рис. 78). Он самостоятельно двигался вперед, назад, поворачивался на гусеничном ходу, мог подниматься в гору и переезжать ров шириною до 100 мм.

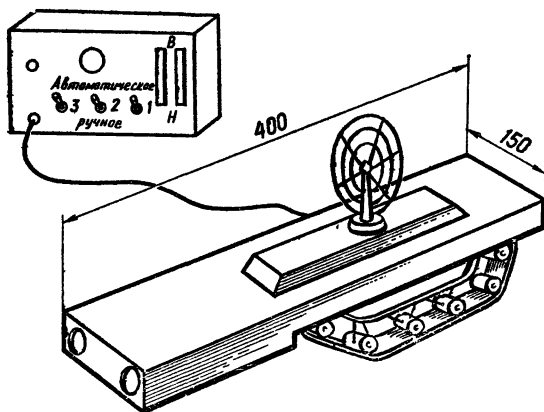


Рис. 78.

На передней части планетохода есть две, а под корпусом шесть осветительных лампочек. Принцип работы планетохода основан на использовании отражения света от поверхности дороги под передней частью корпуса. Световой поток от осветительных ламп падает на поверхность дороги, отражается от нее. Часть его рассеивается, а часть падает на фотодиоды, которые и управляют движением планетохода.

¹ Изготовил ученик средней школы № 75 г. Львова Бесараб в физико-техническом кружке СЮТ под руководством З. Н. Филяка.

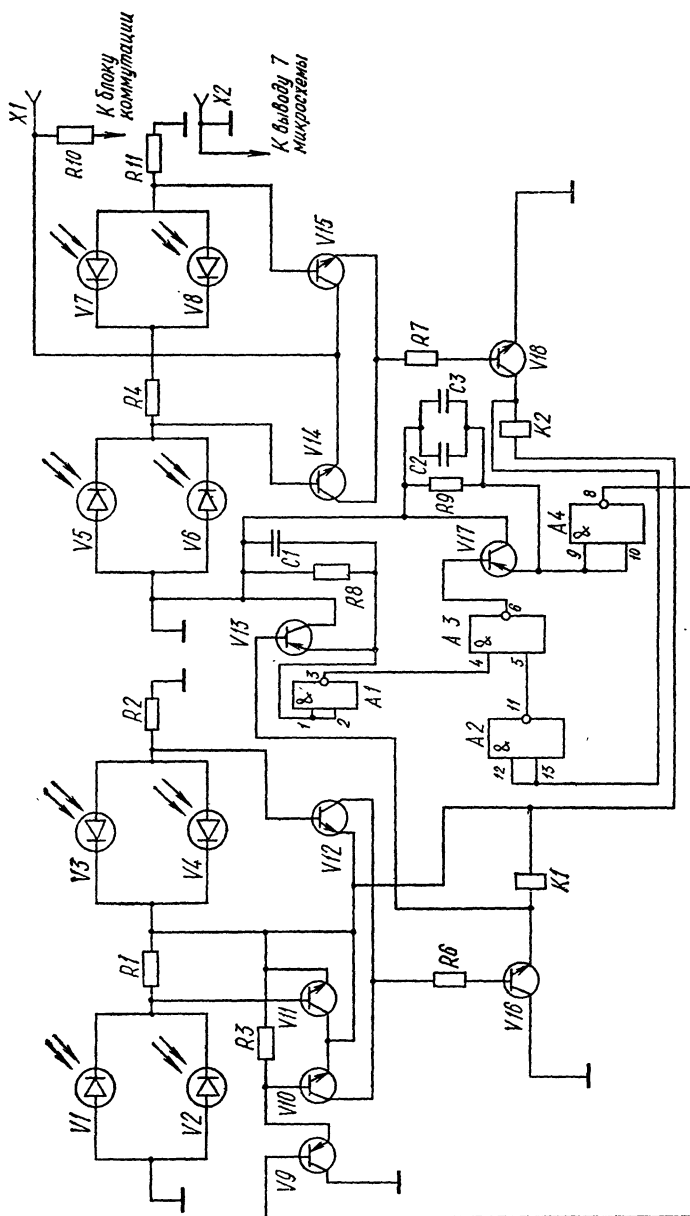


Рис. 79.

В принципиальной электрической схеме блока автоматики (рис. 79) использованы фотодиоды $V1—V8$ типа ФД-2. Диоды $V3—V4$ расположены на левом борту, а $V7—V8$ — на правом. Каждая пара фотодиодов включена между собою параллельно и расположена под некоторым углом к горизонтальной плоскости. Такое расположение приемников света позволяет увеличить зону восприятия дорожных препятствий. Фотодиоды $V1, V2, V5$ и $V6$ расположены на нижней крышке передней части планетохода. Они также

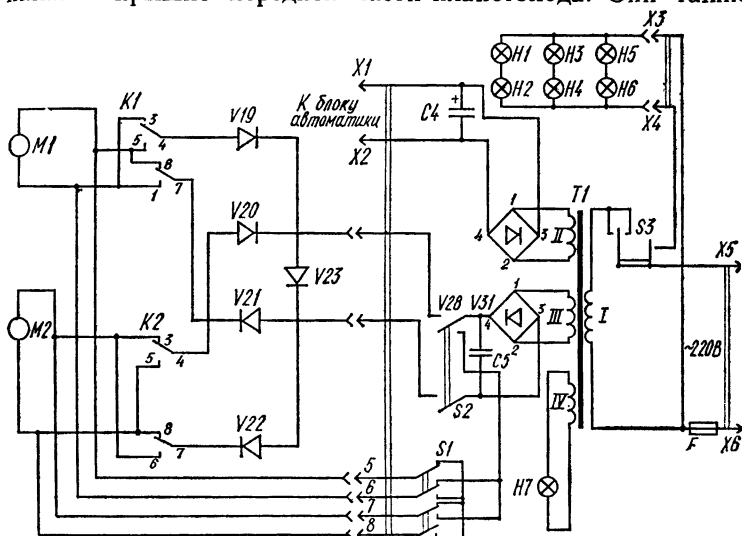


Рис. 80.

имеют разные углы наклона к горизонтальной плоскости самоходной машины. Фотодиоды соединены между собой параллельно и расположены друг от друга на расстоянии 100 мм. Поэтому планетоход способен преодолевать щель, ров, яму шириной до 100 мм.

При освещении фотодиодов $V5$ и $V6$ открывается транзистор $V14$, а при отсутствии освещения диоды $V3$ и $V4$ открывают транзистор $V12$. Если открыт транзистор $V12$ или $V14$, то транзистор $V18$ и реле $K2$ переключают полярность источника питания левого мотора $M2$, в результате чего планетоход разворачивается влево.

При появлении препятствия с левого борта планетохода сигнал препятствия запоминается на протяжении

двух секунд одновибратором, собранным на элементах *A1*, *C1*, *R8*, *V13*. Если в это время препятствие появляется справа, то этот сигнал суммируется с предыдущим сигналом на *A3* и срабатывает другой одновибратор, собранный на элементах *A4*, *C2*, *C3*, *R9*, *V17*. Этот вибратор в свою очередь вырабатывает сигнал, аналогичный сигналу о левом препятствии. При освещении диода *V3* или *V4* открывается транзистор *V12*. Если *V1* и *V2* не освещены, то открывается транзистор *V11*. При открытом транзисторе *V11* или *V12* открывается транзистор *V16*, срабатывает реле *K1*, которое изменяет полярность источника питания электродвигателя *M1* (рис. 80), и планетоход поворачивается вправо. В это время закрывается транзистор *V9*, а открывается *V10*. Это дает возможность планетоходу отъехать назад, развернуться вправо и объехать два препятствия. В схеме использованы транзисторы *V11*, *V12*, *V14*, *V15*, *V16* типа КТ315Г, *V18* — типа КТ817В, *V9*, *V13*, *V17* — типа МП4; реле *K1* и *K2* типа РЭС9; резисторы *R1*—*R5* (1,6 кОм), *R6* и *R7* (68 кОм), *R8* и *R9* (20 кОм), *R10* (200 кОм); конденсаторы *C1*—*C3* (500 мФ × 16 В); микросхема *A1*—*A4* типа 155ЛА3, выполняющие функции 4 × 2 И-НЕ.

К блоку автоматики (рис. 79) с помощью штепсельного разъема *X1*—*X2* подключается блок коммутации (рис. 80). В схеме показаны контактные группы реле *K1* и *K2*, осветительные лампочки *H1*—*H7* (110 В, 5 Вт), соединенные с блоком штепсельным разъемом *X3*—*X4*. Трансформатор *T1*, с секций II, III и IV которого снимается напряжение 6,2 В; диоды *V19*—*V23* типа Д226В; конденсаторы *C4* (1000 мФ × 10 В), *C5* (250 мФ × 10 В); два выпрямительных моста типа *V24*—*V27* и *V28*—*V31* типа КЦ402В; два электродвигателя *M1* и *M2* типа РД-09, переключа-тель *S1*.

Для работы планетохода в автоматическом режиме необходимо установить в положение «автоматическое» тумблеры *1* и *3* пульта управления (рис. 78), а через четыре секунды — и тумблер *2*.

Планетоходом можно управлять не только в автоматическом, но и в ручном режиме. Для этого тумблеры необходимо установить в положение «ручное».

Управление планетоходом осуществляется с помощью клавиш. При нажатии обеих клавиш в положение «В» модель движется вперед, в положение «Н» — назад.

Комбинируя положения клавиш, можно добиться поворота планетохода вправо и влево, вперед вправо или влево назад. Для остановки планетохода необходимо тумблер 2 поставить в нейтральное положение.

Автомат определяет характер

Хотите узнать характер своего друга? Или свой? Автомат определит в считанные минуты. Достаточно ответить на предложенные вопросы. Но помните, что отвечать на

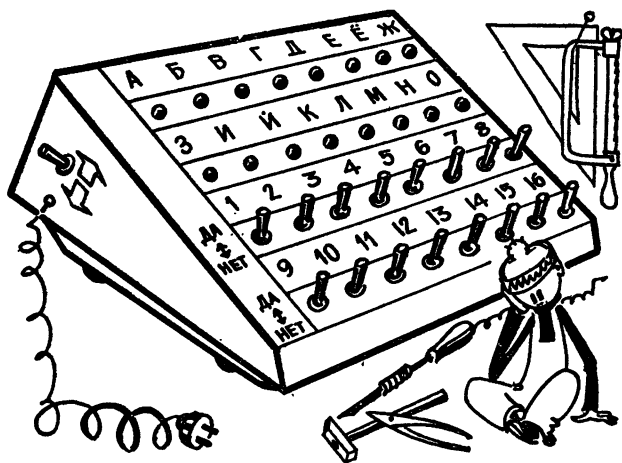


Рис. 81.

вопросы нужно точно и честно, тогда и ответ будет объективным. Предлагаем вам ознакомиться с самоделкой старшеклассников¹.

На рисунке 81 дан общий вид автомата. На наклонной плоскости под полосками из оргстекла нанесены вопросы— всего 16 (на рисунке вместо текста поставлены цифры). Под каждым вопросом — тумблер. При положительном ответе его ставят в верхнее положение, при отрицательном

¹ Экспонат Республиканской педагогической выставки, изготовленный учениками X класса школы № 38 г. Киева А. Романовским и А. Заславским.

в нижнее. После ответа на все вопросы автомат сообщает о чертах характера в надписи над зажженной лампочкой (ответы мы закодировали буквами и ниже сообщим о них. Всего 16 ответов).

Автомат спрашивает

(вопросы на наклонной панели от 1 до 16)

1. Можешь ли ты говорить неправду?
2. Миришься ли ты с недостатками?
3. Легко ли ты изменяешь свое мнение?
4. Любишь ли ты оказывать услуги знакомым?
5. Любишь ли ты говорить о себе?
6. Свободно ли ты обращаешься за советом?
7. Свободно ли ты чувствуешь себя в незнакомой компании?
8. Доверяешь ли ты людям?
9. Доводишь ли ты начатое дело до конца?
10. Охотно ли ты выполняешь поручения по дому?
11. Настойчиво ли ты добиваешься своей цели?
12. Проявляешь ли ты инициативу в работе?
13. Нравится ли тебе, когда тебя хвалят?
14. Раздражают ли тебя замечания?
15. Доволен ли ты собой?
16. Часто ли ты говоришь о недостатках людей?

Автомат определил характер

(ответы на горизонтальной панели от «А» до «Р»)

- А. Надменный, волевой, неутомимый, неискренний.
- Б. Правдивый, настойчивый, хлопотливый, некичливый.
- В. Принципиальный, деловой, общительный, но высокомерный.
- Г. Упорный, работающий, скромный, необщительный.
- Д. Необщительный, но твердых убеждений; самолюбивый, но деятельный.
- Е. Энергичный, общительный, но влюбленный в себя и непоследовательный.
- Ё. Трудолюбивый, застенчивый, бесхитростный, безвольный.
- Ж. Скромный, деятельный, но замкнутый и мягкотелый.
- З. Самоуверенный, скрытный, правдивый, неэнергичный.

И Последовательный, воспитанный, бесхитростный, но пассивный.

Й. Целеустремленный, общительный, но неискренний и неэнергичный.

К. Нецелеустремленный, невысокомерный, медлительный и необщительный.

Л. Ленивый, замкнутый, слабовольный, но любующийся собой.

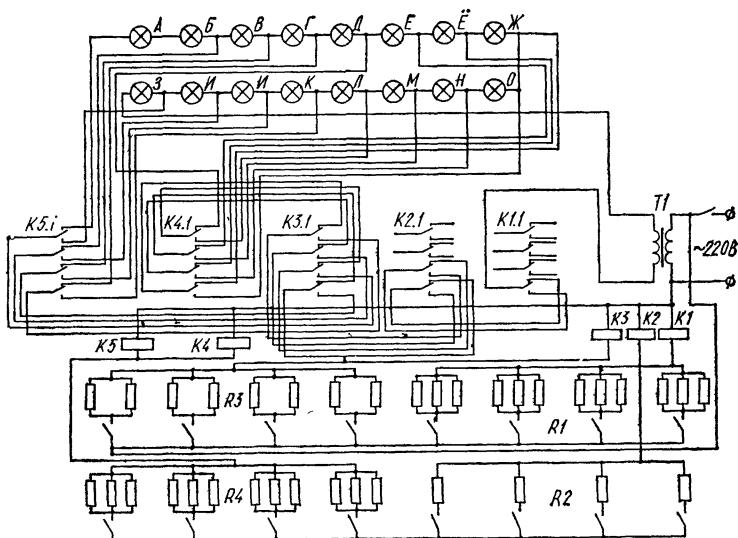


Рис. 82.

М. Слабохарактерный, бесхитростный, бездеятельный, себялюбивый.

Н. Скромный, искренний, прямодушный, неустойчивых убеждений.

О. Беспринципный, скрытный, бездеятельный, невзыскательный по отношению к себе.

Принципиальная электрическая схема автоматического устройства приведена на рисунке 82.

Чтобы облегчить понимание схемы, мы объединили резисторы в группы и условно обозначили буквой *R*. Первая группа резисторов (*R1*) состоит из 4-х подгрупп, в каждой из которых по 3 резистора, соединенных параллельно.

Группа резисторов *R1* соединяется с группой резисторов *R3* и с реле *K1*.

Группа резисторов *R2* состоит из четырех одиночных резисторов, соединяется с реле *K2* и с группой резисторов *R4*.

Группа резисторов *R3* состоит из четырех подгрупп, в каждой из которых по 2 резистора, соединенных параллельно. Подключается группа к реле *K3* и входу питающего трансформатора.

Группа резисторов *R4* состоит из четырех подгрупп (в каждой подгруппе 3 резистора, соединенных параллельно). Подключается к реле *K4* и к реле *K5*, а также к группе резисторов *R2*.

Начала обмоток всех реле подключаются к питающей сети, а концы обмоток — к указанным выше группам резисторов. Лампочки питаются от понижающего трансформатора.

Для сборки схемы необходимы 5 электромагнитных реле *K1*, *K2*, *K3*, *K4*, *K5* типа РПТ (220 В, 50 Гц, 9300 витков), понижающий трансформатор, 17 тумблеров, резисторы ВЗР361 (10 комплектов, 36 шт.), 16 электрических лампочек на 3,5 В с патронами и цветными пластмассовыми колпачками, несколько метров монтажного провода. Вначале на металлической стойке укрепите все реле, рядом расположите трансформатор. Разметьте верхнюю панель для лампочек и планок с надписями (ответами). Смонтируйте ее. Затем разметьте наклонную панель для планок с надписями (вопросами) и тумблеров. Смонтируйте ее. На обратной стороне панели припаяйте резисторы и сделайте общие групповые выводы. Стойки и панели определяют общие габариты устройства. Разметьте для него каркас и облицовочные стенки. Смонтируйте каркас, присоедините к нему стойку с реле и закрепите трансформатор. Теперь можно приступить к паяльным работам согласно схеме.

Самоделка не без пользы. Она поможет понять себя и своих товарищей, узнать свой и их характер. Но не обижайтесь на автомат, если вам не понравится ответ. Ведь автомат судит о характере лишь по нескольким вопросам, и, кроме того, характер не является постоянным и неизменным. Его можно исправить.

Для тех, кто заинтересовался самоделками и желает заняться их конструированием, предлагаем список литературы и тематику для изобретения автоматических устройств.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Войцеховский Я. Радиоэлектронные игрушки. / Электроника дома, на работе, в школе/. М., Советское радио, 1976.
2. Отряшенков Ю. М. Юный кибернетик. М., Детская литература, 1978.
3. Мацкевич В. В. Занимательная анатомия роботов. М., Советское радио, 1979.
4. Вдовикин А. И. Занимательные электронные устройства. М., Радио и связь, 1981.

Приложение к журналу «Юный техник»

- 1977, № 1. Вместо колеса и гусеницы. Пневмоход — вездеход будущего.
- 1977, № 2. А. Наумов. Механическая ЭВМ.
- 1977, № 9. А. Овсянников, Н. Левашов, Н. Стрибуль. Автоматический стабилизированный выпрямитель.
- 1978, № 1—2. М. Аляутдинов. Электронно-механический щенок.
- 1978, № 9. Малая электроника для велосипеда.
- 1978, № 12. А. Ильин, И. Елисеев. Шагоход Сережи Щербакова.
- 1979, № 2. С. Г. Стяжкин. Диапроектор-фильмоскоп.
- 1979, № 3. Г. Гладышев. Пневмореле. Д. А. Романов. Волноход.
- 1979, № 8. Э. Тарасов. Разновидности одной схемы.
- 1979, № 9. Автотренажер.
- 1979, № 12. Регулятор для солнца.
- 1980, № 3. Автомат для «зарницы».

Сделайте сами:

1. Приспособление для автоматического закрытия и открытия окон.
2. Автомат-чистильщик обуви.
3. Автомат-кормушка для птиц или животных.
4. Автомат для открывания консервных банок.
5. Автоматический контролер знаний дат (по истории, географии, русской и украинской литературе и т. д.).
6. Автомат, записывающий радиопередачи на магнитофон.
7. Автоматическое устройство для регулирования температуры в аквариуме.
8. Автоматическое устройство для мигания электрической лампы на велосипеде при повороте.

ЗНАКОМЬТЕСЬ, МЫ — РОБОТЫ

Андронды

Человек издавна мечтал создать устройство, себе подобное. Из глубокой древности дошли до нас описания человекоподобных механизмов, выполнявших волю человека без его непосредственного участия.

Швейцарский часовщик Пьер-Жак Дро и его сын Анри Дро (XVIII в.) славились умением чинить и изготавливать часы с самодвижущимися фигурками людей, птиц и животных. Автоматы Дро имитировали действия живых существ. Механическая собака стерегла корзину с яблоками. Как только из корзины брали яблоко, собака начинала лаять до возвращения его на прежнее место. Особую известность семья Дро приобрела после создания человекоподобных автоматов — андроидов: писца, художника и куклы-музыканта. С тех пор андроидами стали называть все самодвижущиеся куклы.

Андроидов показывали на выставках во многих городах Европы. Они вызывали изумление и восторг зрителей.

Писец опускал гусиное перо в чернильницу и, отряхнув его два раза, после небольшой паузы начинал писать буквы. Исписав страницу, он ставил точку. Интересно, что писец двигал не только рукой, но головой и глазами. Им управляло устройство из набора кулачков на валах. Его движения были запрограммированы. Руку писца, например, приводил в движение пружинный механизм через систему зубчатых передач. Писец умел писать определенные слова. Умение писать другие слова он мог приобрести после изменения программы, т. е. использования кулачков с иной конфигурацией. От профиля кулачков зависела выводимая писцом форма буквы, ее высота и толщина, а также расстояние между буквами.

Художник-андроид рисовал пейзажи. Движением руки управляло программное устройство кулачкового типа. Источником движения служил часовой двигатель.

Кукла-музыкант играла на органном клавесине: двигала пальцами, руками, головой, водила глазами и даже «дышала». После исполнения мелодии она раскланивалась.

Секрет ее был спрятан под клавесином и сиденьем и состоял из мехов, вдувающих воздух в флейты, кривошипно-шатунного механизма, управляющего их движением, набора кулачков и барабана со штифтами.

Робот Карела Чапека

Слово «робот» появилось в 20-е годы нашего века после выхода пьесы чешского писателя Карела Чапека «RUR»¹.

В ней рассказывалось о том, что инженер Росс изобрел машину, которая совершала человекоподобные движения, выполняла ту же работу, что и человек. Изобретатель назвал искусственное человекоподобное устройство роботом (от чешского «robota» — работа).

Капиталистам понравилось изобретение инженера Росса. Человекоподобные машины были неутомимыми работниками, не бастовали, не требовали улучшения условий труда и повышения зарплат. Началось массовое производство роботов. Ими стали заменять людей на фабриках и заводах. Работая, они «обучались», совершенствовались и, став «разумными», вышли из подчинения людей.

С тех пор словом «робот» стали называть всякое механическое устройство, внешним видом напоминающее человека, способное совершать человекоподобные движения и выполнять какую-либо работу.

Вначале робот был фантазией чешского писателя, затем других писателей. В наши дни, созданный научно-техническим прогрессом, робот сошел со страниц пьесы Карела Чапека и фантастической литературы, шагнул в реальный мир, получив материальное воплощение в машинном автоматизированном агрегате.

Механические руки

В 40-х годах, с открытием атомной энергии, потребовались «механические руки» для работы с опасными для жизни радиоактивными веществами и оборудованием при производстве ядерного горючего.

Манипуляторы устанавливались в опасной для человека зоне, а сам человек управлял ими из защищенного помещения. На рисунке 83 изображен отечественный манипулятор, копирующий движения человеческой руки. Оператор приводит в действие две управляющие «руки» манипулятора. Движения звеньев двух управляющих рук посредст-

¹ RUR — Rossumis Universal Robots — россумские универсальные роботы.

вом специальных электромеханических устройств передаются соответственным звеньям двух исполнительных рук 1 манипулятора. Исполнительные руки повторяют (копируют) движения управляющих, а их концевые звенья (механические «кисти» с захватами) воспроизводят движения кистей рук оператора¹.

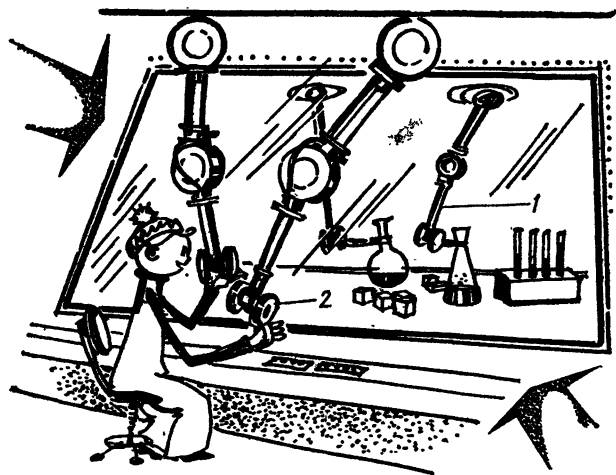


Рис. 83.

Первые отечественные промышленные роботы

Промышленный робот — «это автономно функционирующая машина-автомат, предназначенная для воспроизведения некоторых двигательных и умственных функций человека при выполнении вспомогательных и основных производственных операций без непосредственного участия человека»². Робот состоит из программатора (управляющего механизма) и манипулятора (исполнительного механизма). УМ-1, УМ-1Т, УМ-1П, «Универсал-50», УПК-1 — первые отечественные промышленные роботы.

УМ-1 способен заменить рабочего при установке заготовки в станке и снятии с него готовой детали. Но сна-

¹ Артоболовский И. И., Кобринский А. Е. Робототехника: современное состояние, проблемы. Вестник Академии наук СССР, 1974, № 9.

² Белянин П. Н. Промышленные роботы. М., Машиностроение, 1975.

чала его нужно обучить работать. Для этого с пульта ручного управления командуют рукой робота. Совершая первоначальное движение рукой, робот «запоминает» его. В это время его движения кодируются на перфоленте в виде пробитых отверстий. Перфолента — программа дальнейших самостоятельных действий робота.

Перемещение руки, кисти и зажим детали в ней осуществляются гидроприводом со скоростью 1000 мм/с. Робот способен поднимать груз до 10 кг.

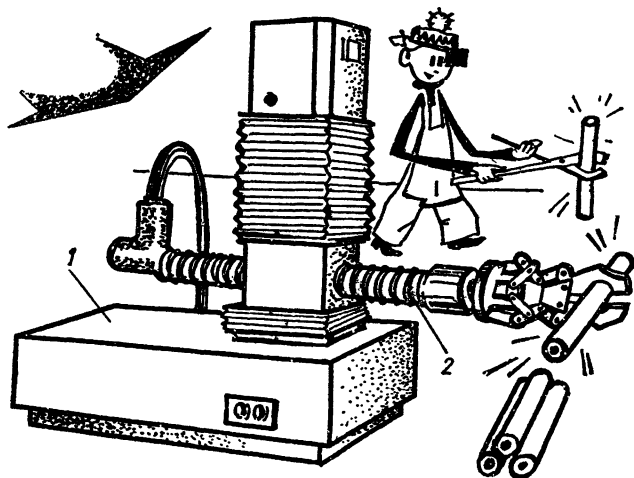


Рис. 84.

В кузнечно-прессовых цехах работают роботы-кузнецы. Робот УМ-1Т (рис. 84) обслуживает пресс горячей штамповки. Он подает заготовку в нагревательную печь, вынимает ее из печи при температуре, близкой к 400°C , и устанавливает заготовку в штампе. Смонтирован УМ-1Т на тележке 1. Рука 2 в чехле для защиты от нагрева и пыли имеет возможность произвести линейные перемещения по вертикали на 580 мм и по горизонтали на 700 мм.

Роботы-«кузнецы», вспомогательные «рабочие», «грузчики» стали тружениками промышленных предприятий.

Робот-электросварщик¹ (рис. 85) сваривает детали автомобиля. На тележке 1 смонтированы корпус 2, башня 3,

¹ Создан Институтом электросварки имени Е. О. Патона Академии наук УССР и Горьковским автозаводом.

рука 4, запястье 5. Движения и режимы работы робота запрограммированы. Программа определяет последовательность движений руки, ее направление в пространстве и скорость. Изменяя программу, изменяют движения и режимы работы робота.

Умельцы со стальными мускулами

Ловко работает своими двумя руками стальной умелец в сталеплавильном цехе Харьковского приборостроительного завода имени Т. Г. Шевченко. Зачерпнув левой рукой

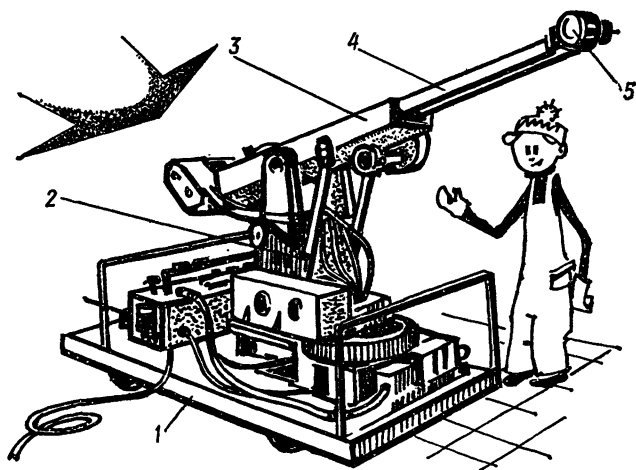


Рис. 85.

жидкий алюминий, он переносит его к машине для литья под давлением. Правой рукой вынимает отпрессованные детали из формы и складывает их в тару. Работает умелец по заданной программе. Этот робот заменил бригаду заливщиков в трудных условиях работы.

На Харьковском тракторном заводе робот «Бриг-10» работает в цехе механизации и автоматизации: подносит заготовку к токарному станку, устанавливает ее в патроне шпинделя, включает станок и следит за его работой. Обработка заготовки запрограммирована, все операции по времени строго соблюдаются. После окончания обработки робот снимает со станка готовую деталь и кладет ее в стальной ящик.

Робот овладел не только квалификацией токаря. Всего несколько минут ему нужно, чтобы превратиться в фрезеровщика, шлифовальщика или другого квалифицированного рабочего. Сменили программу, и робот готов стать к другому станку. !

„Скат“ — подводный кинооператор

У исследователей морских глубин своеобразная и интересная работа: изучение течений, фотографирование дна, картографирование, измерение состава морской воды на разных глубинах, изучение рельефа континентального

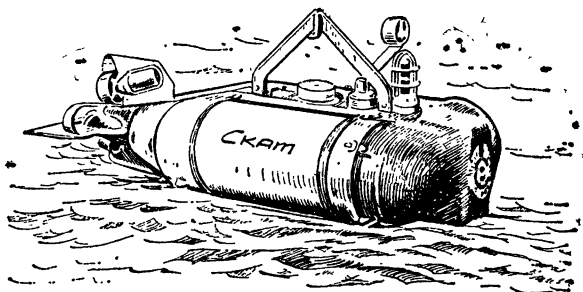


Рис. 86.

шельфа и свойств подводной среды. Эти работы могут выполнять без непосредственного участия человека автоматические подводные аппараты. Подводный «исследователь» работает по программе. В программе задана траектория движения, глубина погружения, последовательность и продолжительность работы аппаратуры.

На рисунке 86 изображен «Скат» — автоматический автономный аппарат с программным управлением¹. Название аппарату дано из-за внешнего сходства с рыбой скат, распространенной на глубинах до 2700 м. Туловище «Ската» состоит из двух контейнеров: в одном размещены аккумуляторы и системы управления, в другом — исследовательская аппаратура. В носовой части аппарата расположен бокс для кинокамеры. Сбоку имеются осветители морского дна. Подводный кинооператор при движении снимает фильм

¹ Разработан Институтом автоматики и процессов управления Дальневосточного научного центра АН УССР.

о жизни морского дна. От объектива кинооператора не ускользнут и затонувшие объекты.

В кормовой части смонтировано четыре двигателя с винтами. Управляет «Скатом» программный автомат. Система управления получает от датчиков информацию о давлении, глубине, скорости, курсе, наклоне и т. д. Расстояние от аппарата до дна измеряется эхолотом, а глубина погружения — потенциометрическим датчиком давления.

Полученные от датчиков данные сравниваются с заданием. В системе управления имеется ряд задатчиков параметров движения курса, глубины и т. д. В результате сравнения вырабатывается управляющий сигнал на рулевое управление и двигатели.

«Скат» исследовал прибрежную полосу Дальнего Востока, дно озера Байкал. Но ему и аналогичным подводным исследователям предстоит большой объем подводных археологических поисков. На дне морских глубин еще много тайн.

По народному преданию, в озере Светлояр погребен древнерусский град Китеж. Князь Юрий Всеволодович построил город Большой Китеж на берегу озера Светлояр в далекой лесной чаще. Полчища хана Батые, вторгшиеся в русские земли, сжигали и разоряли города. Осадили они и город Большой Китеж. Разгорелся жестокий бой. Погиб князь. Враги вот-вот должны ворваться в город, но внезапно на глазах у захватчиков Китеж ушел под воду.

Ученые археологи строят догадки, что берег, на котором стоял город Большой Китеж, действительно опустился. В наши дни было организовано несколько экспедиций. Со дна озера извлекли пока что только кусочки дерева со следами ручной работы. Нужны дальнейшие поиски, чтобы раскрыть загадки озера Светлояр.

В 1812 г. Наполеон бежал из сожженной и разграбленной Москвы. Награбленное золото и серебро, драгоценные камни и позолоченные орлы с кремлевских башен в Париж не прибыли и в Москву не вернулись. Распространились слухи, что «клад Наполеона» покоится на дне озера возле Вязьмы. В 60-х годах нашего века исследователи обнаружили, что вода озера насыщена серебром и другими ценными металлами. Аквалангисты, спустившись в воду, из-за многометрового слоя ила добраться до дна не смогли. Подводные аппараты с мощными отсасывающими устройствами, светильниками и манипуляторами помогли бы раскрыть тайну озера.

Много загадок хранят воды озер, морей и океанов. Раскрыть их помогут подводные автоматы-«археологи», самостоятельно работающие на дне.

„Океанолог“ ищет рыбу

Исследовать морское дно отправился подводный корабль «Океанолог». Масса его 10 тонн, глубина погружения 600 метров. Он самостоятельно передвигается и маневрирует. Его механическая рука может переносить грузы, участвовать в подводных монтажных работах. «Океанолог» — разведчик местонахождения косяков рыб, их кормовых баз. В дальневосточных морях он ищет газ и нефть. Корабль океанских глубин — научно-исследовательское судно, созданное опытно-конструкторским бюро Министерства рыбного хозяйства СССР.

«Океанолог» и другие подводные аппараты с механическими руками откроют тайны погибших кораблей и поднимут со дна морского сокровища, проплывут по улицам затонувших городов и добудут новые данные об истории человечества.

Осваивать дно человек начал с давних времен. Но углубился в океан не намного.

Швейцарский физик Август Пикар в батискафе погрузился в воды Средиземного моря на глубину свыше трех километров. Пикар не только впервые в мире опустился в океан на такую глубину, но и впервые еще в начале 30-х годов нашего столетия поднялся в воздух на стратостате на высоту более 16 км.

Август Пикар со своим сыном Жаком построили глубоководный аппарат «Триест». В 1960 г. Жак Пикар и Дон Волш опустились на глубину 10 919 м. «Триест» имел манипулятор — механическую руку. С тех пор появились подводные роботы: «Бобр», «Звезда-3» и другие.

Робот опустился на морское дно. Дно осветилось. Работая клешнями, робот прощупывает дно. Он может найти затонувшее судно и взять пробу грунта. Это «Краб» — автомат-геолог, первый советский разведчик морских глубин¹. С судном он связан кабелем. Управляется оператором, по заданию которого исследует дно Черного моря.

¹ Разработан в лаборатории техники подводных исследований Института океанологии имени Петра Ширшова АН СССР.

Поточная линия из роботов

По обе стороны движущегося транспортера — сборщики автомобильных колес. Каждый выполняет определенную операцию. Точно и качественно закручивает гайки. Труд монотонный и однообразный. Но он не угрожает интеллекту, потому что... его нет. Ведь сборщики — роботы. Их 23 и 2 запасных на случай аварии. Они заменяют 50 человек (46 рабочих и 4 мастера).

Робот имеет подвижную руку длиной 2 м, блок управления ее движениями и блок корректировки. Рука обладает шестью степенями свободы (у руки человека — 27 степеней свободы), поднимает груз до 45 кг. Радиальное перемещение руки 76 см, а вертикальное — 100 см.

Рука робота может работать в двух режимах — обучения и автоматического повторения движений по программе.

Чтобы робот научился самостоятельно закручивать гайки, его обучают. Учеба заключается в «заучивании» всей рабочей программы с помощью оператора. Этапы рабочей операции регистрируются в памяти робота. Научившись, он самостоятельно повторяет все этапы операции. Нажав на кнопку, можно стереть память и обучить робота новым операциям.

Другая поточная линия из 26 роботов сваривает и собирает кузова автомобилей.

С применением роботов создаются условия для перехода к полной автоматизации производственных процессов.

Ленинград. Машиностроительный завод. В цехах длинными линиями вытянулись ряды станков-автоматов. Безлюдно. Обычно заготовки к станкам подвозят, затем подносят, закрепляют и снимают их после обработки вспомогательные рабочие. Но их нет в цехе. Вместо них работает целая бригада роботов. Каждый робот обслуживает один — три станка и специализирован на выполнении определенных запрограммированных операций. Работает бригада роботов в две смены, без перерывов, без выходных дней и отпуска.

Ленинградское оптико-механическое объединение (ЛОМО). Цех холодной штамповки. Здесь трудятся 24 родных «брата» — роботы.

Рука робота с двумя пальцами, напоминающими клешню рака, взяла заготовку, поднесла ее к рабочим органам прессы. Удар — и деталь по специальному желобу скользит

в металлический ящик. А рука уже тем временем подносит следующую заготовку. Захват руки крепок и надежен, движения ее точны.

К 1 января 1981 г. на заводах и в производственных объединениях Ленинграда действовало более пятисот роботов, Москвы — 600. И с каждым годом их число быстро растет.

Знакомьтесь, мы — роботы

Каждый промышленный робот специализирован на выполнении конкретной работы, которая определяет его конструкцию, габариты, степень подвижности, зону действия, количество рук и пальцев на руке, грузоподъемность, точность работы и т. д.

Независимо от того, стоит ли робот возле станков, перемещается между ними или находится под потолком, у него всегда есть мощная рука с пальцами. Промышленные роботы внешним видом, габаритами и техническими характеристиками отличаются друг от друга, но у них есть общие узлы, которые и объединяют их у группу типа «рука».

Рукой управляет оператор с пульта или «мозг» робота — ЭВМ. Робот собран из блоков. В одном из них помещается заранее подготовленная или приобретенная во время обучения программа. Это блок памяти. Общий блок управления командует электрическими, гидравлическими или пневматическими двигателями, расположенными в плече руки, предплечье и кисти. Он состоит из цепочки блоков для управления движением руки по каждой из координатных осей. Сколько степеней свободы у руки (5—6), столько и цепей управления.

Промышленные роботы у конвейеров и на прессах переносят раскаленные заготовки в сотни килограммов, окрашивают изделия, сверлят, укладывают стеклянную посуду массой в десятки граммов, работают в лаборатории учебного, на морском дне и в космосе. К началу 1980 г. в нашей стране было свыше 5 тыс. роботов более 70 типов. К 1985 г. их будет десятки тысяч.

— Знакомьтесь, мы — роботы, — заявили человеку о себе механические автоматизированные помощники. Мы можем работать ежедневно по 10—20 часов в сутки, в холод и жару, при большом шуме, в среде вредных газов, повышенной влажности и радиоактивности. Мы избавили от тяжелого ручного труда около полутора миллиона человек.

Способствуем созданию связей между оборудованием в механизированных и автоматизированных линиях. Без нас невозможен переход к комплексной механизации и автоматизации в цехе, в котором все вспомогательные и основные производственные процессы механизированы, взаимосвязаны, автоматически управляются. В будущем мы, роботы, исследуем дно морей и океанов, раскроем тайны земных недр, отправимся на неизвестные планеты.

Однако еще много людей занято ручным трудом. Особенно в горнорудной, металлургической, легкой, пищевой промышленности. Поэтому намечено приступить к серийному выпуску автоматических манипуляторов.

В 1980 г. Центральный Комитет КПСС рассмотрел вопрос «О мерах по увеличению производства и широкому применению автоматических манипуляторов в отраслях народного хозяйства в свете указаний XXV съезда КПСС». В принятом постановлении подчеркивается, что повышение производительности труда и ускорение научно-технического прогресса зависит от комплексной механизации и автоматизации производства на основе широкого применения автоматических манипуляторов. Осуществление развернутой программы работ в этой области будет способствовать решению проблемы трудовых ресурсов в одиннадцатой и двенадцатой пятилетках.

Центральный комитет КПСС, придавая большое значение использованию автоматических манипуляторов (промышленных роботов) для механизации и автоматизации производства в народном хозяйстве, обратил внимание руководителей Госплана СССР, министерств, научно-исследовательских, конструкторских и производственных коллективов на недостатки в деле разработки и изготовления промышленных роботов.

Постановление ЦК КПСС обязывает руководителей перечисленных организаций разработать комплексную программу научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ по созданию и освоению автоматических манипуляторов на 1981 — 1990 годы. Программа должна предусмотреть изучение возможности использования автоматических манипуляторов в отраслях народного хозяйства, их создание и внедрение в машиностроении, угольной и горнодобывающей промышленности, черной и цветной металлургии, в сельском хозяйстве, строительстве, в отраслях легкой и пищевой промышленности и на транспорте.

В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года», принятых XXVI съездом КПСС, запланировано «на основе использования достижений науки и техники: развивать производство и обеспечить широкое применение автоматических манипуляторов (промышленных роботов)». Это значит, что механический помощник освободит производственников от тяжелой, монотонной, а порой и вредной для здоровья работы.

В результате выполнения намеченной программы в ближайшие годы наша страна выйдет на передовые рубежи в мире в области робототехники.

Роботы с осязанием и зрением

Автоматический манипулятор с программным управлением, описанный выше, имеет недостаток — у него нет «чувств». Он не «ощущает» оборудования, не может взять заготовку, расположенную произвольно. Его механическая рука захватывает заготовку лишь в том случае, если она размещена определенным образом, поэтому заготовки ориентируют в специальной таре. Промышленные роботы работают точно по программе, в организованной внешней среде.

Чтобы трудиться в окружении людей, производственного оборудования или себе подобных, роботу нужны «чувства» для восприятия окружающей среды. Он должен уметь обходить посторонние предметы, перемещать своей рукой деталь, не сталкиваться со своими «братьями», взаимодействовать с оборудованием (находить с ним «общий язык»). Словом, ему в первую очередь нужны органы осязания и зрения.

Уже появились роботы с «осязанием» и «зрением». Это своеобразная система, способная воспринимать информацию, вырабатывать команды управления, производить движения, приспосабливать свое поведение к изменяющимся внешним условиям.

Датчики на металлическом теле робота, подобно органам чувств человека, воспринимают информацию от внешнего мира (например, при касании к предмету). Информация в датчиках преобразуется в электрический сигнал и поступает в блок управления. Сюда же поступают сигналы от датчика, команда от человека-оператора, от

ЭВМ или программного устройства, сигнал от исполнительного механизма о выполненной команде. Блок управления обеспечивает целенаправленное поведение робота, посылая команды исполнительному механизму. Блок исполнительного механизма — механические руки, механические ноги или другие средства передвижения — выполняют команду. Мы рассмотрели функции основных блоков робота, которые являются типичными для всех «очувствленных» роботов.

Роботы собирают часы

Часовой завод в Петродворце под Ленинградом. Сборочный цех. На конвейере — часы «Ракета», состоящие из 250 деталей; некоторые из них в десятые и сотые доли миллиметра. Например, цапфа оси баланса имеет диаметр 0,07 мм. Детали настолько малы, что рукам человека трудно их вытачивать, закаливать, шлифовать и собирать. На помощь пришли роботы: они изготавливают детали, собирают из них узлы и отлаживают их, устанавливают центральные мосты в часах, механизмы завода пружин, монтируют колесные системы.

Сборочные операции требуют высокой точности. Чтобы добиться ее, механических помощников следует оснастить системой «чувств». «Осязательные чувства» помогают распознать окружающую среду и хорошо в ней ориентироваться.

У автоматов и автоматических линий трудятся роботы, а операторы работают за сборочными столами. 130 роботов заменили труд 240 рабочих, производительность труда возросла в 6—7 раз. С появлением роботов стали совершенствовать технологию производства и оборудование, конструировать новые устройства, улучшать условия труда.

Завод выпускает около пяти миллионов в год наручных электронных кварцевых часов с шаговым двигателем. В достижения производственного коллектива часового завода вложен и труд роботов.

Глаз „Лунохода-1“

С гордостью за советскую науку и технику слушал наш народ сообщения об исследованиях в 1970 г. «Луноходом-1» поверхности Луны. Самоходный аппарат первым проложил дорожку на спутнике Земли.

Робот-луноход имел колесную ходовую часть. «В передней части приборного отсека расположены иллюминаторы для телевизионных камер, электрический привод подвижной остронаправленной антенны для передачи телевизионных изображений, малонаправленная антенна, обеспечивающая прием радиокоманд и передачу телеметрической информации, датчики различных анализаторов»¹. По левому и правому бортам установлены две панорамные телекамеры («глаза» самоходного аппарата), которые передавали изображение на экран операторам в Центр управления полетом. Панорамные телефотокамеры по бортам позволяли получать для ориентации аппарата панорамные изображения окружающей лунной местности и частично звездного неба, а также производить съемки. Кроме того, «Луноход-1» выполнял роль топографа. Он составлял карту местности, которую объезжал. Точнее, он собирал все данные для ее составления (снимки лунного ландшафта, изображения телевизионных панорам, данные о пройденном пути, направлении движения, угле наклона аппарата и т.д.).

Позже на Луну отправился «Луноход-2». Более быстрый, он имел лучшее зрение, обладал развитой системой «чувств», измерял магнитные поля лунной поверхности и освещенность неба.

Стендовый робот типа „глаз — рука“

В Институте кибернетики Академии наук Украинской ССР механическую руку (электрический манипулятор, разработанный в Московском высшем политехническом училище им. Баумана) соединили с глазом — телевизионной передающей камерой и ЭВМ. Образовался стенд, на котором ученые проводят опыты над роботом типа «глаз — рука». Идут испытания, отработка системы управления и конструкции. Роботу дают задание, например, собрать дом из разбросанных перед ним на столе кубиков. Для робота 70-х годов это сложная задача: он должен найти кубик на столе, направить к нему свою руку, захватить его и перенести в определенное место. Телеглаз, заметив кубик, определяет расстояние с помощью лазерного дальномера и на-

¹ Катыс Г. П. Оптические информационные системы роботов-манипуляторов. М., Машиностроение, 1977.

правляет к кубику свою руку-клешню. Информация об объектах, находящихся перед роботом, посылается в ЭВМ, которая управляет манипулятором. Итак, робот захватил и перенес один кубик, другой... Дом построен. Задание выполнено.

С помощью устройства отображения информации можно узнать, что хранится в памяти ЭВМ, а с помощью видео-контрольного устройства наблюдают за действиями робота.

После того как робот справился с заданием, перед ним ставят более сложную задачу.

Робот-вездеход

Научно-технический прогресс выдвигает все более сложные задачи, которые должна выполнять техника. Например: без непосредственного участия человека найти дефекты на крыльях и фюзеляже самолета, определить состояние атомного реактора и др.

Перед робототехникой в настоящий момент возникла проблема создать робота, который бы умел, перемещаясь по наклонной и вертикальной поверхности, по потолку, выполнять полезную работу. Для этой цели у него должны быть такие «ноги», которые сцеплялись бы с любой опорной поверхностью, расположенной под любым углом, сделанной из любого материала, с любой степенью обработки.

Специалисты начали поиски такой конструкции. Ничего подобного до сих пор не было. На каком принципе создать устройство, где взять прототип, идею создания?

И, как часто бывает, инженеры обратились к природе. Она не раз подсказывала принципы конструирования. Например, форма тел морских обитателей (дельфина, морской свинки, тунца) подсказала конструкторам идеи для пересмотра моделей некоторых морских и воздушных судов. Вместо длинного сигарообразного корпуса, считавшегося ранее наиболее экономным и удобным, предложен корпус, сходный по форме с телами этих животных и рыб.

Японские архитекторы при проектировании небоскреба, возведенного в Токио, использовали принцип создания природой гибкого и крепкого ствола бамбука, секрет прочности которого кроется в его волокнах, расположенных по всей длине ствола. Примерно такова же структура строительного материала, из которого построили высотное здание. Жесткий каркас сорокаэтажного здания при земле-

трясениях, которые не так уж редки в Токио, будет слегка «танцевать» на фундаменте, не разрушаясь. Верхний этаж может при этом отклоняться от вертикали более, чем на 70 см. Расширяющиеся книзу стены здания также увеличивают его устойчивость.

Инженеры конструкторского бюро (Научно-производственного объединения «Энергия» Министерства энергетики и электрификации СССР) под руководством М. Н. Клавдиева обратили внимание на удивительные двигательные способности мухи и таракана, перемещающихся по наклонной опорной поверхности, по вертикальной стене и, что особенно удивительно, по потолку. Инженеры задумались. Каким образом насекомым это удается? Оказалось, что лапки таракана имеют придатки (в виде крючков), под лапкой — подушка. При ползании по стене или потолку подушка плотно прижимается к опорной поверхности. Если подушку под лапкой таракана разрезать продольным разрезом, то под лупой можно увидеть железы. Они вырабатывают и выделяют через поры на поверхность подушки клейкое вещество. Инженеры пришли к выводу, что нога таракана, мухи или иного насекомого сцепляется с опорной поверхностью путем склеивания. Клейкое вещество — природой изготовленный универсальный клей, состав которого пока для нас остается секретом.

Таракан бежит со скоростью, около 200 мм в секунду. Нога при беге быстро «приклеивается» и «отклеивается» от опорной поверхности. На это затрачивается, как показали опыты, менее 0,0001 с. За это время клейкое вещество должно перейти из твердого в жидкое или, наоборот, из жидкого в твердое состояние. Предполагают, что это происходит благодаря перестройке молекулярной структуры клейкого вещества. Открыв секрет клейкого вещества и создав искусственный клей, подобный тому, которым насекомое приклеивает свои лапки к опорной поверхности, инженеры обладали бы большими возможностями. Уже сейчас кое-что сделано для создания универсального клея и робота с большими двигательными способностями. В лаборатории геофизики Института тепло- и массообмена АН БССР создано клейкое вещество, которое имеет вязкость вазелина. Если нанести вещество на колесо и поместить в электромагнитное поле, то оно мгновенно твердеет. Колесо надежно приклеивается к опорной поверхности. При снятии поля вещество возвращается в прежнее вязкое состояние.

Инженеры создали шагающий робот—вездеход. К корпусу крепятся шесть ног. Каждая нога имеет два привода: один для горизонтального, другой для вертикального перемещения. На ноге — башмак с подушкой, пропитанной клеящим составом, который подается из резервуара к полым опорам ног. Шесть ног робота объединены в две группы — по три в каждой. Шагает робот одновременно одной группой ног, другая при этом приклеена к опорной поверхности. Поочередно к башмакам то одной, то другой группы ног подается электрический ток и подушки ног приклеиваются к опорной поверхности.

Робот-штурман

Появление «органов чувств» у робота — это первые шаги в направлении восприятия роботом внешнего мира и приспособления к нему. И все же «очувствленные» роботы не в состоянии решать сложные задачи, выдвигаемые научно-техническим прогрессом.

Допустим, перед роботом ставится задача: самостоятельно передвигаясь, достигнуть цели, выполнить задание и возвратиться назад. В этом случае поведение робота должно быть целенаправленным, его «мозг» должен уметь командовать ногами и руками. Роботу нужны системы ориентации чувств, информации о внутреннем состоянии и другие, т. е. система искусственного интеллекта — набор программ, которые позволяют отображать в его памяти модель окружающей среды и модель действий самого робота. Таких «мыслящих» роботов и называли интегральными. Интегральный робот — это целостная искусственная система, способная получать информацию об окружающей среде, анализировать обстановку, приспосабливаться к изменяющимся внешним условиям, обучаться, приобретать опыт, принимать решения и их выполнять.

К примеру, вы собрались в туристический поход по незнакомому маршруту. Перед походом вы изучаете карту, выбираете маршрут и намечаете ориентиры, чтобы не сбиться с пути. Так поступает и штурман перед плаванием. По такому же принципу организована и навигационная система робота, созданная томскими учеными. Робот-штурман решает упомянутые три задачи. Система робота состоит из трех подсистем. Одна, главная, планирует маршрут, ей подчинены остальные две. Эта подсистема имеет

программу-задание, в котором указаны направление, ориентиры и конечная цель прибытия. Подсистема на всем маршруте движения воссоздаст модель окружающей среды, сравнивает ее с заданной моделью и делает коррективы в управлении движением корабля. Цель второй подсистемы — ориентирование. Она также способна воссоздавать модель окружающей среды и имеет модель, заданную навигационными ориентирами. Третья подсистема управляет движением корабля.

Робот-штурман прошел испытание на Ладожском озере. Он автоматически определял местонахождение судна. При движении корабля радиолокатор посылал сигналы на берег и, получая обратно, преобразовывал их в электрические сигналы в зависимости от очертания берега. Далее информация направлялась в ЭВМ, где воссоздавалась модель окружающей среды. Затем модель окружающей среды, созданная судовым радиолокатором, сравнивалась с моделью-заданием, заложенным в памяти ЭВМ. При несоответствии двух моделей образовывался сигнал рассогласования. Далее сигнал поступал в третью подсистему, которая управляла движением корабля.

ЗАВТРА XXI ВЕК

Промышленное предприятие 2000 года

Мы на пороге третьего тысячелетия. Слышна его поступь, ощущается дыхание в стремительных темпах нашей жизни. Будущее рядом. Оно в наших достижениях и открытиях. Интересно, что будет завтра? Что говорят ученые, о чем размышляют писатели-фантасты?

Технологический процесс на производстве, оборудование, организация управления и автоматизация тесно взаимосвязаны: изменение одного вызывает изменения других. Внедрение нового технологического процесса требует создания нового оборудования, новых средств автоматизации и новой системы управления. Внедрение средств автоматизации заставляет изменять оборудование и т. д.

Будут внедрены новые производственные процессы, не наносящие ущерб обществу, т. е. не загрязняющие воздух, воду и почву, не влияющие пагубно на мир всего живого. Возможно, будут открыты новые источники энергии.

Промышленное предприятие XXI века — это комплексно-механизированное и автоматизированное предприятие или завод-автомат. Ручного труда нет, только автоматы, автоматические устройства и линии. Всем производственным процессом управляет автоматизированная или автоматическая система.

Значительно увеличатся возможности и расширится область применения автоматов как помощников человека. Завтра они приобретут сотни новых профессий и проникнут в различные сферы деятельности людей.

Атомная станция на колесах

Атомная энергия вытесняет газ и нефть из производства электроэнергии. В городах появятся атомные станции на быстрых нейтронах. Бездымные, безопасные, экономичные, они обеспечат нас электрической энергией и теплом.

Атомная автоматизированная станция значительно сократит свои размеры. Появятся автомобили и самолеты с атомными двигателями. Автоматика приобретет новую область своего применения.

Транспорт в городе с населением 85 миллионов человек

Растут города и превращаются в гиганты. Таких городов-гигантов уже 150. Предполагают, что в 2000 году Бостон соединится с Вашингтоном. Длина нового города будет 400 км, численность населения — около 80 млн. человек. В Японии вырастет город Токайдо с населением 85 млн. человек. Как же передвигаться в таких супергородах? С ростом населения в городах усложняется и транспортная проблема. Каким будет транспорт через 10, 15, 20 лет?

Существует два направления развития транспорта: совершенствование существующего и создание нового. Останутся трамвай, троллейбус, автомобиль. Однако трамвай станет быстроходным и бесшумным, троллейбус — более маневренным и уютным, а автомобиль значительно усовершенствуется.

Ведутся испытания гибридных автомашин. Называются они так потому, что соединяют в себе лучшие качества аккумулятора и бензинового двигателя. В гибридных

автомобилях двигатель работает от аккумуляторной батареи, которую подзаряжает маломощный бензиновый мотор.

Автомобиль превратится в электромобиль. В нем уютно и удобно. Автоматически регулируются скорость, температура и влажность воздуха. Вначале электромобиль будет ездить в черте города со скоростью 60 км/ч с небольшим дневным пробегом. Затем вместо троллейбусов появятся электробусы, не связанные с проводами, маневренные, комфортабельные и автоматизированные. Вдоль автострасы — автоматические светофоры, шлагбаумы, индикаторы скоростей. Дорожные знаки — звуковые. Автоматически включающееся радиоприемное устройство предупредит водителя о ближайшем повороте, допустимой скорости и т. д.

С наступлением темноты вдоль дороги автоматически загорятся электропанели, а на площадях городов — искусственные луны (светящиеся шары). Будут построены скоростные дорожные магистрали. Машин в городе станет так много, что движением транспортных потоков и индивидуально каждой сможет управлять только автоматизированная система.

Руль и тормоза автомобиля передадут автоводителю. Он сможет удерживать машину в полосе движения, изменять скорость в соответствии с дорожной обстановкой, поддерживать дистанцию между машинами.

Со временем водителя электромобиля заменит робот или ЭВМ. Такси без водителя, с ЭВМ, уже испытываются.

Поезда без машиниста

По нашей стране побегут поезда без машиниста, автоматы поведут и поезда метро. За работой автоматической системы управления будет наблюдать один человек — диспетчер, а управлять движением поездов станет ЭВМ. Установление скорости движения поезда, его остановку, открытие и закрытие дверей, объявление остановок — все запрограммируют и поручат машине.

Возле эскалаторов уже не будет дежурных. Диспетчер сможет наблюдать за посадкой пассажиров и движением поезда по телевизору.

Пропуском в метро служит не опущенная в автомат монета и не проездной билет, а магнитная карточка, рассчитанная на 5, 10 и 20 поездок (по числу магнитных слоев на ней). Вы проходите через турникет в метро, предвари-

тельно опустив в щель свою карточку. При этом стирается (размагничивается) слой, т. е. соответствующая запись — разрешение на разовый проход. После этого автомат возвращает вам карточку.

Обучает учитель, контролирует знания автомат

Школа в 2000 году. Класс без парт, столик с сидением для каждого ученика. На столике — индивидуальная программа обучения и пульт связи с пультом управления учителя. Учитель излагает теоретический материал: законы, правила... Прикладные вопросы переданы техническим средствам обучения: кино, телевидению, радио, эпiscoпической проекции. Они расскажут о применении изучаемых законов в жизни, о прошлом, настоящем и будущем науки и техники. В конце урока автоматы-контролеры проверят и оценят знания и умения каждого учащегося и сообщат на пульт управления о результатах контроля. Деятельность учителя будет направлена не столько на сообщение знаний, сколько на целенаправленное формирование и воспитание качеств личности, на развитие индивидуальных способностей и творческого потенциала учащегося. Урок уплотнен во времени, насыщен информацией.

Автомат-репетитор по требованию повторит урок и контролирует усвоение знаний. Автоматы-справочники ответят на вопросы учеников по физике, математике, литературе. Автоматы-тренажеры помогут учащимся закрепить знания при самообучении. В школу придет ЭВМ. Вначале ее будут использовать для оперативного учета успеваемости, затем для контроля знаний и в качестве банка информации. ЭВМ поможет в короткие сроки получить современные знания по какой-либо профессии. В средней школе № 157 г. Киева ЭВМ уже работает.

Книга будущего

Книга — важнейшее средство информации. Так было, есть и будет, но вид, форма и объем книги резко изменятся в будущем. Причина этого — научно-технический прогресс, сопровождаемый постоянным увеличением объема знаний.

Ежегодно типографии мира печатают книги общей толщиной до 120 км. Ежегодный мировой прирост книжной

продукции — 77 млрд. страниц. Только для размещения ежегодного прироста книг в библиотеке им. В. И. Ленина в Москве необходимо дополнительно до 10 км книжных полок. Есть над чем задуматься!

Какою должна быть книга будущего? Ясно одно — она должна содержать много информации и вместе с тем быть небольшого размера. Возможно, это будет микропленка, на одном из кадров которой разместится несколько страниц книжного текста. Для чтения такой книги потребуется автоматическое устройство, которое увеличит, воспроизведет на экране и сменит кадры со скоростью, равной индивидуальной скорости чтения человека. Первые шаги в этом направлении уже сделаны: подобные устройства работают в отечественных и зарубежных библиотеках и институтах.

В городах будут созданы центры информации. По вашему заказу вышлют видеозаписи. Подключив приставку к телевизору, можно просмотреть и прослушать заказ. Известно, что зрительный информационный канал у человека обладает гораздо большими возможностями, чем слуховой. Поэтому и видеозапись сообщит значительно больше информации за единицу времени.

Автоматический закройщик

Автоматы сейчас шьют обувь и постельное белье, мужские сорочки и брюки... В автоматизированную линию с одного конца поступает полоса ткани из рулона, на другом конце получают уже готовые упакованные брюки. Линия работает по программе. Учитывает модель и ткань. Пошив массовый.

А в 199...году вы заходите в ателье-автомат, становитесь перед автоматом-фотографом и сообщаете в микрофон, что выхотите сшить и краткие сведения о себе: возраст, цвет волос, род занятий, любимое увлечение, место жительства.

Объемная фотография и сведения о клиенте поступают к автоматическому закройщику-модельеру. Он изучает поступившую информацию, а вы в это время просматриваете на экране моды сезона.

Автоматический закройщик занят напряженной работой. Он изучает фотографию и сведения о клиенте. Затем сравнивает полученную информацию со своими возможностями (наличие той или иной ткани) и выдает рекомен-

дацию в нескольких вариантах. Кроме того, он еще и убеждает вас в выборе одного из них. Получив задание, автомат приступает к изготовлению костюма.

Через короткое время сигнальная система приглашает вас пройти в салон. Автомат подает готовый костюм, подогнанный по вашей фигуре, склеенный или сшитый с большой экономией материала. Пошив индивидуальный. Удобно и быстро.

Тротуар-транспортёр

В ближайшие годы на улицах многомиллионных городов мира появятся движущиеся тротуары. Тротуар-транспортёр перевезет вас со скоростью быстро шагающего пешехода. По транспортёру можно идти, что увеличит скорость перемещения вдвое.

В Токио деловой центр от вокзала Синдзюку отделяет несколько сот метров. Однако преодолеть это расстояние довольно сложно. Улицы, соединяющие деловой центр города с вокзалом, перегружены автомашинами и потоками людей. В часы пик на вокзал каждые 40 секунд приходят пригородные поезда.

Поэтому планируется построить движущийся тротуар длиной 600 м из трех участков. Два крайних (коротких) конвейера будут двигаться со скоростью 6 км/ч, а средний, наиболее длинный — значительно быстрее. Новая транспортная система сможет перевозить одновременно до 10 тыс. пешеходов.

Разрабатывается проект гигантского транспортёра (длиною 250 км) для перевозки пешеходов и грузов. Управление движением и скоростью транспортёра — автоматическое.

Решается вопрос о строительстве пассажирского транспортёра в Москве. Можно будет встать на ленту транспортёра на площади Маяковского и ехать по улице Горького. Сойти с него вы сможете в любом месте. Много времени сэкономят людям тротуары-транспортёры.

Вычислительная машина разговаривает

В качестве «мозга» АСУ будут использованы вычислительные машины седьмого и восьмого поколений, в том числе гибридные оптико-электронные вычислительные машины, в которых оптические устройства ввода и обработки

информации сочетаются с голографическими запоминающими устройствами, выполняющими логические операции.

Во многих случаях для эффективного использования ЭВМ необходимо непосредственное общение с нею. Такой машины пока что нет, сейчас она только учится говорить. Как же рождается голос ЭВМ? Электрический сигнал ответа машины на ваш вопрос поступает в синтезатор речи на звуковые генераторы. Генераторы воспроизводят звуки, подобные человеческим. Далее звук проходит многочисленные фильтры. На выходе электронной модели речевого тракта человека рождается гамма звуков, похожих на человеческий голос. Когда ЭВМ научится говорить, отпадет необходимость в программировании, в этом сложном процессе с большим расходом бумаги. Сократится время ввода информации в ЭВМ, связь с ней станет легкой и естественной.

Автоматика защищает природу

Дымовые газы в воздухе, вредные отходы химических производств, выпускаемые в реки, радиоактивные отходы в океане губительно влияют на животный и растительный мир. Природе наносятся раны. А для человечества все это подобно медленному самоубийству.

Вот почему Коммунистическая партия и Советское правительство неустанно борются за сохранение природы в нашей стране и во всем мире. Только в условиях социалистического строя, свободного от произвола капиталистов, стремящихся к наживе любой ценой, общество может защитить природу.

Но для сохранения природы прежде всего нужно знать наиболее уязвимые места, необходимы сигнализаторы отклонения от равновесия. И тут поможет нам автоматика. Автоматические системы защиты окружающей среды будут расположены возле больших предприятий. Свои чувствительные щупальцы (датчики) они поднимут в воздух и опустят в сточные воды. Автоматическая система предупредит, а в дальнейшем и прекратит поступление вредных веществ за пределы предприятий.

Уже появляются автоматические системы защиты окружающей среды. Одна из них работает возле г. Калининграда.

К концу века автоматика возьмет под контроль основные промышленные районы нашей страны, чем поможет человеку сохранить и защитить природу.

Автоматика гидрокосмоса

Океаны составляют площадь в 360 млн. км², или 70% площади планеты. А освоено только 15% всей площади морей и океанов — континентальный шельф вдоль берегов. Ширина шельфа от 50 до 100 км с глубиной прибрежной полосы до 200 м. Остальная часть площади океана не освоена человеком. Богатства кладовой Нептуна ждут исследователей.

Покорение морского дна — гидрокосмоса — началось. Люди уже испытывают подводные автоматические устройства.

На дне океана, под куполообразным сводом из синтетических материалов, люди в будущем построят себе жилища. В подводных городах автоматика обеспечит их воздухом, теплом и светом. Подводные жители будут выращивать водоросли на подводных плантациях и заведут «рыбные фермы». Подводный огород будет давать больше ценного белкового вещества, чем огород на суше; площадь в 1 га даст столько белковых веществ, сколько его получают с 25 га пшеничного поля¹. И урожай можно будет собирать не один раз в год, а 10—15. Но для этого надо возделывать морское дно. Помогут в этом человеку автоматы. Появятся автоматизированные подводные тракторы, посадочные машины, уборочные комбайны, комбинаты по переработке одноклеточных водорослей.

На рыбных фермах будут разводить ценные породы рыб. Автоматизированные «столовые» накормят рыбу. Автоматы обеспечат их охрану и улов.

Морское дно — гигантский рудник с миллионами тонн кобальта, тория и молибдена. Возникнет подводная металлургия. И тут тоже не обойтись без автомата. Он поднимет руду со дна, обогатит ее, выплавит металл. Станут работать автоматизированные заводы по получению химических элементов из морской воды, по опреснению морской воды.

¹ См.: Казьмин В. Д. Морские сокровища. М., Пищевая промышленность, 1972.

На подземоходе к центру Земли

В космос мы проникли на сотни тысяч километров, а в недра Земли всего лишь на километры. О космосе мы знаем больше, чем о внутреннем устройстве и составе нашей планеты.

Ученые предполагают, что глубже 30—40 км залегает слой базальта. Между ним и ядром Земли — мантия, составляющая 83% объема земного шара.

С 60-х годов нашего века предприняты первые крупные шаги к изучению недр Земли. В Советском Союзе сверхглубокие скважины (до 15 км) заложены на суше в пяти районах: у Прикаспийской низменности, на Урале, Кольском полуострове, в Закавказье и на Курильских островах.

Бурение — процесс дорогостоящий и, главное, продолжительный. Бурение одной скважины продолжается несколько лет. Как же ускорить получение информации о базальте и мантии? Решили использовать кратеры угасших вулканов. Ведь глубина их нередко достигает 200 км. Кратеры намного сокращают путь к мантии.

В кратер вулкана опустили автоматическую станцию. Она посылала на поверхность Земли сообщения о давлении и температуре мантии. Автоматический репортер с датчиками, включенными в систему телеизмерения, информировал о результатах анализа. Первые такие репортажи автоматической станции были приняты из кратера угасшего вулкана на Авачинской сопке (Дальний Восток).

Безусловно, что человек в автоматическом подземоходе проникнет еще глубже не только ради любопытства и уточнения научных предположений о внутреннем строении и составе Земли, но и с целью использования недр.

... Внимание! 4, 3, 2, 1 ... Старт! Медленно двигаясь, подземоход носом зарывается в землю и скрывается из виду. Электробур, приведенный в движение аппаратурой с термоядерным источником энергии и управляемый автоматической системой, обеспечивает движение подземохода с экипажем советских людей — отважных исследователей недр Земли.

Автоматическая система управления направляет подземный корабль к центру Земли. Глубиномеры показывают первые десятки километров.

Однако давление мантии на корпус корабля возрастает с глубиной внедрения в нее. Корпус корабля не выдержал

бы, если бы не защитное магнитоплазменное поле. Автоматы включили защитное поле. Потоки оголенных ядер водорода выбрасываются из реактора. Вокруг корпуса корабля образуется магнитная плазма, «центробежная» сила которой настолько велика, что уравнивает давление астеносферы¹ на оболочку корабля. Созданный разумом и руками советских людей, движется подлодка к центру Земли...

Что это? Действительность или фантазия? Сегодня — фантазия, а завтра — действительность.

Сегодня человек проник в недра на глубину 8 км, завтра проникнет на десятки и сотни километров.

Роботы 2000 года

Робот будет действовать самостоятельно. Управление — от ЭВМ. Он станет более подвижным, а его движения более точными.

У робота появятся чувства осязания, обоняния и даже такие, каких нет у человека: чувствительность к магнитным полям, ультразвуковым колебаниям и радиоактивности. В 1967 г. только две фирмы в США изготовили 75 манипуляторов.

В 1972 г. их производство резко возросло и достигло 5 тысяч. В 1980 г. семейство роботов в США насчитывало 25 тысяч. Это только в одной стране, а во всем мире их намного больше. В нашей стране создано около 100 типов роботов различного назначения.

Робот-экскурсовод по программе поведет вас по залам музея или павильонам выставки, рассказывая и отвечая на вопросы.

Робот-врач поставит диагноз больному и выпишет лекарства. В регистратуре поликлиники вместо талончика к врачу вам выдадут металлический жетон. Вы заходите на прием к врачу, а вместо него — робот. Опустив жетон в щель, садитесь в кресло и рассказываете, на что жалуетесь. К вашему телу прикоснутся десятки датчиков: они измерят давление крови, температуру тела... и пошлют информацию в ЭВМ робота. ЭВМ поставит диагноз, выдаст

¹ Слой повышенной твердости, прочности и вязкости в верхней мантии Земли.

рецепт и проинформирует о предосторожностях, порекомендует, как предотвратить другую болезнь на основе комплексного исследования всего организма.

Робот-учитель будет обучать людей, например, иностранному языку. Он выдаст задание и исправит произношение; задаст вопрос и проследит за правильностью ответа. Компьютер заговорит человеческим голосом.

Робот-переводчик быстро и точно переведет текст с одного языка на другой и выдаст его напечатанным.

Появятся роботы-судьи, роботы-водители...

Робот-психолог определит деловой портрет поступающего на работу. Известно, что каждой должности соответствует определенный круг обязанностей. Чтобы выполнять должностные обязанности, нужно иметь определенные знания и деловые качества: трудолюбие, инициативу, творческие способности и т.п. Робот-психолог путем тестирования, т. е. вопросов и оценки ответов, обнаружит качества личности поступающего на работу и сравнит с теми, которыми он должен обладать. Если все эти качества имеются, робот одобрит кандидатуру, в противном случае выдаст отрицательный ответ.

Роботы научатся самообучаться и саморемонтироваться. Создать их и обучить многому из того, что сегодня делает только человек, предстоит вам — юным читателям «Занимательной автоматики».

Автоматика изучает Землю

Автоматическая космическая техника уже сейчас приносит пользу человеку. Система связи «Молния» на спутниках и наземная станция «Орбита» как бы приблизили отдаленные восточные и северные районы к центру страны, обеспечивая радиотелеграфную и телевизионную связь. Космонавты и автоматы изучают строение Земли, ее полезные ископаемые, состояние растительного покрова и лесных массивов, могут заметить возникшие ураганы, цунами, пожары, загрязнения воздушных и водных бассейнов в любой точке Земли.

К концу века будет создана глобальная космическая автоматизированная система учета и контроля состояния природных ресурсов Земли, что позволит рационально их использовать и своевременно направлять развитие науки на создание новых видов энергии и материалов.

В космосе автоматы

Автоматические станции посланы к Юпитеру и Сатурну, Они преодолевают сотни миллионов километров в космическом пространстве. В настоящее время станциями управляют с Земли. Но из-за громадных расстояний командный сигнал идет слишком долго, а при огромных скоростях в космосе могут быть непредвиденные встречи с метеоритами и другие случайности. В связи с этим наметился переход к управлению космическими летательными аппаратами не с Земли, а с борта самого аппарата.

В будущем будут созданы системы автоматического автономного управления межпланетной станцией и космическим кораблем, которые сами решат задачу управления без связи с Землей. Проектируются бортовые цифровые вычислительные машины (БЦВМ). На Земле машине дадут задание: управлять летательным аппаратом до конечной точки полета.

Система автоматического управления с БЦВМ во время полета станет изучать прогнозируемую траекторию полета, фактическую обстановку (предотвращать столкновения с летящими метеоритами, кометами и другими космическими телами) и вырабатывать программу полета. Траектория может значительно отклониться, но летательный аппарат все равно будет доставлен в конечную точку полета.

Орбитальные станции с автоматикой на борту послужат ступеньками для первых уверенных шагов человечества в звездные дали.

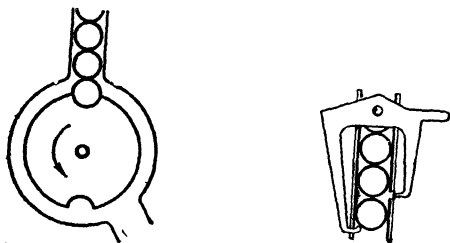
* * *

Наша экскурсия в мир автоматики подошла к концу. Возможно, для многих из вас эта книга станет лишь началом знакомства с автоматикой, и за ней последует учебная и специальная литература.

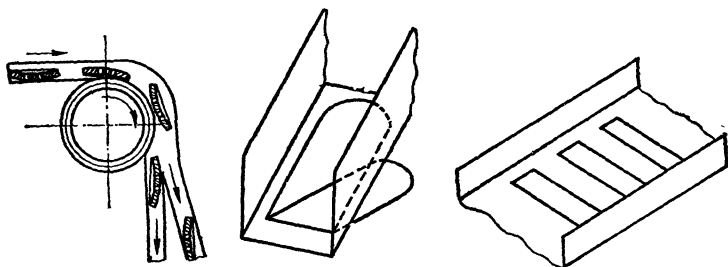
Автоматика — это и интересные специальности. Автоматические приборы, линии и системы, вычислительную технику и роботов используют, налаживают, ремонтируют и создают увлеченные люди, любящие свою специальность прибориста, наладчика автоматов и автоматических линий, электромеханика. В автоматике, как в науке и технике, вас ждет ещё много неизобретенного и неоткрытого. Всего Вам доброго.

ОТВЕТЫ

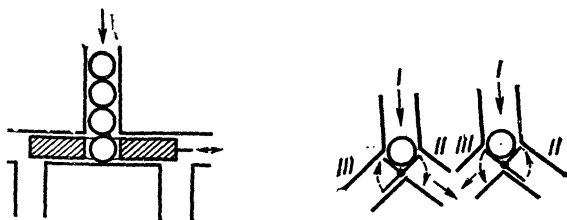
Отсеките шарики (рис. 33, 34).



Ориентация заготовки (рис. 35, 36, 37).



Недостаёт деталей (рис. 38, 39).



Бак регулирует без регулятора

В баке (рис. 40, б) установится со временем уровень воды на новое постоянное значение. С увеличением Q_n будет повышаться уровень воды в баке и расти сопротивление вытеканию жидкости из трубки, опущенной внутрь бака. Поэтому наступит момент, когда Q_n будет равно Q_p .

Определите назначение элементов регулятора

К рис. 42

Д—5

Р—7

М—2

Р_з—3

Р_{ат}—6

Р_т—1

ЭУ—4

К рис. 43

Д—5

ЭС—2

П и Р—3

ТП—1

У—4

З—6

В поиске неисправности автомата

На рисунке 45

1. Нижний крючок загнут в сторону, противоположную вращению, поэтому не сможет захватить заготовку.

2. Один из загнутых концов крючка толще внутреннего диаметра стакана, поэтому крючок также не сможет захватить заготовку.

3. Конец пуансона не овальный, а прямоугольный. Заготовка будет не вытягиваться, а разрезаться.

4. Диск 10 жестко насажен на стержень. При движении ползуна 11 вниз диск не будет сжимать пружину и вызовет перекося. Гайка, ограничивающая движение диска вверх, упрется в ползун. Произойдет заклинивание. Автомат работать не будет.

Подумайте над регулятором

На рисунке 46 недостает оси, которая крепится на остова регулятора и на которую насажен рычаг 1. На тарелке недостает одного диска.

Принципиальная неточность на рисунке заключается в том, что клапан 10 по размерам меньше седла 11, поэтому клапан не сможет перекрыть проходное сечение.

Мембрана 2 — датчик. Тарелка 6 с дисками 7 — задатчик. Шток 4 — исполнительный механизм. Клапан 10 — регулирующий орган. Груз — перемещающаяся втулка 5 — служит для настройки регулятора.

Система „Включаю — выключаю“

1. Клапан останется неподвижным, так как температура в камере не достигла максимального значения.

2. Никогда. Система не приводит температуру к постоянному значению. Температура колеблется около $t_{\text{задан}}$.

3. Многими способами. Одним из способов является уменьшение зоны нечувствительности.

С шариком в автоматике

1. ∂ — $г$; $е$ — $а$; $ж$ — $в$; $з$ — $б$.

2. ∂ — $г$; $е$ — $б$; $а$; $ж$ — $в$; $з$ — $г$.

ОГЛАВЛЕНИЕ

От автора	3
Автоматы древности	5
От игрушки к космическому кораблю	25
Занимательные рассказы	70
Развивайте смекалку	80
Самodelки	103
Знакомьтесь, мы — роботы	138
Завтра XXI век	155
Ответы	167

Серия «Юному технику»

Игорь Иванович Гармаш

Занимательная автоматика

Издание второе, переработанное и дополненное

Зав. редакцией трудового воспитания *А. И. Воловиченко*.
Редактор *Н. Е. Зубченко*. Лигредактор *Г. В. Брезницкая*. Художеств. редактор *Г. Е. Полищик*. Обложка художника *С. А. Шибалова*. Технич. редактор *Л. Н. Бондарева*. Корректор *Г. П. Васильковская*.

Информ. бланк № 3207.

Сдано в набор 29.10.81. Подписано к печати 27.05.82. БФ 03777.
Формат 84×108¹/₂. Бумага типографская № 3. Гарнитура литературная. Способ печати высокий. Условн. лист. 8,82. Уч.-изд. лист. 8,45. Тираж 135 000. Изд. № 27765. Заказ № 1-448
Цена 25 к.

Издательство «Радянська школа». 252053.
Киев, Ю. Коцюбинского, 5.

Книжная фабрика им. М. В. Фрунзе, 310057, Харьков-37,
Донец-Захарьевского, 6/8.

25 к.

