

В. Д. ПОПОВА, Н. Б. ГОЛЬДБЕРГ

0234.  
П 5

# УСТРОЙСТВО И ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ ЧАСОВ

Издание пятое, переработанное  
и дополненное

Допущено  
Государственным комитетом СССР  
по народному образованию  
в качестве учебника для  
профессионально-технических училищ



МОСКВА «ВЫСШАЯ ШКОЛА» 1989

Камчатская обл. библиотека  
ИНВ. № 925743

ББК 34.9  
П58  
УДК 681.11

Рецензент — инж. А. В. Симбирцев

**Попова В. Д., Гольдберг Н. Б.**

**П58** Устройство и технология сборки часов: Учеб. для ПТУ. — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 1989. — 415 с.: ил.

ISBN 5-06-000327-2

Приведены сведения об устройстве различных моделей наручных, настольных, напольных и настенных часов, секундомеров, будильников и часов особого назначения. Описан типовой технологический процесс сборки часов и способы регулирования отдельных частей и часового механизма в целом. Рассмотрены вопросы контроля качества сборки часов.

Пятое издание (4-е — 1982 г.) Дополнено сведениями об электронных и электронно-механических кварцевых часах.

Учебник может быть использован при профессиональном обучении рабочих на производстве.

П 2706040000 (4307000000) — 237 84—89  
052 (01)—89

ББК 34.9  
6П5.8

ISBN 5-06-000327-2

© Издательство «Высшая школа», 1976  
© Издательство «Высшая школа», 1989,  
с изменениями

## ПРЕДИСЛОВИЕ

По количеству выпускаемых часов СССР занимает одно из ведущих мест в мире. В нашей стране выпускаются все виды часов: наручные, карманные, настольные, настенные и напольные, производятся как механические, так и электронно-механические и электронные часы. Выпуск электронно-механических часов за последние годы резко увеличился.

Механические часы имеют различные дополнительные устройства: крупногабаритные часы — бой, сигнальное, календарное и другие устройства; наручные часы — автоматический подзавод пружины, сигнальное, календарное и секундомерное устройства или различные сочетания таких устройств. Электронно-механические и электронные часы также выпускаются с различными дополнительными устройствами (календарным, сигнальным и т. п.). Разработаны часы со смешанной (аналого-цифровой) индикацией, включающие календарь, секундомер, сигнал и т. п.

Сборку часов осуществляют на конвейерах различного типа, полуавтоматических и автоматических установках. Сборщик часов специализируется на выполнении одной или нескольких смежных операций, но для успешной и качественной работы ему необходимо знать требования, предъявляемые к часам, их устройство, принцип действия, а также особенности их сборки.

В книге приведены общие сведения о часах, дана их классификация, рассмотрены принципиальные схемы часовых механизмов: механических, электронно-механических, электронных и электронно-механических со смешанной индикацией.

Наиболее полно и подробно освещены устройство и работа наручных часов, расширено описание выпускаемых электронно-механических часов как с аналоговой, так и с аналого-цифровой (смешанной) индикацией.

В основу изложения технологического процесса сборки механических и электронно-механических часов, как и в предыдущих изданиях учебника, положен опыт 1-го Московского часового завода им. С. М. Кирова.

*Авторы*

## ВВЕДЕНИЕ

Часы имеют свою многовековую историю. Потребность в определении времени появилась у человека давно. Для определения времени можно использовать любое периодически повторяющееся явление, причем периоды таких явлений должны быть постоянны; один период явления должен следовать за другим через равные промежутки времени.

Давно была замечена закономерность смены дня и ночи, времен года. Еще за 5 веков до нашей эры в Египте знали, что год состоит из 365 дней. Египетские астрономы, наблюдая за ходом небесных светил, в зависимости от их положения делили год на месяцы, месяцы разбивали на недели, недели — на сутки, сутки — на день и ночь.

За основную единицу времени были приняты с у т к и — время одного оборота Земли вокруг своей оси. Сутки в свою очередь были разделены на 24 ч, час — на 60 мин, минута — на 60 с. Более крупной единицей времени является г о д — период обращения Земли вокруг Солнца.

Различают звездные (тропические) и солнечные (календарные) сутки, соответственно звездный и солнечный год. З в е з д н ы е с у т к и равны полному обороту Земли вокруг своей оси относительно звезд. С о л н е ч н ы е с у т к и равны обороту Земли вокруг своей оси относительно Солнца.

Солнечные сутки на 4 мин больше звездных суток, а солнечный год на сутки меньше звездного года. Объясняется это тем, что Земля, совершая полный оборот вокруг Солнца, делает вокруг своей оси 366,2422 оборота относительно неподвижных звезд и 365,2422 оборота относительно Солнца, т. е. на один оборот, или на 24 ч, меньше. Следовательно, за месяц накапливается разница в 2 ч, а за сутки в 4 мин. Более точно: солнечные сутки (24 часа) равны 24 ч 3 мин 56,555 с звездного времени. Звездные сутки (24 часа) равны 23 ч 56 мин 4,091 с солнечного времени.

Звездное время и звездные сутки применяются только в астрономии. В обычной повседневной жизни, в технике, во многих отраслях народного хозяйства пользуются солнечным временем.

Звездные сутки неудобны тем, что они не согласуются

с видимым движением Солнца и с естественным делением суток на день и ночь. Начало звездных суток приходится на различное время дня и совпадает с солнечными сутками лишь 22 сентября каждого года.

По солнечному времени начало суток всегда относится к полуночи, а середина суток к полудню. Если в одной половине земного шара будет полночь, то на его противоположной стороне будет полдень. На востоке день начинается раньше, чем на западе. Следовательно, в каждой точке земного шара будет свое местное время.

Для удобства определения времени весь земной шар разделен условными линиями — меридианами — на 24 части — часовые пояса, которым соответствует свое поясное время. Каждый пояс соответствует 1 ч. Отсчет времени принято вести от нулевого меридиана, проходящего через предместье Лондона Гринвич. Гринвичское время называется мировым временем.

Москва и Ленинград находятся восточнее Гринвича, лежат во 2-м поясе, следовательно, поясное время Москвы на 2 ч отличается от времени Гринвича. Владивосток лежит в 9-м поясе, и его поясное время на 9 ч отличается от гринвичского и на 7 ч от московского.

В нашей стране действует для различных видов транспорта, почты, телеграфа и т. п. единое московское время. Поэтому во всех поясах Советского Союза, кроме 2-го пояса, пользуются московским и местным временем, которое соответствует географическому положению того или иного пункта.

С целью лучшего использования дневного света при работе на предприятиях и учреждениях Постановлением Совета Народных Комиссаров СССР в Советском Союзе от 16 июня 1930 г. было введено так называемое декретное время, которое на 1 ч опережает фактическое. Таким образом, московское время отличается от гринвичского не на 2, а на 3 ч, во Владивостоке не на 9, а на 10 ч.

Время показывают часы. Они появились за несколько сот лет до нашей эры в странах Востока, Египта, Рима, Греции, Вавилоне, Китае. Это были солнечные, водяные, песочные, огневые часы.

Первыми были солнечные часы, которые назывались гномоны (рис. 1). Для устройства таких часов устанавливали шест, палку, колонну в центре круга, разделенного на части, каждая из которых соответствовала одному часу. Таких частей было двенадцать. Тень от шеста в течение дня перемещалась по делениям этого своеобразного

циферблата, показывая время. Устройство солнечных часов основано на постоянном, равномерном вращении Земли вокруг своей оси.

Эта закономерность и была положена в основу устройства солнечных часов.

Солнечные часы строили вплоть до XVI в., но пользоваться ими было не всегда удобно: ночью и в пасмурную погоду они бездействовали, их нельзя было брать с собой в путешествия или на поля сражений.

Водяные часы, получившие название *клепсидры* (что означает «воровка воды»), представляли собой спе-

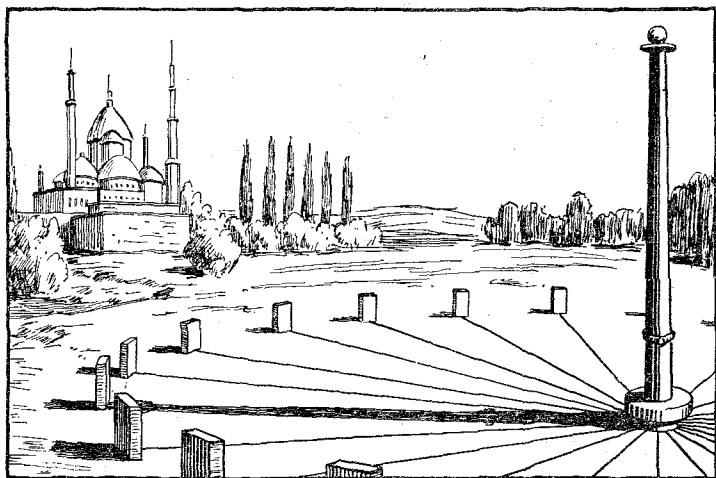


Рис. 1. Солнечные часы

циальный сосуд с отверстием в дне (рис. 2). Сосуд имел форму конуса, в нижней части его находилась трубка, через которую вытекала вода в специальный приемник. На стенках приемника были нанесены деления, соответствующие часам. Точность отсчета времени была невысокой, так как вода вытекала неравномерно: чем выше был уровень воды в сосуде, тем быстрее она вытекала. Тем не менее водяные часы получили широкое распространение.

Со временем их конструкция усложнялась. Наибольшей известностью пользовались часы Ктезибия Александрийского. Ему удалось создать часы такой точности, что ими можно было пользоваться для астрономических наблюдений. Эти часы кроме основной части имели систему зубча-

тых колес и подобие механизма современных башенных часов.

Однако и водяные часы были несовершенны: в холодную погоду вода замерзала, кроме того, их нельзя было перевозить.

Более удобными оказались песочные часы (рис. 3), состоящие из двух сообщающихся сосудов, закрепленных в деревянной оправке.

Верхний сосуд с отверстием в дне наполнялся песком, который высыпался в нижний сосуд в течение определенного

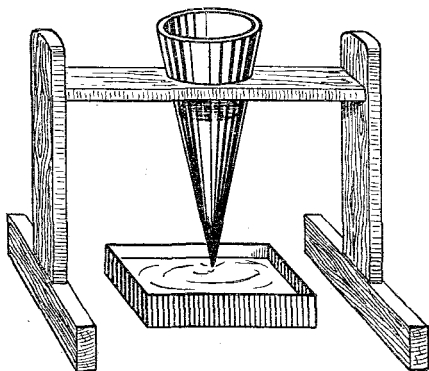


Рис. 2. Водяные часы

времени. После того как из верхнего сосуда весь песок пересыпался в нижний, часы надо было перевертывать.

Для удобства отсчета времени иногда пользовались системой сосудов. В зависимости от емкости сосудов и размера отверстия между ними один сосуд отмечал четверть часа, второй — полчаса, третий — три четверти часа и четвертый — целый час.

Для грубого определения небольших промежутков времени — 2, 3, 5 и 10 мин — песочными часами пользуются и в настоящее время, например в медицинских учреждениях, лабораториях.

В древние времена пользовались также **о г н е в ы м и ч а с а м и** (рис. 4). Спираль из горючего материала укрепляли на стержне над тарелкой. На определенном расстоянии один от другого в спирали были заделаны металлические шарики, которые по мере сгорания спирали падали, отбивая время.

С развитием науки и техники появилась потребность в более точном измерении времени. На смену солнечным, во-

дяным, песочным и огневым часам пришли м е х а н и ч е с к и е ч а с ы . Первые упоминания о механических часах относятся к VI в. н. э. В качестве источника энергии в них использовалась опускающаяся гири. С помощью специального устройства достигалось сравнительно равномерное вращение колесной системы, связанной со стрелками, показывающими время.

Механические часы устанавливались обычно на высоких башнях, поэтому получили название б а ш е н н ы х . Первые башенные часы имели одну часовую стрелку.

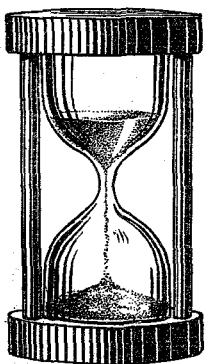


Рис. 3. Песочные часы

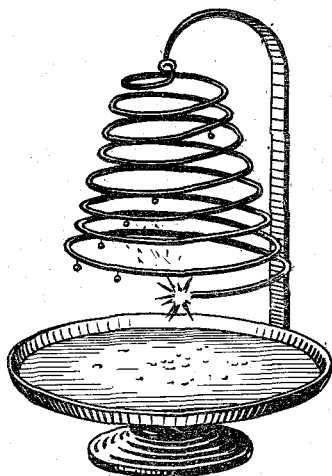


Рис. 4. Огневые часы

Механические часы были во много раз точнее солнечных, водяных или песочных, но все-таки точность их была недостаточной. Более точно стали определять время лишь тогда, когда нашли принципиально новое решение: для отсчета времени использовали маятник (см. гл. VIII, § 44). Маятник сам по себе не может указывать время, для этого нужен специальный колесный механизм, который служил бы не только счетчиком времени, но и передавал бы энергию опускающейся гири маятнику для поддержания его колебаний.

Для передачи энергии от колесной системы к маятнику необходимо также специальное устройство, которое получило название х о д или с п у с к .

Создание механизма, обеспечивающего равномерный ход часов, принадлежит нидерландскому ученому Х. Гюйгенсу,



который разработал конструкцию маятниковых часов и произвел их расчет в 1657 г.

С течением времени маятниковые часы совершенствовались. В XV в. появились часы с заводной пружиной, настольные и настенные с двумя и тремя стрелками — часовой, минутной и секундной.

Развивавшееся мореплавание нуждалось в точных переносных часах. Создание их стало возможным лишь тогда, когда ученые Гюйгенс и Гук изобрели колебательную систему баланс — спираль (см. гл. I, § 5). Если систему баланс — спираль вывести из состояния покоя, то в силу упругости спирали система будет совершать равномерные колебания подобно тем, которые совершает маятник под действием силы тяжести.

Появление системы баланс — спираль и заводной пружины дало возможность не только создать точные переносные часы, но и значительно уменьшить их размеры. В XVI в. появились карманные часы, а в конце XIX в. — наручные.

В XX в. были созданы системы единого времени, состоящие из точных первичных маятниковых часов, посылающих минутные или секундные импульсы в сеть вторичных электрических часов (рис. 5, а).

Самыми точными механическими часами являются астрономические часы. Во многих обсерваториях мира установлены часы Шорта, названные так по имени их создателя. Долгие годы эти часы были самыми точными (отклонение от точного времени не более чем 0,002—0,003 с).

Казалось, что точность хода, достигнутая в часах Шорта, является предельной для механических часов. В настоящее время имеются астрономические часы АЧФ-3 (рис. 5, б). Их конструкцию разработал советский инженер Ф. М. Федченко. Его часы отличаются от других астрономических часов простотой устройства и повышенной точностью хода. Они в 10 раз точнее часов Шорта.

Казалось бы, что точность отсчета времени, получаемая астрономическими маятниковыми часами, удовлетворяет довольно высоким требованиям. Но ученым, изучающим ядерные процессы, потребовались еще более точные и надежные часы; были созданы часы, которые определяют время с погрешностью до десятитысячных долей секунды.

Американские физики Моррисон и Гортон в 1927 г. выдвинули принципиально новую идею так называемых кристаллических часов; они построили кварцевый эталонный генератор частоты, для работы которого использован пьезо-

электрический эффект\*. Пьезоэлектрический эффект — создание поверхностных электрических зарядов в некоторых кристаллах (например, кварца) при их сжатии или растяжении. В кварцевых часах помещена кварцевая пластинка (пьезокварц), которая, находясь в переменном электрическом поле, начинает совершать вынужденные механические колебания. Пьезокварц был использован в качестве

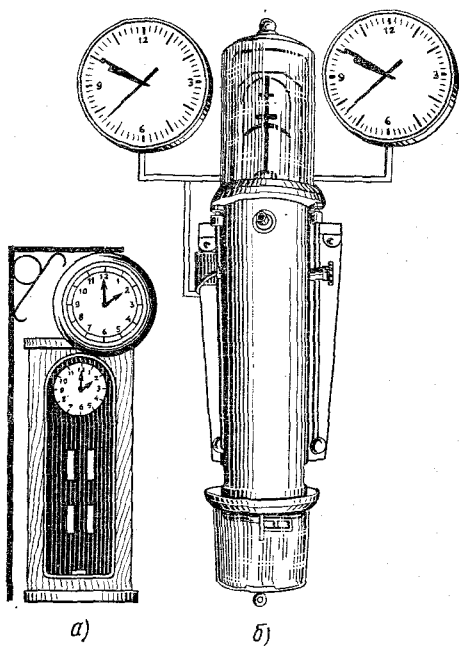


Рис. 5. Электрические часы системы единого времени (а) и астрономические часы АЧФ (б)

своеобразного электрического маятника. В нашей стране кристаллические (кварцевые) часы были созданы в 1938 г.

Еще более точными часами являются созданные в 1951—1955 гг. молекулярные и атомные генераторы частоты, в которых ход часов определяется частотой собственных колебаний молекул или атомов какого-либо вещества (например, аммиака или цезия).

\* Пьезоэлектрический эффект открыт в 1880 г. французскими учеными Жюлио Кюри и Ирэн Кюри-Склодовской.

Молекулы или атомы обладают совершенно одинаковыми свойствами. Частота их собственных колебаний постоянна и не зависит от внешних условий. Эти свойства и использованы для устройства атомных часов.

Специалисты подсчитали, что атомные часы обеспечивают измерение времени с погрешностью меньше, чем одна секунда в течение тысячи лет.

Атомные часы могут надежно действовать как в стационарном положении, так и на борту самолета, в космической ракете, на корабле и в других условиях.

На Руси первые башенные часы изготовил монах Лазарь Сербин в 1404 г. Они были установлены на Фроловской (Спасской) башне Кремля. Часы показывали дневное и ночное время раздельно.

В 1706 г. на Спасской башне Кремля были установлены новые часы, выписанные Петром I из Голландии. С этого времени на Руси стали вести суточный счет времени. По приказу Николая I братья Бутеноп в 1852 г. установили в этих часах механизмы, вызывающие в 3, 6, 9 и 12 часов мелодии из гимна «Коль славен» и «Преображенского марша».

В октябрьские дни 1917 г. орудийные снаряды попали в часы, механизм оказался поврежденным. По указанию В. И. Ленина часы были исправлены мастером кремлевских мастерских Беренцем. Колокольную музыку с вызваниванием гимна «Интернационал» наладил музыкант Михаил Черемных. В 1974 г. часы подвергались реставрации.

В XVI—XVII вв. быстро развивалось часовое ремесло не только в Москве и Новгороде, но и в других городах России. В XVIII в. возникают школы по подготовке часовщиков в Москве и Петербурге. Создаются казенные фабрики по изготовлению карманных и настенных часов в Москве, Петербурге и Купавне. Так, в Купавне в 1796 г. было изготовлено 110 шт. карманных часов и 6 шт. настенных и напольных. Появляются знаменитые русские мастера.

Русский ученый мирового значения Михаил Васильевич Ломоносов (1711—1765) занимался конструированием оптических и навигационных приборов и морских часов.

Русский изобретатель-самоучка Иван Петрович Кулибин (1735—1818) также много занимался конструированием часов. Первые часы, которые он смастерил, были деревянными. Затем у Кулибина появилась мысль сделать часы лучше, чем заграничные. Пять лет работал он над ними и создал уникальный, изумительный по тонкости исполнения механизм. Часы величиной с гусиное яйцо поражают своим

замыслом и сложностью механизмов, отделкой. Часы бьют каждый час, полчаса и четверть часа. Эти часы были известны за границей. В настоящее время они хранятся в Ленинграде, в Эрмитаже.

Кроме этих часов Кулибин изготовил много других, среди которых были и карманные. На их сложном циферблате кроме обозначения часов, минут и секунд указываются времена года, месяцы, дни недели, движение Луны и Солнца.

Другой талантливый часовщик-самоучка Терентий Иванович Волосков (1729—1806) также сконструировал часы, показывающие текущее время, месяцы, положение Солнца, Луны и звезд. Ему же принадлежит изобретение астрономических часов.

Современник Кулибина и Волоскова Собакин построил маятниковые часы с календарем (1774). Часы показывали восход и заход Солнца, Луны, фазы Луны, движение планет.

Часовыми предприятиями России были: мастерская, созданная в 1784 г. в белорусской деревне Дубровна, где изготовлялись карманные часы, фабрика в Москве, выпускающая простейшие часы, а также несколько сборочных мастерских, принадлежащих иностранным фирмам.

Отечественное производство часов ограничивалось выпуском 10 млн. часов «ходиков», изготавливаемых в селе Шарапово под Москвой, и очень небольшого количества морских хронометров и других специальных приборов, изготавливаемых в мастерских военно-морского ведомства и научных учреждений; часы привозили из Швейцарии, Германии и Франции.

С начала первой мировой войны импорт часов резко уменьшился, а после Великой Октябрьской революции и гражданской войны совсем прекратился.

Все существующие на территории страны часовые предприятия после гражданской войны были объединены трестом точной механики. В 1920 г. было организовано производство «ходиков», а в 1926 г. начата сборка часов будильников из импортных деталей на одном из московских заводов. В 1928—1929 гг. всеми предприятиями треста было выпущено 80 тыс. будильников и 1 млн. часов «ходиков».

В 1927 г. Совет Труда и Оборона принял постановление об организации в Советском Союзе производства часов. В 1929 г. в Москве началось строительство двух часовых заводов. В ноябре 1929 г. был создан 1-й сборочный завод и ФЗО, готовящий кадры часовщиков-сборщиков для создаваемых в Москве заводов. В 1930 г. начали работать два

часовых завода: 1-й Московский часовой завод, выпускавший карманные часы, и 2-й Московский часовой завод, который выпускал настенные часы и будильники. В 1938 г. был построен часовой завод в г. Пензе, выпускающий женские наручные часы.

К 1939 г. в СССР было освоено производство синтетического рубина, часовых камней, заводных пружин и часовых спиралей, все часы стали полностью изготавливаться из отечественных материалов и деталей.

В 1940 г. часовые заводы выпускали уже наручные, карманные, настольные, настенные часы и будильники, кроме того, большое количество технических часов — морских хронометров, автомобильных и авиационных секундомеров — всего до 50 видов различных часов и часовых механизмов.

Во время Великой Отечественной войны выпуск бытовых часов почти прекратился, но уже с 1945 г. начинается освоение и выпуск женских и мужских наручных часов новых моделей. В 1944—1950 гг. строятся новые часовые заводы, создаются Научно-исследовательский институт часовой промышленности и конструкторские бюро. Вступают в строй заводы в Челябинске, Златоусте, Минске, Угличе, Орле и других городах. К 1950 г. производство часов было полностью восстановлено.

В настоящее время наша страна располагает концентрированной и хорошо организованной часовой промышленностью, выпускающей большой ассортимент бытовых и технических часов.

## Глава I

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЧАСАХ

#### § 1. Классификация часов по назначению и их основные параметры

**Классификация.** Приборы измерения времени широко применяют во всех областях науки, техники и народного хозяйства. По принципу действия, устройству, размерам, эксплуатационным характеристикам они очень разнообразны. В зависимости от назначения к ним предъявляют и различные требования. Часы по назначению можно разделить на следующие группы:

бытовые — наручные, карманные, настольные, настенные и напольные;

технические — авиационные, автомобильные, морские; часы для отсчета малых промежутков времени — секундомеры, хроноскопы;

хранители точного времени — морские хронометры, астрономические, атомные;

электрические системы единого времени — первичные, вторичные.

Наручные часы, в свою очередь, можно разделить на механические и электронные с цифровой индикацией, а также на электронно-механические с аналоговой (стрелочной) и со смешанной (цифровой и аналоговой) индикацией.

По конструктивным особенностям наручные часы могут быть без секундной стрелки, с боковой или центральной секундной стрелкой, с дополнительными и защитными устройствами. К дополнительным относят календарь (одинарный или двойной), звуковое устройство, автоматический подзавод пружины, секундомерное устройство и т. п. К защитным — противоударное устройство, водозащитный, водонепроницаемый корпус и т. п.

Электронные кварцевые часы с цифровой индикацией могут быть на светодиодах или на жидких кристаллах.

**Параметры.** К основным параметрам часов относят суточный ход, средний суточный ход, мгновенный ход, продолжительность хода (от одной полной заводки пружины

ны для механических часов и до смены источника питания для электронно-механических и электронных часов).

Суточным ходом называют отклонение показания часов от точного времени за сутки, равное разности поправок в конце и начале суток.

Поправкой называют отклонение показаний часов от точного времени в момент проверки часов. Если часы показывают время больше эталонного, то поправка имеет знак «+», если меньше — «-».

Примеры:

1. При проверке часов по сигналам точного времени в 12 ч 00 с часы показали 12 ч 01 мин 15 с, поправка равна +1 мин 15 с. При проверке часов по сигналам точного времени ровно через сутки часы показали 12 ч 01 мин 45 с, т. е. поправка равна +1 мин 45 с.

Суточный ход при этом будет равен:

$(+1 \text{ мин } 45 \text{ с}) - (+1 \text{ мин } 15 \text{ с}) = +30 \text{ с}$ , т. е. за сутки часы «ушли вперед» на 30 с.

2. При проверке часов по сигналу в 12 ч 00 с часы показали 11 ч 59 мин 30 с, поправка равна -30 с. При проверке часов по сигналам точного времени ровно через сутки часы показали 11 ч 58 мин 30 с, т. е. поправка равна -1 мин 30 с. Суточный ход при этом будет равен:

$(-1 \text{ мин } 30 \text{ с}) - (-30 \text{ с}) = -1 \text{ мин}$ , т. е. часы за сутки «отстали» на 60 с.

3. При проверке часов по сигналу в 12 ч 00 с часы показывали 11 ч 59 мин 30 с, поправка равна -30 с. При проверке часов по сигналу точного времени точно через сутки часы показали 11 ч 59 мин 45 с, поправка равна -15 с.

Суточный ход при этом будет равен:

$(-15 \text{ с}) - (-30 \text{ с}) = +15 \text{ с}$ , т. е. часы «ушли вперед» на 15 с.

4. При проверке часов по сигналу в 12 ч 00 с часы показывали 12 ч 01 мин 15 с, поправка равна +1 мин 15 с. При проверке часов по сигналу точного времени точно через сутки часы показали 12 ч 00 мин 45 с, поправка равна +45 с.

Суточный ход при этом будет равен:

$(+45 \text{ с}) - (+1 \text{ мин } 15 \text{ с}) = -30 \text{ с}$ , т. е. за сутки часы «отстали» на 30 с.

5. При проверке часов по сигналу в 12 ч 00 с часы показывали 12 ч 00 мин 20 с, поправка равна +20 с. При проверке часов по сигналу точного времени точно через сутки часы показывали 12 ч 00 мин 20 с, поправка равна +20 с.

Суточный ход при этом равен:

$(+20 \text{ с}) - (+20 \text{ с}) = 0$ , т. е. часы «идут» точно.

Средним суточным ходом называют алгебраическую сумму смежных суточных ходов, деленную на число суток, в течение которых измерялись суточные хода.

Этот параметр определяют по формуле

$$\omega_{\text{ср}} = \frac{\omega_1 + \dots + \omega_n}{n},$$

где  $\omega_{\text{ср}}$  — средний суточный ход;  $\omega_1, \dots, \omega_n$  — суточные хода, полученные при испытаниях часов;  $n$  — число суток, в течение которых проводились испытания.

Примеры:

1. При проверке часов в течение шести суток по точности хода были получены следующие суточные хода:

за первые сутки  $-32$  с, за вторые сутки  $-45$  с, за третьи сутки  $-38$  с, за четвертые сутки  $-33$  с, за пятые сутки  $-56$  с, и за шестые сутки  $-45$  с.

Средний суточный ход за шесть суток при этом будет:

$$\frac{(-32) + (-45) + (-38) + (-33) + (-56) + (-45)}{6} = 41,5 \text{ с.}$$

2. При проверке часов в течение шести суток по точности хода были получены следующие суточные хода:

за первые сутки  $+16$  с, за вторые сутки  $+17$  с, за третьи сутки  $+22$  с, за четвертые сутки  $+13$  с, за пятые сутки  $+17$  с и за шестые сутки  $+19$  с.

Средний суточный ход за шесть суток при этом будет:

$$\frac{(+16) + (+17) + (+22) + (+13) + (+17) + (+19)}{6} = +17,3 \text{ с.}$$

3. При проверке часов в течение шести суток по точности хода были получены следующие суточные хода:

за первые сутки  $+7$  с, за вторые сутки  $-6$  с, за третьи сутки  $-2$  с, за четвертые сутки  $+6$  с, за пятые сутки  $+16$  с и за шестые сутки  $-3$  с.

Средний суточный ход за шесть суток при этом будет:

$$\frac{(+7) + (-6) + (-2) + (+6) + (+16) + (-3)}{6} = +3 \text{ с.}$$

Средний суточный ход можно определять как ход часов, полученный за  $n$ -е число суток и деленный на число суток при испытаниях; при этом определяется разность поправок в конце и начале испытаний и делится на число суток испытаний.

Продолжительность хода механических часов определяется временем работы часов от одной полной заводки пружины или одного поднятия гири до полного прекращения работы часов. Вычисляют продолжительность хода по формуле  $t_2 - t_1$ , где  $t_1$  — время заводки часов и  $t_2$  — время их остановки.

Продолжительность непрерывной работы кварцевых электронных и электронно-механических часов без смены источника питания определяется расчетным путем с учетом емкости источника питания, и величины тока, потребляемого часами,  $T = 1,37Q/I$ , где  $T$  — продолжительность непрерывной работы часов,  $Q$  — емкость источника питания,  $I$  — средний ток потребления часов.



Мгновенным ходом называют ход часов, полученный при контроле их на приборе для проверки хода.

## § 2. Система индексации часов

Система индексации позволяет по цифровому обозначению модели часов получить полное представление об их размерах и основных конструктивных характеристиках. В основу системы индексации часов положен калибр часового механизма и его конструктивные особенности.

Калибр часового механизма характеризуется посадочным размером платины. Платиной называют основа-

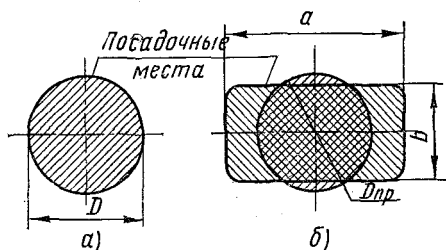


Рис. 6. Калибры часового механизма:  
а — круглый, б — некруглый

ние часового механизма, на котором монтируют все его детали. В круглых механизмах калибр соответствует посадочному диаметру платины (рис. 6). Калибр некруглого механизма определяют приведенным диаметром механизма.

Калибры некруглых механизмов приводят к калибрам круглых механизмов по формуле  $D_{пр} = \sqrt{4S/\pi}$ , где  $S = a \cdot b$ ;  $a$  — длина, мм;  $b$  — ширина, мм;  $D_{пр}$  — приведенный диаметр механизма,  $S$  — площадь некруглой платины часового механизма.

В соответствии с отраслевой нормалью изготавливают часы следующих калибров: 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 34, 36 и 40 мм.

По условно принятой системе калибры некруглых механизмов приведены к калибрам круглых механизмов. Часы с некруглым механизмом имеют приведенные калибры 13, 16, 19, 23 и 24 мм. Приведенный калибр 19 мм соответствует размерам 20×16 мм, а 23 мм — 24×20 мм и т. п.

Каждый типовой механизм наручных и карманных часов, малогабаритных будильников и секундомеров обозначают четырехзначным числом, где первые две цифры указывают

на калибр механизма (мм), а остальные — на их конструктивные особенности. Наиболее часто встречаются следующие конструктивные особенности наручных часов:

00 — без секундной стрелки;

01 — без секундной стрелки, с противоударным устройством;

09 — с центральной секундной стрелкой и противоударным устройством;

12 — с центральной секундной стрелкой, противоударным устройством и сигнальным устройством;

14 — с центральной секундной стрелкой, противоударным устройством и одинарным календарем;

16 — с центральной секундной стрелкой, противоударным устройством, одинарным календарем и автоподзаводом;

27 — с центральной секундной стрелкой, противоударным устройством, двойным календарем и автоподзаводом;

28 — с центральной секундной стрелкой, противоударным устройством и двойным календарем;

56 — электронно-механические кварцевые, центральная секундная стрелка с секундным скачком;

50 — электронно-механические кварцевые, центральная секундная стрелка с секундным скачком и двойным календарем;

60 — электронно-механические кварцевые, центральная секундная стрелка с секундным скачком и одинарным календарем.

Каждому типовому механизму настольных и настенных часов присваивают пятизначный (если калибр обозначен двузначным числом) или шестизначный (если калибр имеет трехзначное число) цифр.

Маркировка внешнего оформления часов включает семизначное число. Первые цифры означают конструкцию корпуса. Присваивают номер, начиная с 001 в порядке создания новых корпусных конструкций. Следующая цифра в маркировке внешнего оформления обозначает вид покрытия, отделки и материал, из которого корпус изготовлен: 0 — нержавеющая сталь, 1 — хромирование, 2 — золочение, 3 — толстослойное золочение, 4 — анодирование, 5 — пластмасса, 6 — окраска, комбинированное покрытие, 7 — дерево, 8 — художественное литье, 9 — стекло, хрусталь, керамика, мрамор. Последними цифрами (тремя) обозначают группу циферблатов и стрелок. Номер группе начиная с 001 присваивают в порядке создания новых конструкций.

Полное обозначение часов записывают дробью, где циф-

ры в числителе характеризуют механизм, а в знаменателе — внешнее оформление. Например:

1) 2612/6021071: 26 — калибр, 12 — часы имеют центральную секундную стрелку, противоударное и сигнальное устройства, 602 — порядковый номер корпусного оформления, 1 — хромированный корпус, 071 — порядковый номер оформления циферблата и стрелок;

2) 2427/403861: 24 — калибр, 27 — часы имеют центральную секундную стрелку, противоударное устройство, двойной календарь и автоподзавод, 40 — порядковый номер корпусного оформления, 3 — золоченый корпус, 861 — порядковый номер оформления циферблата и стрелок.

### § 3. Система наименований часов

Все заводы и производственные объединения, выпускающие часы, имеют фирменное наименование часов:

1-й Московский часовой завод им. С. М. Кирова . . . . .	«Полет»
Московское производственное объединение «Второй часовой завод» . . . . .	«Слава»
Московский завод художественных часов . . . . .	«Антарес»
Ленинградское производственное объединение «Петродворцовый часовой завод» . . . . .	«Ракета»
Минский часовой завод им. 60-летия Компартии Белоруссии . . . . .	«Луч»
Пензенское производственное объединение «Заря» . . . . .	«Заря»
Угличский часовой завод им. 50-летия СССР . . . . .	«Чайка»
Чистопольский часовой завод . . . . .	«Восток»
Златоустовский часовой завод . . . . .	«Агат»
Орловское производственное объединение «Янтарь» . . . . .	«Янтарь»
Челябинский часовой завод . . . . .	«Молния»
Сердобский часовой завод . . . . .	«Маяк»
Армянское производственное объединение «Сапфир» . . . . .	«Севани»

### § 4. Принципиальные схемы часовых механизмов

**Принципиальная схема механических часов.** Основными частями механических часов являются двигатель, колесная система, ход (или спуск), регулятор, стрелочный механизм, механизм заводки часов и перевода стрелок (рис. 7).

Двигатель предназначен для аккумуляции энергии и передачи ее регулятору в течение длительного времени через колесную систему для возбуждения и поддержания его колебаний. Двигателем является заводная пружина или гиря.

Основная колесная система передает через ход энергию регулятору, а также отсчитывает число его колебаний и передает движение на стрелочный механизм.

Ход, или спуск, преобразует вращательное движение колес в колебательное движение регулятора, периодически освобождая колесную систему и преобразуя энергию пружины в импульсы, передаваемые регулятору для поддержания его колебаний.

С помощью хода регулятор управляет вращением колесной системы, так как при каждом полуколебании регулято-



Рис. 7. Принципиальная схема механических часов

ра ход позволяет поворачиваться колесам на определенные углы, значение которых зависит от конструкции хода и числа зубьев колес.

Регулятор предназначен для создания равномерных, строго периодических колебаний, обеспечивающих высокую точность измерения времени.

Стрелочный механизм передает движение от основной колесной системы на стрелки.

Механизм заводки часов и перевода стрелок предназначен для заводки часов и перевода стрелок.

**Принципиальная схема электронно-механических часов с балансовым регулятором.** Основными частями такого механизма являются источник энергии, электропривод, регулятор, преобразователь движения регулятора, редуктор (колесная система), стрелочный механизм и механизм перевода стрелок (рис. 8).

Электрохимический источник энергии предназначен для питания электропривода.

Электропривод — электромагнитное устройство с контактной или бесконтактной (транзисторной) схемой — преобразует электрическую энергию источника питания в энергию импульсов, передаваемых на регулятор.

Регулятор предназначен для создания строго периодических колебаний.

Преобразователь движения преобразует колебательное движение регулятора во вращательное движение колесной системы.



Рис. 8. Принципиальная схема часового механизма электро-механических часов с балансовым регулятором

Колесная система и стрелочный механизм передают движение от преобразователя на часовую, минутную и секундную стрелки.

Механизм перевода стрелок предназначен для установки и перевода стрелок.

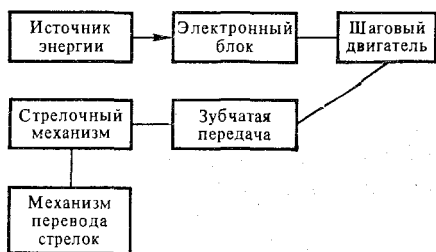


Рис. 9. Принципиальная схема электро-механических кварцевых часов с шаговым двигателем

**Принципиальная схема электро-механических кварцевых часов с шаговым двигателем.** Основными частями такого механизма являются источник энергии, блок кварцевого генератора, шаговый двигатель, колесная система, стрелочный механизм и механизм перевода стрелок (рис. 9).

Электрохимический источник энергии предназначен для питания блока кварцевого генератора.

Блок кварцевого генератора преобразует постоянное напряжение источника питания в импульсы управления шаговым двигателем со стабильной частотой следования 1 Гц.

Шаговый двигатель предназначен для преобразования электрической энергии, поступающей на его

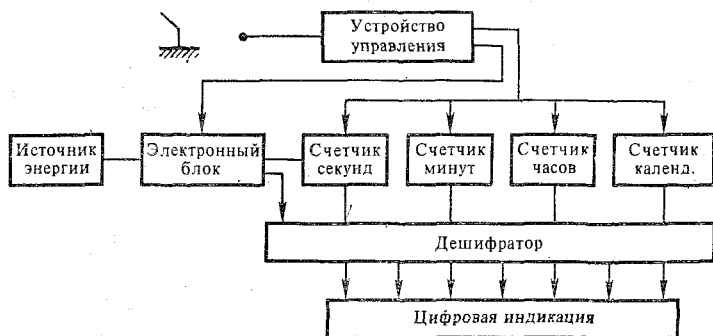


Рис. 10. Принципиальная схема электронных часов с цифровой индикацией

обмотку импульсов управления, в прерывистое вращение его ротора.

Колесная система и стрелочный механизм передают вращение к часовой, минутной и секундной стрелкам.

Механизм перевода стрелок предназначен для установки и перевода стрелок.

**Принципиальная схема электронных кварцевых наручных часов с цифровой индикацией.** Основными частями такого часового механизма являются источник энергии, блок кварцевого генератора, система счетчиков, дешифраторов и индикаторов, механизм управления (рис. 10).

Электрохимический источник энергии предназначен для питания блока кварцевого генератора.

Блок кварцевого генератора преобразует энергию источника питания в энергию электрических импульсов, управляющих системой счетчиков, формирует сигналы (на цифровой индикатор) подачи на сегмент ЖК-кристалла соответствующего кода временной информации.

Система делителей и счетчиков пре-

образует сигналы блока кварцевого генератора, производит счет секунд, минут, часов и управляет работой календаря.

Система дешифраторов и индикаторов предназначена для перевода показаний счетчиков в цифры на световом табло.

Система управления производит установку точного времени и корректировку показаний.

**Принципиальная схема электронно-механических кварцевых часов с шаговым двигателем и аналого-цифровой**

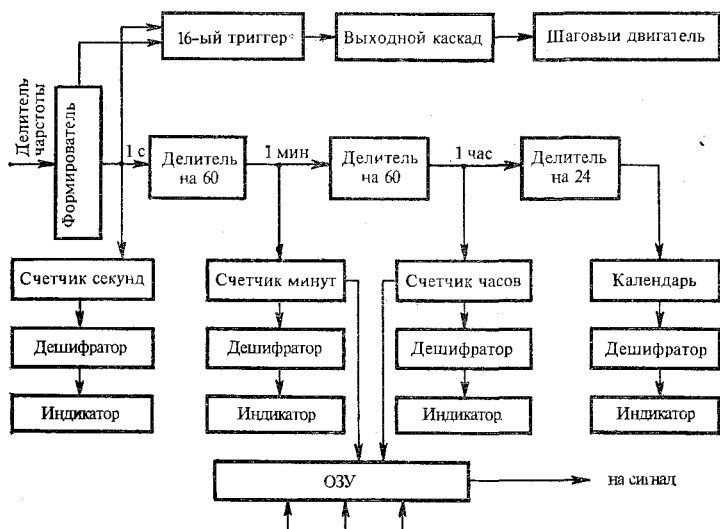


Рис. 11. Принципиальная схема электронно-механических кварцевых часов с шаговым двигателем и аналого-цифровой индикацией

**индикацией.** Основными частями такого механизма (рис. 11) являются источник питания, блок кварцевого генератора, шаговый двигатель, колесная система, стрелочный механизм перевода стрелок, механизм управления цифровой частью, система счетчиков, дешифраторов и индикаторов.

Электрохимический источник энергии предназначен для питания блока кварцевого генератора.

Блок кварцевого генератора преобразует энергию источника питания в энергию электрических импульсов, управляющих шаговым двигателем и системой счетчиков, формирует сигналы (на цифровой индикатор) подачи на сегменты ЖК-индикатора соответствующего ко-

да временной информации. Кроме того, он обеспечивает формирование звуковых сигналов.

**Шаговый двигатель** предназначен для преобразования электрической энергии, поступающих на его обмотку импульсов управления в прерывистое вращение его ротора.

**Колесная система и стрелочный механизм** передают движение на часовую, минутную и секундную стрелки.

**Механизм перевода стрелок** предназначен для установки точного времени и перевода стрелок.

**Система делителей и счетчиков** преобразует сигналы блока кварцевого генератора, производит счет секунд, минут, часов и управляет работой календаря.

**Система дешифраторов и индикаторов** предназначена для перевода показаний счетчиков в цифры на световом табло.

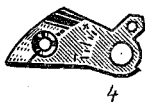
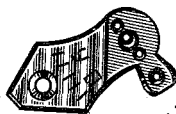
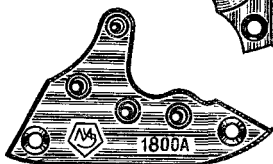
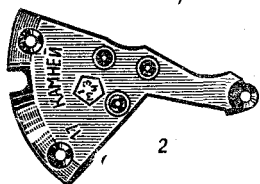
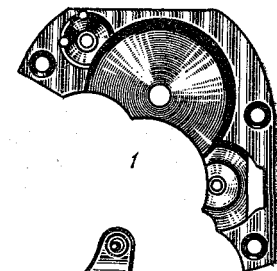
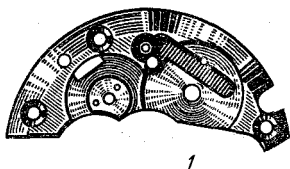
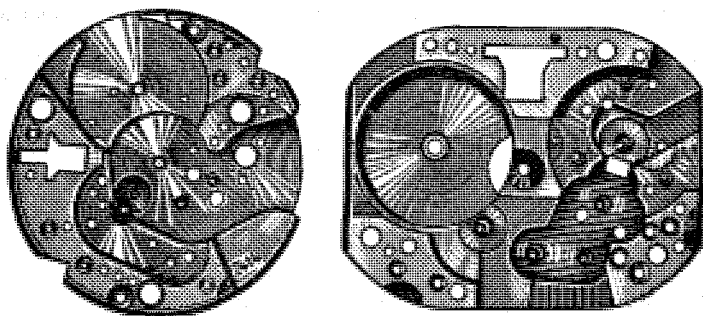
**Механизм управления** служит для установки точного времени и корректировки цифровой индикации часов.

## § 5. Детали часового механизма

**Платина и мосты.** Детали часового механизма монтируют на специальное основание, называемое платиной. Форма и размеры ее соответствуют форме и размерам часового механизма. По форме платина может быть круглой (рис. 12, а) и некруглой (рис. 12, б). Изготавливают платину обычно из латуни марки ЛС63-3т, но она может быть выполнена, особенно для кварцевых часов, и из пластмассы. Для установки деталей в платине делают специальные расточки (углубления и выступы) различной формы и высоты и отверстия. Платина может быть и плоской, без расточек, но тогда она имеет дополнительные колонки.

Так как вращающиеся детали обычно опираются на два подшипника, то для установки второго подшипника служат специальные латунные пластины, называемые мостами. В мостах, как и в платине, имеются расточки различной формы и отверстия. Размеры и форма мостов соответствуют размерам и форме часового механизма. В зависимости от конструкции часов число мостов может быть различным: в механических часах их 4—5, а в электронно-механических 1—3. Для крепления основных частей механических часов служат (см. рис. 12) мосты: барабана 1, колесной си-





а)

б)

Рис. 12. Платины и мосты часовых механизмов:

а — круглая форма, б — некруглая форма; 1 — мост барабана, 2 — мост колесной передачи, 3 — мост центральный, 4 — мост баланса, 5 — мост анкерной вилки

стемы (ангренажный) 2, балансовый 4, анкерной вилки 5. Иногда используют мост центрального колеса 3. В часах с дополнительными устройствами число мостов увеличивается за счет мостов календаря, подзавода и др. Отверстия в платине и мостах должны быть строго соосны, чтобы обеспечить правильное положение деталей. Соосность отверстий под детали обеспечивается базовыми отверстиями, в кото-

рые вставляют посадочные штифты, или установкой в платину втулок, на которые одевают мосты.

Латунные платины и мосты обычно никелируют для предохранения их от окисления, а также для придания им красивого внешнего вида. Платина и мосты составляют комплект, по высоте которого определяется высота часового механизма.

#### Детали двигателя.

Пружинный двигатель состоит из заводной пружины

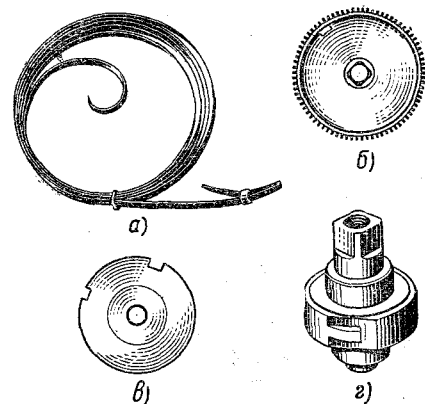


Рис. 13. Детали двигателя:

а — заводная пружина, б — корпус барабана, в — крышка барабана, г — вал барабана

с накладкой, барабана и вала барабана. Заводная пружина (рис. 13, а) представляет собой плоскую ленту спиральной или S-образной формы. Изготавливают пружину из специального сплава 40КНХМВТЮ или углеродистой стали А75, проходящей в дальнейшем специальную термическую обработку. Пружина располагается в закрытом барабане. Внутренний конец ее закреплен на крючке вала барабана, внешний — соединен с внутренней поверхностью корпуса и крышки барабана или с внутренней поверхностью стенки корпуса барабана. Барабан изготавливают из латуни ЛС63-3т, а затем его никелируют или золотят. Состоит барабан из корпуса (рис. 13, б) и крышки (рис. 13, в). На корпусе барабана с наружной стороны нарезан зубчатый венец. В зависимости от вида крепления заводной пружины в дне корпуса выполнено прямоугольное отверстие для установки накладки или на корпусе с внутренней стороны имеется фрезеровка — замок. В крышке барабана также может быть выполнено отверстие для крепления мечевидной накладки.

Вал барабана (рис. 13, *г*) изготавливают из стали А75 с последующей термической обработкой. Он имеет две цилиндрические цапфы. На утолщенной части вала фрезеруется специальный крючок для крепления внутреннего витка пружины. Верхняя цапфа заканчивается квадратной частью, на которую устанавливается барабанное колесо. В торцевой части вала имеется отверстие с резьбой для привертывания барабанного колеса винтом. Вал барабана должен свободно

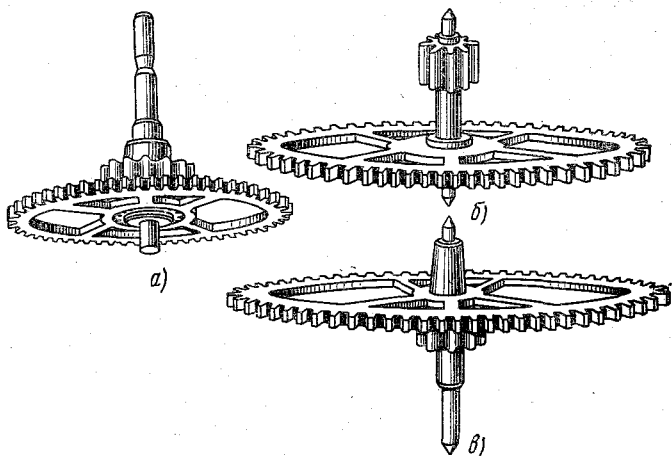


Рис. 14. Детали основной колесной системы:  
*а* — центральное колесо с трибом, *б* — промежуточное колесо с трибом, *в* — секундное колесо с трибом

вращаться относительно его корпуса и крышки. Верхняя и нижняя цапфы при сборке входят в отверстия платины и барабанного моста.

**Детали колесной системы.** Колесная система состоит из зубчатых колес, входящих в зацепление с другими зубчатыми колесами — т р и б а м и, имеющими меньше 20 зубьев. Трибы обычно изготавливают за одно целое с осью. В состав колесной системы механических часов входят центральное колесо с трибом (рис. 14, *а*), промежуточное колесо с трибом (рис. 14, *б*), секундное колесо с трибом (рис. 14, *в*) и триб анкерного колеса. При более сложной кинематической схеме в колесную систему часов входят дополнительные или передаточные колеса. Вращение передается от колеса на триб, т. е. с повышением скорости вращения.

В электронно-механических часах вращение передается от триба к колесу, т. е. с понижением скорости вращения от

триба ротора через центральное колесо с трибом, промежуточное колесо с трибом, передаточное колесо с трибом и секундное колесо с трибом на стрелки.

В зависимости от конструкции часов и их кинематической схемы, наличия и расположения секундной стрелки конструкция колес и трибов может быть различной. Обычно колесо неподвижно соединено с соответствующим трибом.

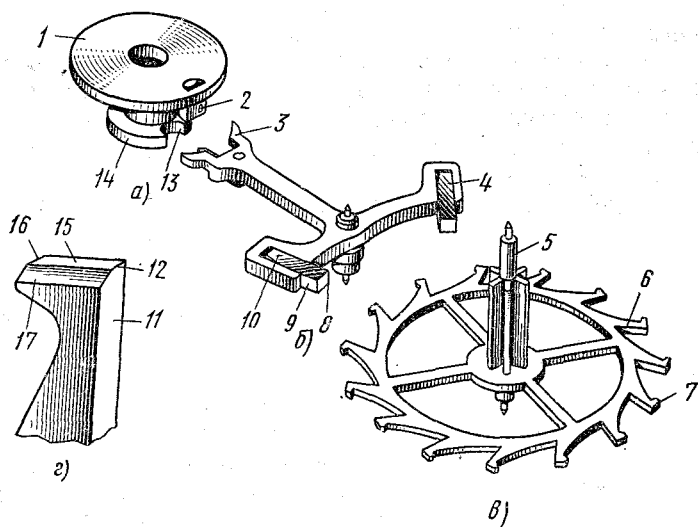


Рис. 15. Детали анкерного хода:

*а* — двойной ролик, *б* — анкерная вилка, *в* — анкерное колесо, *г* — форма зуба анкерного колеса; 1 — импульсный ролик, 2 — импульсный камень, 3 — рожки, 4, 10 — палеты, 5 — триб, 6 — колесо, 7 — зуб, 8 — плоскость импульса палеты, 9 — плоскость покоя палеты, 11 — плоскость покоя зуба, 12 — носик зуба, 13 — выемка в двойном ролике под копые, 14 — предохранительный ролик, 15 — плоскость импульса зуба, 16 — пятка зуба, 17 — фаска зуба

Для уменьшения потерь на трение в зацеплении и износа деталей колеса и трибы изготавливают из разных материалов: колеса из латуни ЛС63-3т с последующим золочением или никелированием, а трибы из стали А75 с последующей термообработкой и полированием.

**Детали анкерного хода.** К деталям анкерного хода относятся анкерное колесо, анкерная вилка с осью, копьем и палетами, двойной ролик с импульсным камнем, ограничительные штифты (рис. 15).

Детали хода монтируют между платиной и мостами, двойной ролик напрессован на ось баланса.

**Двойной ролик** (рис. 15, *а*) так назван потому,

что состоит из импульсного ролика 1, несущего рубиновый импульсный камень 2 (эллипс), и предохранительного ролика 14 с выемкой 13.

Импульсный камень служит для освобождения анкерной вилки и передачи энергии от вилки к балансу.

Двойной ролик напрессовывают на ось баланса.

Анкерную вилку (рис. 15, б) изготавливают из высококачественной инструментальной стали У10А. Она имеет два плеча, в которые вставляют две палеты 4, 10 из искусственного рубина: палету входа и палету выхода. Каждая палета имеет хорошо отполированные рабочие плоскости импульса 8 и покоя 9. Хвостовая часть вилки имеет полированный паз, копые и два рожка. Анкерную вилку напрессовывают на ось.

В одних конструкциях имеются ограничительные штифты, в других предусмотрены ограничительные выступы в платине или в мосту, которые определяют угол поворота анкерной вилки при работе хода.

Анкерное колесо изготавливают из высококачественной инструментальной стали У10А с последующей закалкой.

Анкерное колесо (рис. 15, в) обычно имеет 15 зубьев. Зуб колеса (рис. 15, г) имеет две рабочие плоскости: плоскость импульса 15 и плоскость покоя 11. С боковой стороны с поверхности импульса снята фаска 17 (0,6—0,7 толщины зуба). Плоскости импульса и покоя должны иметь ровную полированную поверхность.

**Детали системы баланс—спираль.** Балансовый регулятор состоит из баланса с осью, спирали, колодки и колонки (рис. 16, е). Баланс представляет собой обод с перекладной (рис. 16, а), изготовленных как одно целое. Наиболее распространен баланс без винтов, имеющий перекладину с тремя спицами. В центре перекладки имеется отверстие, в которое запрессована ось баланса (рис. 16, б). Цапфы баланса полируют, а переход от цапфы к утолщенной части делают по плавной кривой и также полируют. Полированные пятки цапф оси баланса имеют сферическую форму.

В отдельных конструкциях часов могут встречаться и балансы, в обод которых ввернуты регулировочные винты. Чтобы облегчить регулировку часов с такими балансами, головки винтов могут иметь различные размеры. Под уменьшенные головки (расположенные диаметрально) подкладывают регулировочные шайбы.

Балансы изготавливают из латуни марки ЛС63-3т или нейзильбера НМЦС-16-22-1, 8ПТ; винты из того же мате-

риала, что и обод. Обод баланса золотят. Ось баланса изготовляют из стали У10А с последующей термообработкой и полированием.

С п и р а л ь (рис. 16, в) имеет форму спирали Архимеда. Внутренний конец ее закреплен в колодке (рис. 16, г), а внешний — в колонке (рис. 16, д). В колодке имеется прорезь, благодаря которой колодку можно надевать frictionно на ось баланса и поворачивать на оси. К о л о н к а

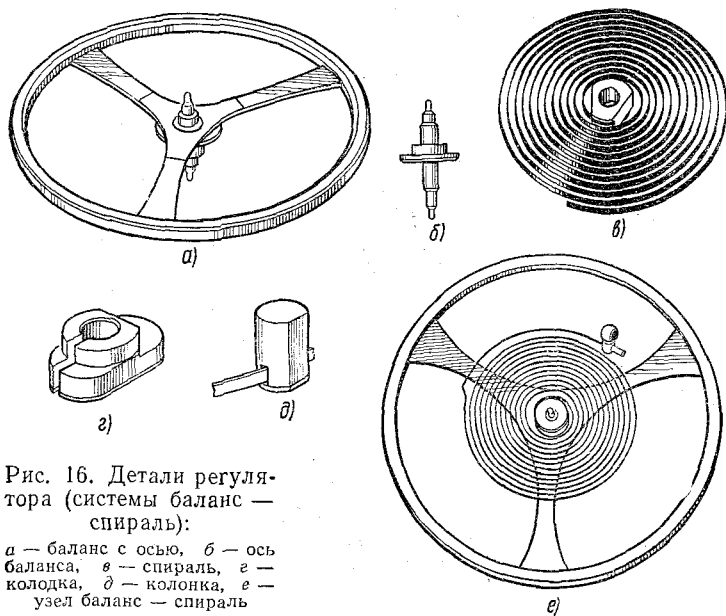


Рис. 16. Детали регулятора (системы баланс — спираль):

а — баланс с осью, б — ось баланса, в — спираль, г — колодка, д — колонка, е — узел баланс — спираль

закрепляется в отверстии моста баланса. Спираль изготовляют из специального железоникелевого сплава 42НХТЮА с последующей термообработкой (термофиксацией), колонку из стали А75, а колодку из латуни ЛС63-3т с последующим золочением или никелированием.

Детали механизма заводки часов и перевода стрелок (ремонтюара). Механизм заводки часов и перевода стрелок состоит из заводной головки, заводного вала, заводного триба, кулачковой муфты, заводного колеса, барабанного колеса, собачки, заводного и переводного рычагов, фиксатора или моста ремонтюара, собачки с пружинкой, переводных колес, заводного рычага и пружинки (рис. 17).

З а в о д н а я г о л о в к а (рис. 17, а) изготовлена из того же материала, что и корпусное кольцо. Для ее изготов-

ления применяют латунь, нейзильбер, нержавеющей сталь. В зависимости от покрытия корпуса она может быть покрыта хромом или золотом. По окружности заводной головки выполнена специальная зубчатая накатка для удобства завода часов и перевода стрелок.

В торцовой части втулки заводной головки имеется резьбовое отверстие для соединения ее с заводным валом.

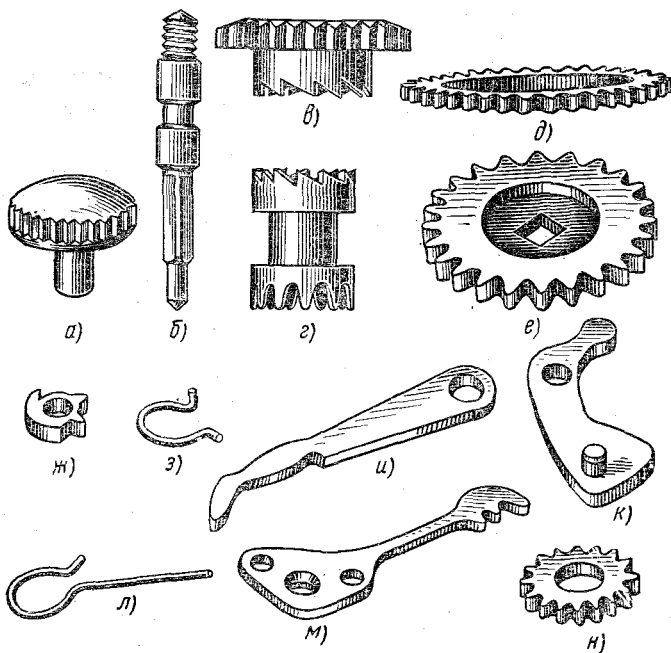


Рис. 17. Детали механизма заводки часов и перевода стрелок:

*а* — заводная головка, *б* — заводной вал, *в* — заводной триб, *г* — кулачковая муфта, *д* — заводное колесо, *е* — барабанное колесо, *ж* — собачка, *з* — пружинка собачки, *и* — заводной рычаг, *к* — переводной рычаг, *л* — пружинка заводного рычага, *м* — фиксатор, *н* — переводное колесо

Заводной вал (рис. 17, б) изготовлен из стали А75 с последующей термообработкой или из нержавеющей стали 25Х13Н2. Вал имеет цилиндрическую и граненую части.

В проточку цилиндрической части заводного вала входит «носик» переводного рычага.

Направляющая (цилиндрическая) часть вала входит с зазором в отверстие платины.

На квадратную часть вала надевают кулачковую муфту, на цилиндрическую часть — заводной триб.

З а в о д н о й т р и б (рис. 17, в) изготовлен из стали У10А с последующей термообработкой. Заводной триб имеет модульные и косые зубья.

Модульные зубья расположены на торцевой части триба. Модульными (торцовыми) зубьями заводной триб входит в зацепление с заводным колесом. С другой стороны триба расположены косые зубья, которые воспринимают действие кулачковой муфты.

К у л а ч к о в а я м у ф т а (рис. 17, г) изготовлена из стали марки У10А с последующей термообработкой. В кулачковой муфте имеется сквозное квадратное отверстие, которым ее надевают на квадратную часть заводного вала. Муфта может свободно перемещаться вдоль вала.

На торцах кулачковой муфты имеются модульные и косые зубья, при помощи которых она передает вращение: косыми зубьями — заводному трибу и модульными зубьями — переводным колесам.

З а в о д н о е к о л е с о (рис. 17, д) изготовлено из стали У10А с последующей термообработкой. По наружной части колеса расположены зубья. Конструкция заводных колес в зависимости от модели часов может быть различной. Чаще всего заводное колесо крепят специальной накладкой, надеваемой на колонку, к барабанному мосту двумя винтами.

Иногда заводные колеса надевают на специальные втулки, расположенные на барабанном мосту, и крепят к ним винтами. При таком креплении винты часто имеют левую резьбу, чтобы отличать такие винты, на их головках сделан не один шлиц, а три. Лицевую плоскость заводного колеса и накладку лучуют, а фаску колеса полируют. Лучевание — нанесение рисок в виде лучей на поверхность часовой детали.

Б а р а б а н н о е к о л е с о (рис. 17, е) изготовлено из стали У10А с последующей термообработкой. Лицевую плоскость колеса лучуют, а фаску полируют. Барабанное колесо в центре имеет квадратное отверстие, в которое входит квадратная часть вала барабана. Колесо крепят к валу винтом.

Условия работы колесной системы заводки часов отличаются от условий работы основной колесной системы. Эти детали работают только периодически в момент заводки часов, передавая при этом значительные усилия.

С о б а ч к а (рис. 17, ж) изготовлена из стали У10А с



последующей термообработкой и отполирована. Собачку ее отверстием устанавливают на колонку барабанного моста и закрепляют на ней винтом. Форма собачки может быть различной: она может иметь от одного до трех зубьев. Собачка позволяет барабанному колесу при заводке вращаться только в одну сторону, т. е. при заводке она отходит в сторону. После заводки пружины собачка поворачивается под действием пружинки и зуб собачки входит между зубьями барабанного колеса, не давая ему вращаться.

**П р у ж и н к а с о б а ч к и** (рис. 17, з) изготовлена из стальной проволоки. В зависимости от конструкции собачки форма пружинки может быть различной. Пружинка работает только во время заводки часов. Нажимая на штифт, пружинка собачки заставляет перескакивать первый зуб собачки с зуба на зуб барабанного колеса. В то время когда начинают работать другие зубья собачки, пружина не касается штифта собачки и не работает.

**З а в о д н о й и п е р е в о д н о й р ы ч а г и** (рис. 17, и, к) изготовляют из стали У10А.

Заводной рычаг его цилиндрическим отверстием устанавливают на специальный штифт, расположенный в платине с циферблатной стороны, «носик» заводного рычага расположен в проточке кулачковой муфты. Пружинка заводного рычага (рис. 17, л) прижимает его к кулачковой муфте.

Переводной рычаг устанавливают на ось переводного рычага. Конец переводного рычага находится в проточке заводного вала.

Ось переводного рычага с помощью пружины и винта крепят к платине. Ось переводного рычага может при нажиме перемещаться; при этом переводной рычаг выходит из проточки заводного вала, освобождая его.

Переводной рычаг имеет штифт, который расположен в специальных впадинах фиксатора.

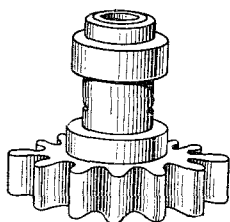
**Ф и к с а т о р** (рис. 17, м) изготовлен из стали У10А. Он служит для фиксации переводного рычага при заводке часов и переводе стрелок, а также является мостом для крепления деталей переводного механизма. Фиксатор имеет специальные впадины для фиксации штифта переводного рычага. К платине фиксатор крепят винтами.

**П е р е в о д н ы е к о л е с а** (рис. 17, н) изготовлены из стали У10А с последующей термической обработкой. По наружному диаметру колес расположены модульные зубья. Колеса устанавливают на специальные колонки, расположенные в платине. Для уменьшения трения переводных

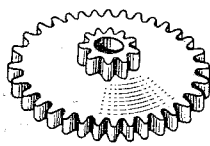
колес о платину на ней сделаны специальные кольцевые выступы. Для уменьшения трения переводных колес на колонках отверстие их придают специальную форму.

**Детали стрелочного механизма.** Стрелочный механизм состоит из триба минутной стрелки, минутного (вексельного) колеса с трибом, часового колеса и фольги.

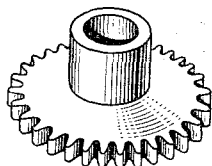
Триб минутной стрелки (рис. 18, а) изготавливают из стали У10А с последующей термообработкой. Триб имеет зубчатый венец с модульными зубьями, проточку под обжимку, посадочное место для минутной стрелки. В центре триба расположено отверстие, которым триб надевают на длинную цапфу центрального триба. Обжимая проточку триба, создают фрикционное соединение триба минутной стрелки с центральным трибом. Такое соединение позволяет ему поворачиваться относительно центрального триба при переводе стрелок и вращаться вместе с ним во время работы часового механизма. Два цилиндрических пояска служат направляющими для свободно вращающегося на трибе часового колеса.



а)



б)



в)

Рис. 18. Детали стрелочного механизма:

а — триб минутной стрелки, б — минутное колесо с трибом, в — часовое колесо

Триб изготавливают из стали А75. Минутное колесо вращается на колонке платины или штифте, запрессованном в платине. При работе минутное колесо передает усилие от триба минутной стрелки через свой триб на часовое колесо.

Часовое колесо (рис. 18, в) изготавливают из латуни ЛС63-3т и покрывают тонким слоем золота. Часовое колесо имеет зубчатый венец и гладкую цилиндрическую втулку, на которую плотно надевают часовую стрелку. Часовое колесо его цилиндрическим отверстием свободно надевают на цилиндрические направляющие триба минутной стрелки.

**Ф о л ь г у** изготавливают из тонкой латунной ленты. Она необходима для того, чтобы при работе механизма часовое колесо прижималось к трибу минутной стрелки и не выходило из зацепления с трибом минутного колеса.

**Детали электронно-механических наручных часов.** Кроме деталей, характерных для механических часов, в электронно-механических часах имеются и специальные детали.

В качестве электрического и с т о ч н и к а э н е р г и и (рис. 19, а) наиболее широко применяют гальванические элементы, которые называют элементами или батарейками. В зависимости от материала катода батарейки подразделя-

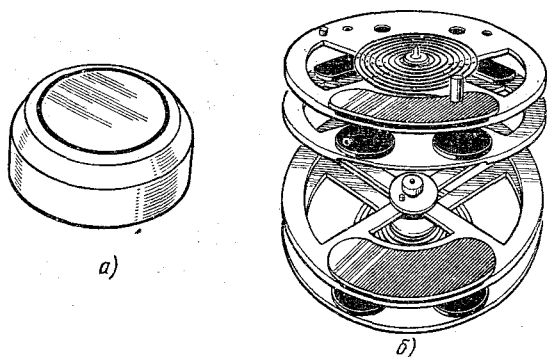


Рис. 19. Электрохимический источник питания (а) и баланс — спираль (б)

ют на ртутно-цинковые, серебряно-цинковые, марганцево-цинковые. Анодом в этих батарейках является цинк. Корпус батареек герметичный.

**Б а л а н с - с п и р а л ь** (рис. 19, б) представляет собой два диска, соединенных между собой осью баланса. На дисках баланса расположены постоянные магниты; с противоположной стороны имеются противовесы.

Внутренний конец спирали закреплен в колодке со специальной прорезью, посредством которой колодка фрикционно устанавливается на ось баланса. Внешний виток спирали закреплен в колонке. Спираль изготовлена из того же материала, что и спираль для механических часов.

**Шаговый двигатель со встроенными катушками** состоит из двух полуроторов, статора и катушек, число которых может быть различно, как и число магнитов на роторе. Полуроторы соединены между собой осью, на которой расположен триб. К электронному блоку

кварцевого генератора шаговый двигатель подключается проводниками с клеммами (рис. 20, а).

Шаговый двигатель с выносной катушкой (рис. 20, б) состоит из статора 2, ротора 3 с трибом и катушки 1 с сердечником. Для подключения катушки к блоку кварцевого генератора на ней имеются специальные контактные площадки 4.

Статор 2 изготовляют из магнитопроводящего материала — пермаллоя, обладающего хорошей магнитной прони-

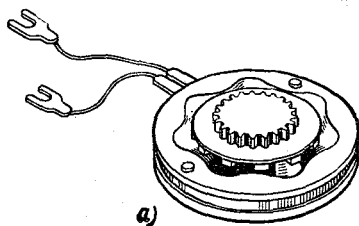
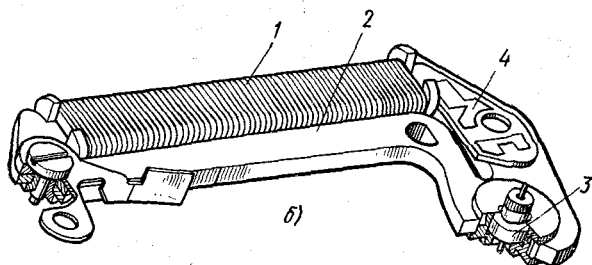


Рис. 20. Шаговые двигатели (а, б):

1 — катушка, 2 — статор, 3 — ротор, 4 — контактные площадки



цаемостью и достаточно высокой индукцией насыщения. Ротор 3 с трибом изготовляют из стали А75, магнит ротора выполняют из высокоэнергетического материала  $\text{SmCo}_5$  (самарий-кобальт), обладающего высокой коэрцитивной силой и достаточно малой удельной плотностью. Катушку 1 выполняют из медного провода с термопластическим слоем. Термослой при  $t=100^\circ\text{C}$  плавится, что позволяет плотно соединить витки между собой. Сердечник изготовляют, как и статор, из магнитомягкого материала — пермаллоя.

Блок кварцевого генератора (рис. 21, а) представляет собой специальную печатную плату, на которой расположены кварцевый резонатор, интегральная микросхема, подстроечный конденсатор (триммер).

Электрические соединения между радиоэлементами вы-

должны печатными проводниками. Печатная плата изготовлена из стеклотекстолита.

Триммер (рис. 21, в) представляет собой специальный конденсатор переменной емкости, служащий для подстройки частоты блока кварцевого генератора.

Токосъемники нижний и боковой (рис. 21, б) служат для передачи питания от источника на

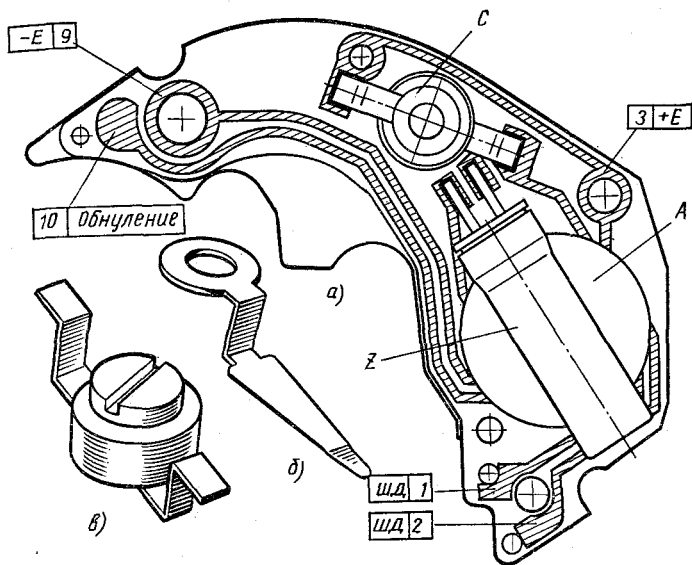


Рис. 21. Электронный блок (а), токосъемник (б) и триммер (в)

блок кварцевого генератора. Изготавливают токосъемники из бериллиевой бронзы с последующим золочением.

**Часовые камни.** Часовые камни по назначению разделяют на две группы:

1. Функциональные — если они служат для стабилизации трения или уменьшения скорости изнашивания контактирующих поверхностей деталей. К функциональным камням относят:

камни с отверстиями, служащие радиальными или осевыми опорами;

камни, способствующие передаче силы или движения; несколько камней (например, шариковые муфты для механизма подзавода), объединенные в один функциональный камень независимо от числа камней.

2. Нефункциональные — декоративные камни. К ним

относят: камни, закрывающие камневые отверстия, но не являющиеся осевой опорой; камни, служащие опорой часовых деталей (например, барабанное, передаточное колесо и т. п.).

При маркировке указывают только число функциональных камней или функциональных камневых опор. Изготавливают часовые камни из искусственного рубина.

Этот материал обладает высокой твердостью и износостойкостью, хорошо обрабатывается, поддается полирова-

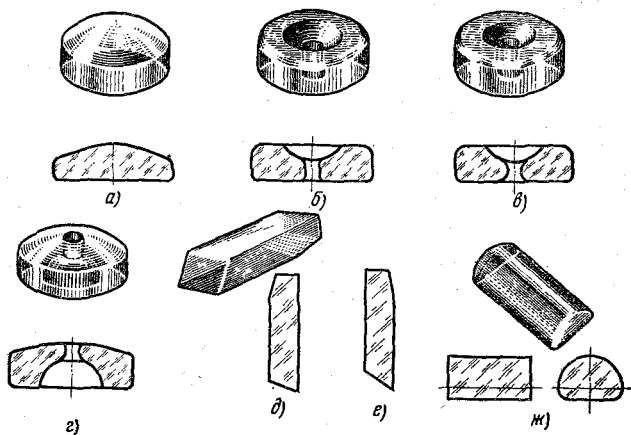


Рис. 22. Виды часовых камней:

*а* — накладные, *б, в* — сквозные с нецилиндрическим отверстием, *г* — сквозные сферические, *д* — палета входа, *е* — палета выхода, *ж* — импульсный

нию. Камни из искусственного рубина не окисляют и не разлагают часовое масло. Кроме того, этот материал имеет красивый внешний вид.

Из камней изготавливают палеты, импульсные камни, а также опоры для цапф трибов и осей.

Часовые камни длительное время могут удерживать смазку, обеспечивая стабильную работу часового механизма.

В часовом механизме применяют камни различной формы и размеров (рис. 22): накладные, сквозные, палеты, импульсные (эллипсы).

Накладные камни (рис. 22, *а*) применяют в качестве подпятников для снижения трения в опорах. Их ставят с обеих сторон оси баланса. Иногда накладные камни применяют и в качестве подпятников для осей анкерной вилки, анкерного триба и т. п.

Сквозные камни различной формы используют как подшипники для цапф осей и трибов. Цапфы трибов и осей колесной системы и механизма хода, как правило, имеют опорное заплешико, поэтому в сквозных камнях для них имеется цилиндрическое полированное отверстие (рис. 22, б, в).

Цапфы оси баланса, который совершает большое количество колебаний (432 000 полуколебаний в сутки), не имеют заплешика, поэтому в сквозных камнях для них отверстие имеет не цилиндрическую, а скругленную форму, так называемый оливож (рис. 22, г).

Во всех сквозных камнях есть специальное углубление, масленка, в которой удерживается часовое масло.

Чтобы камни не раскалывались, при запрессовке в сквозных камнях выполняют заходную фаску пулевидной формы. Усилие запрессовки увеличивается постепенно.

Палеты анкерной вилки также изготовляют из искусственного рубина. Палеты имеют форму прямоугольной призмы. По углу, образованному плоскостью импульса и плоскостью основания, они делятся на палеты входа (рис. 22, д) с более тупым углом и палеты выхода (рис. 22, е) с менее тупым углом. Заходная фаска палеты выхода находится против плоскости покоя, а заходная фаска палеты входа — на плоскости покоя.

Импульсный камень (эллипс) представляет собой цилиндрический штифт с сечением в виде срезанного эллипса. В часах он осуществляет взаимодействие баланса с анкерной вилкой.

В часах с обычной кинематической схемой применяется, как правило, от 15 до 17 камней. Изменение кинематической схемы и введение различных дополнительных устройств в часах увеличивает число камней, в некоторых конструкциях оно достигает 29 и более.

Все часовые камни выпускаются по ГОСТ 7137—65, который определяет форму камней, их размеры, чистоту поверхности, технические требования к ним и методы контроля.

### Контрольные вопросы

1. Для чего введена единая система наименования часов?
2. Что положено в основу индексации часов?
3. Что называется калибром и как его определить? Как определить калибр фасонного механизма?
4. Из каких основных частей состоит часовой механизм и каково их назначение?

### УСТРОЙСТВО НАРУЧНЫХ ЧАСОВ

Часовая промышленность выпускает различные виды наручных часов. С каждым годом их ассортимент пополняется новыми конструкциями. Все больше выпускается часов с различными дополнительными и защитными устройствами. Разработано много новых конструкций календарей (одинарных и двойных), автоподзаводов; выпускаются часы с сигнальным устройством и секундомером. В зависимости от калибра механизма наручные часы делятся на часы малого калибра и часы нормального калибра.

#### § 6. Наручные часы без секундной стрелки

Наручные часы малого калибра или часы с особо плоским механизмом (рис. 23) изготавливают без секундной стрелки. В барабане 13 размещена заводная пружина, которая является двигателем. Движение от барабана 13 передается на триб центрального колеса 10 и центральное колесо 11. Далее через триб 8 промежуточного колеса и промежуточное колесо 9 движение передается трибу секундного колеса 7 и секундному колесу 6.

С секундного колеса 6 движение передается трибу анкерного колеса 5 и анкерному колесу 4. Анкерное колесо 4 через анкерную вилку 3 передает импульс на баланс 2 со спиралью 1, поддерживая его колебания.

На трибе центрального колеса 10 фрикционно посажен триб минутной стрелки 25, на котором укреплена минутная стрелка 27. От триба минутной стрелки 25 через минутное колесо 23 и триб минутного колеса 24 движение передается часовому колесу 26, на втулке которого находится часовая стрелка 28.

Заводят часы и переводят стрелки заводной головкой 16. От нее через кулачковую муфту 20 и заводной триб 15 вращение передается заводному колесу 14 и барабанному колесу 12. При переводе стрелок заводную головку 16 оттягивают. При этом переводной рычаг 17, поворачиваясь, нажимает на заводной рычаг 19, который при повороте переместит кулачковую муфту 20 вдоль заводного вала 21. Кулачковая муфта 20 при этом входит в зацепление с переводным колесом 22, от которого через колесо 23, триб 24, часовое колесо 26 и триб минутной стрелки 25 движение передается на часовую 28 и минутную 27 стрелки.



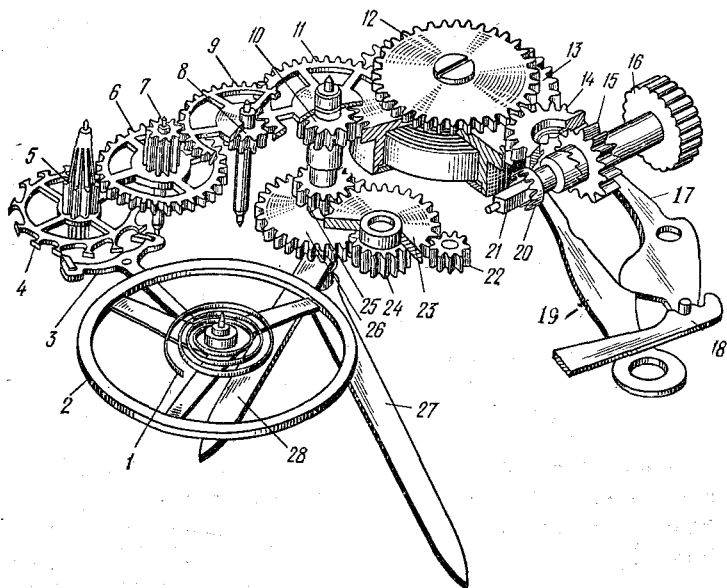


Рис. 23. Кинематическая схема:

1 — спираль, 2 — баланс, 3 — анкерная вилка, 4 — анкерное колесо, 5 — триб анкерного колеса, 6 — секундное колесо, 7 — триб секундного колеса, 8 — триб промежуточного колеса, 9 — промежуточное колесо, 10 — триб центрального колеса, 11 — колесо центральное, 12 — барабанное колесо, 13 — барабан, 14 — колесо заводное, 15 — триб заводной, 16 — головка заводная, 17 — переводной рычаг, 18 — фиксатор, 19 — заводной рычаг, 20 — кулачковая муфта, 21 — заводной вал, 22 — переводное колесо, 23 — минутное колесо, 24 — триб минутный, 25 — триб минутной стрелки, 26 — часовое колесо, 27 — стрелка минутная, 28 — стрелка часовая

## § 7. Наручные часы с боковой секундной стрелкой

Наиболее простыми по конструкции являются наручные часы с боковой секундной стрелкой. В наручных часах нормального калибра с боковой секундной стрелкой модели 2602 (рис. 24) двигателем является заводная пружина 4, помещенная в барабане 5. При раскручивании заводной пружины вращение барабана передается на триб центрального колеса 7 и центральное колесо 6. Далее через триб промежуточного колеса 8 и промежуточное колесо 9 движение передается на триб 10 секундного колеса 11, на котором укреплена секундная стрелка 16. С секундного колеса 11 движение передается на триб 12 анкерного колеса и анкерное колесо 15. Анкерное колесо через анкерную вилку 14 передает импульсы на баланс 13, поддерживая его колеба-

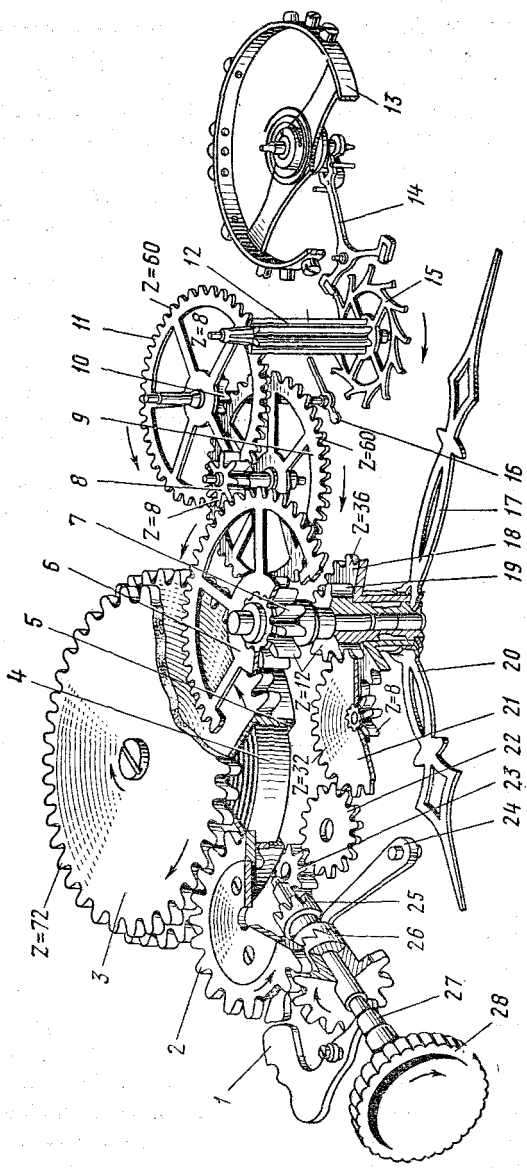


Рис. 24. Кинематическая схема наручных часов с боковой секундной стрелкой:

1 — передний рычаг, 2 — заводное колесо, 3 — барабанное колесо, 4 — заводная пружина, 5 — барабан, 6 — центральное колесо, 7 — триб центрального колеса, 8 — триб промежуточного колеса, 9 — промежуточное колесо, 10 — триб секундного колеса, 11 — триб анкерного колеса, 12 — триб анкерного колеса, 13 — баланс со спиралью, 14 — анкерная вилка, 15 — анкерное колесо, 16 — секундная стрелка, 17 — минутная стрелка, 18 — часовое колесо, 19 — триб минутной стрелки, 20 — часовая стрелка, 21 — минутное колесо, 22, 23 — передовые колеса, 24 — заводной рычаг, 25 — кулачковая муфта, 26 — заводной триб, 27 — заводной вал, 28 — заводная головка

ния. На триб 7 центрального колеса фрикционно насажен триб 19 с минутной стрелкой 17. С триба минутной стрелки через минутное колесо 21 и его триб движение передается часовому колесу 18 с часовой стрелкой. Для того чтобы завести часы, надо вращать заводную головку.

Заводная головка 1 (рис. 25, а) навинчена на заводной вал 2. На его квадратной части находится кулачковая муфта 4, а на цилиндрической — заводной триб 3. В паз кулачковой муфты входит заводной рычаг 12, который под

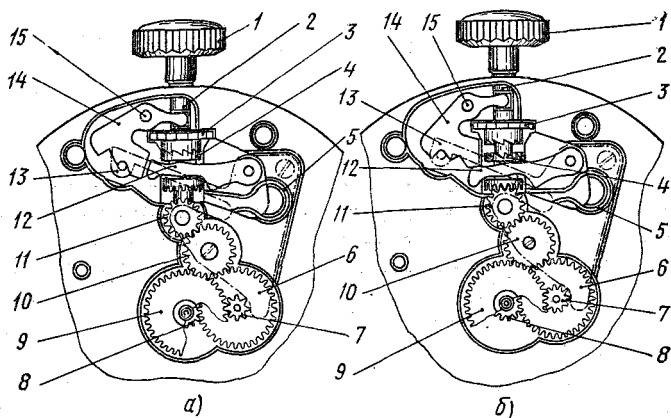


Рис. 25. Схема механизма заводки перевода стрелок часов с боковой секундной стрелкой:

а — механизм во время заводки, б — механизм во время перевода стрелок; 1 — заводная головка, 2 — заводной вал, 3 — заводной триб, 4 — кулачковая муфта, 5 — пружина заводного рычага, 6 — минутное колесо, 7 — триб минутного колеса, 8 — триб минутной стрелки, 9 — часовое колесо, 10, 11 — переводные колеса, 12 — заводной рычаг, 13 — фиксатор, 14 — переводной рычаг, 15 — ось рычага переводного

действием пружины 5 удерживает кулачковую муфту в зацеплении с заводным трибом 3.

При вращении заводной головки вращается заводной вал с кулачковой муфтой 4, передающей вращение заводному трибу 3. С заводного триба движение передается заводному колесу и далее на барабанное колесо, которое надето на квадрат вала барабана 2 (рис. 26). Вал барабана имеет крючок 4, на котором закреплен внутренний виток заводной пружины 3. При вращении барабанного колеса пружина накручивается на вал барабана. Когда часы заведены и пружина раскручивается, крутящий момент передается барабану с зубчатым венцом. Вал барабана, барабанное колесо, заводное колесо и заводной триб остаются

неподвижными. Барабанное колесо может вращаться только в одном направлении, движению в обратную сторону препятствует стопорное устройство (рис. 27).

При заводке пружины зубья собачки 2 выходят из зацепления с барабанным колесом 1, по окончании заводки под действием пружины 3 они входят в зацепление с барабанным колесом и стопорят его.

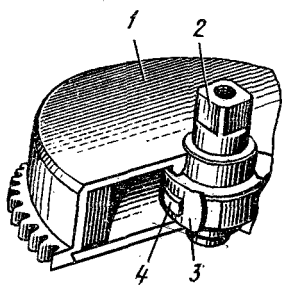


Рис. 26. Крепление внутреннего конца пружины на валу барабана:

1 — барабан, 2 — вал барабана, 3 — заводная пружина, 4 — крючок вала барабана

Для установки стрелок нужно вытянуть заводную головку 1 (см. рис. 25, б) до фиксированного положения. Фиксатор 13 препятствует произвольному переключению переводного рычага из положения «заводка» в положение «перевод» и обратно. При этом переводной рычаг 14 повернется вокруг своей оси 15, так как конец переводного рычага находится в проточке заводного вала 2. Другой конец переводного рычага, преодолев усилие фиксатора 13, повернет заводной рычаг 12, который передвинет кулачковую муфту 4 вдоль заводного валика. Кулачковая муфта при этом войдет в зацепление с переводным колесом 11. Через

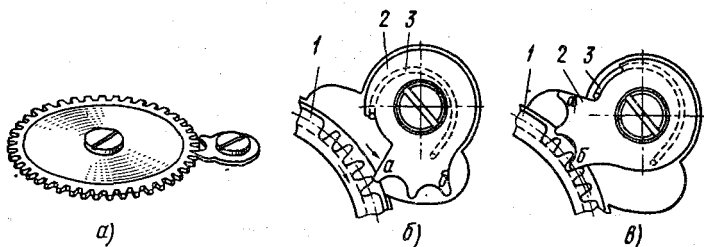


Рис. 27. Стопорное устройство (собачка):

а — общий вид, б — положение собачки при заводке часов, в — положение собачки при работе механизма; 1 — барабанное колесо, 2 — собачка, 3 — пружина собачки

переводные колеса 11 и 10, колесо 6 и триб минутной стрелки 8 движение передается минутной стрелке. Триб минутной стрелки 8 соединен с осью центрального триба фрикционно. Поэтому при переводе стрелок триб 8 поворачивается относительно центрального триба. Триб вексельного колеса 7 вращает часовое колесо 9, которое свободно сидит

на трибе минутной стрелки, следовательно, часовая стрелка также совершает движение.

Когда заводной вал возвращают в исходное положение, заводной рычаг 12 под действием пружины 5 поворачивается, перемещая кулачковую муфту вдоль заводного вала, в сторону заводного триба 3.

## § 8. Наручные часы с центральной секундной стрелкой

Большое распространение получили наручные часы с центральной секундной стрелкой, так как при наличии большой центральной секундной стрелки удобно наблюдать

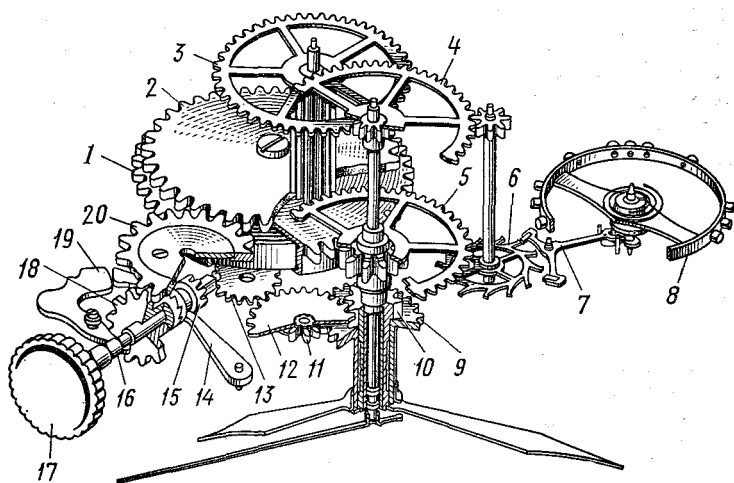


Рис. 28. Кинематическая схема часов нормального калибра с центральной секундной стрелкой:

1 — барабан, 2 — заводное колесо, 3 — промежуточное колесо, 4 — секундное колесо, 5 — центральное колесо, 6 — анкерное колесо, 7 — анкерная вилка, 8 — баланс, 9 — часовое колесо, 10 — триб минутной стрелки, 11 — триб вексельного колеса, 12 — вексельное колесо, 13 — переводное колесо, 14 — заводной рычаг, 15 — кулачковая муфта, 16 — заводной вал, 17 — заводная головка, 18 — заводной триб, 19 — переводной рычаг, 20 — заводное колесо

за различными процессами; расположение секундной стрелки в центре придает часам более интересный внешний вид.

На рис. 28 изображена так называемая прямая кинематическая схема наручных часов нормального калибра с центральной секундной стрелкой модели 2608. Двигателем в этих часах является заводная пружина, закрепленная в барабане 1. От барабана движение передается на триб

центрального колеса 5, далее на триб промежуточного колеса 3 и триб секундного колеса 4, который расположен в центре механизма и проходит через отверстие триба центрального колеса. Затем от секундного колеса 4 движение передается трибу анкерного колеса 6. Анкерное колесо передает движение анкерной вилке 7, через которую на баланс 8 подаются импульсы, поддерживающие его колебания. Триб минутной стрелки 10 фрикционно посажен на трибе центрального колеса и вращается вместе с ним. На трибе минутной стрелки укреплена минутная стрелка. От триба минутной стрелки через колесо 12 и триб минутного колеса 11 движение передается часовому колесу 9, на трубке которого находится часовая стрелка. Механизм заводки часов и перевода стрелок работает аналогично механизму часов с боковой секундной стрелкой (см. § 7).

При прямой схеме общая высота механизма получается относительно большой.

Чтобы уменьшить высоту механизма, делают более тонкие платину, мосты, барабан, колеса, уменьшают вертикальные зазоры между деталями. Но при этом сборка часов усложняется, а надежность их уменьшается. Уменьшить высоту часового механизма можно также за счет изменения кинематических колес.

На рис. 29 изображена кинематическая схема наручных часов нормального калибра (модель 2609Н). Особенностью этих часов является кинематическая схема, состоящая из 4 зубчатых пар; заводная пружина S-образной формы, увеличивающая продолжительность хода часов от одной полной заводки; баланс безвинтовой с плоской спиралью, внутренний конец которой закрепляется в уравновешенной колодке, а наружный — в колонке спирали. Колонка спирали поворотная. Период колебания баланса 0,33 с. Часы с уменьшенным периодом колебаний баланса менее чувствительны к внешним помехам и обладают более стабильной точностью хода. Этот механизм является базовой моделью для различных модификаций часов с дополнительными устройствами — с автоподзаводом, одинарным и двойным календарями.

На циферблатной стороне платины предусмотрены все необходимые расточки для монтажа календарного устройства.

Автоматический подзавод отдельным блоком может быть смонтирован на этом базовом механизме.

Движение от барабана 23 к спусковому регулятору-балансу 18 со спиралью передается по аналогичной схеме

часов нормального калибра с центральной секундной стрелкой, изображенных на рис. 28.

Мужские наручные часы «Слава» нормального калибра (модель 2409) выпускают с двумя барабанами, в которых закрепляют две заводные пружины меньшего сечения, что позволяет увеличить продолжительность хода часов

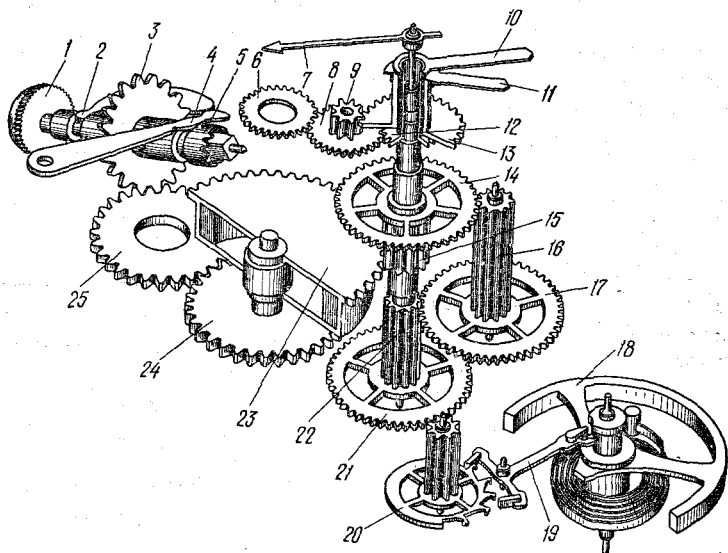


Рис. 29. Кинематическая схема часов нормального калибра с центральной секундной стрелкой:

1 — заводная головка, 2 — заводной рычаг, 3 — заводной триб, 4 — переводной рычаг, 5 — кулачковая муфта, 6 — переводное колесо, 7 — секундная стрелка, 8 — веcсельное колесо, 9 — триб минутного колеса, 10 — минутная стрелка, 11 — часовая стрелка, 12 — триб минутной стрелки, 13 — колесо часовое, 14 — колесо центральное, 15 — триб колеса центрального, 16 — триб колеса промежуточного, 17 — колесо промежуточное, 18 — баланс, 19 — анкерная вилка, 20 — анкерное колесо с трибом, 21 — секундное колесо, 22 — триб секундного колеса, 23 — барабан, 24 — барабанное колесо, 25 — заводное колесо

(рис. 30). Суммарный крутящий момент обеих пружин обеспечивает нормальную работу механизма.

От барабана 14 движение через передаточный триб 15 передается второму барабану 4. От барабана 4 через передаточное колесо 3 движение передается трибу 2 и колесу 1, далее через триб 31 и промежуточное колесо 30 на триб 29 и секундное колесо 27. На трибе секундного колеса укреплена секундная стрелка 24. С секундного колеса движение передается трибу 18, анкерному колесу 19 и анкерной вилке 17, которая сообщает импульсы балансу 16. Триб промежуточного колеса находится в зацеплении с колесом 23.

На трибе минутной стрелки 26 расположена минутная стрелка 25. Фрикционное соединение колеса 23 с трибом 26 позволяет осуществлять перевод стрелок.

На рис. 31 изображена кинематическая схема часов модели 2209.

Для создания такого плоского механизма использована специальная кинематическая схема, в которой центральное

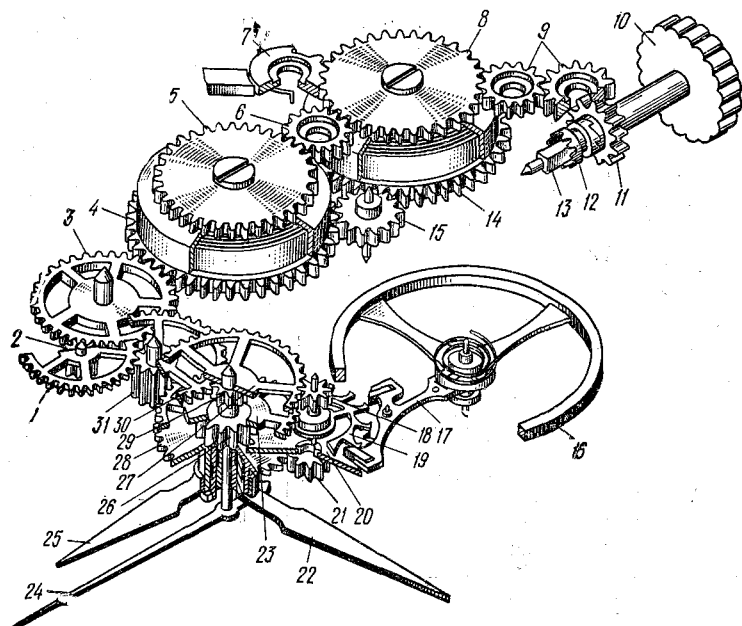


Рис. 30. Кинематическая схема часов с двумя барабанами:

1 — центральное колесо, 2 — триб центрального колеса, 3 — передаточное колесо, 4 — второй барабан, 5, 8 — барабанные колеса, 6 — заводное передаточное колесо, 7 — собачка, 9 — заводные колеса, 10 — заводная головка, 11 — заводной триб, 12 — кулачковая муфта, 13 — заводной вал, 14 — первый барабан, 15 — передаточный триб, 16 — баланс со спиралью, 17 — анкерная вилка, 18 — триб анкерного колеса, 19 — анкерное колесо, 20 — вексельное колесо, 21 — триб вексельного колеса, 22 — минутная стрелка, 23 — фрикционные колеса, 24 — секундная стрелка, 25 — часовая стрелка, 26 — триб минутной стрелки, 27 — секундное колесо, 28 — часовое колесо, 29 — триб секундного колеса, 30 — промежуточное колесо, 31 — триб промежуточного колеса

колесо заменено двумя передаточными колесами, а узел промежуточного колеса состоит из двух спаренных колес, из которых верхнее жестко связано с промежуточным трибом и передает движение секундному трибу, расположенному в центре механизма. Нижнее промежуточное колесо, свободно сидящее на трибе, передает движение от центрального секундного триба на триб секундного колеса. Кроме



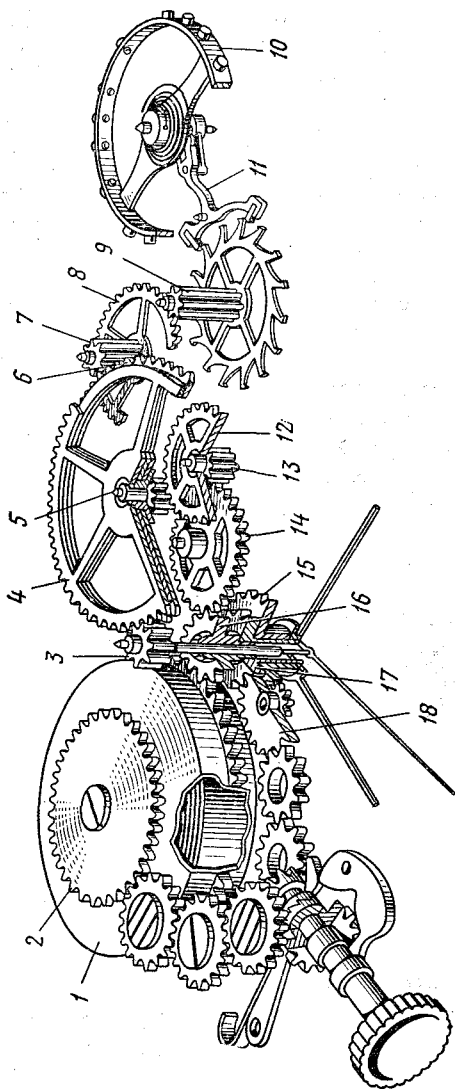


Рис. 31. Кинематическая схема плоских часов нормального калибра:

1 — барабан, 2 — барабанное колесо, 3 — центральное колесо, 4 — промежуточное колесо, 5 — триб промежуточного колеса, 6 — промежуточное колесо (свободное) 7 — секундный триб, 8 — секундное колесо, 9 — анкерный триб, 10 — баланс, 11 — анкерная вилка, 12 — второе передаточное колесо, 13 — триб второго передаточного колеса, 14 — первое передаточное колесо, 15 — часовое колесо, 16 — центральное колесо, 17 — триб минутной стрелки, 18 — минутное колесо

того, исключена импульсная часть двойного ролика, а импульсный камень запрессован непосредственно в перекладине баланса (рис. 32). Регулятор закреплен в выточке моста баланса. Пружинка противоударного устройства крепится в кольцевой проточке моста баланса. Такое конструктивное решение позволило при создании нормальных осевых зазоров механизма довести его высоту до 2,9 мм.

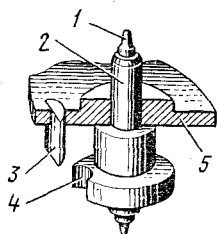


Рис. 32. Расположение импульсного камня в перекладине баланса: 1 — цапфа оси баланса, 2 — ось баланса, 3 — импульсный камень, 4 — паз для копия, 5 — перекладина баланса

Движение от барабана 1 (см. рис. 31) передается трибу 16, от него через первое передаточное колесо 14 на триб 13 второго передаточного колеса. Второе передаточное колесо 12 передает движение промежуточному трибу 5 с двойным промежуточным колесом. Колесо 4 закреплено на промежуточном трибе неподвижно, а колесо 6 посажено свободно, поэтому промежуточное колесо 4 передает движение центральному секунднему трибу 3, на оси которого укреплена секундная стрелка, а колесо 6 передает движение от центрального секундного триба на секундный триб 7.

С секундного триба 7 через секундное колесо 8 движение передается на анкерный триб 9 с анкерным колесом, которое входит в зацепление с анкерной вилкой 11, сообщающей колебания балансу 10.

На центральный триб со стороны циферблата насажен триб 17 с минутной стрелкой. От триба минутной стрелки движение передается на часовое колесо через колесо 18 с трибом. В этом механизме над барабаном и под ним располагаются только барабанное колесо 2 и часовое колесо 15.

На центральный триб со стороны циферблата насажен триб 17 с минутной стрелкой. От триба минутной стрелки движение передается на часовое колесо через колесо 18 с трибом. В этом механизме над барабаном и под ним располагаются только барабанное колесо 2 и часовое колесо 15.

## § 9. Часы с календарным устройством

В последнее время как в мужских, так и в женских наручных часах стали широко применяться автоматические календарные устройства.

Различают два вида календарных устройств: с показанием даты в окошке циферблата и на дополнительной шкале циферблата.

Простым устройством является календарь, показывающий только число месяца, день недели или название месяца.

Более сложным являются календарные устройства, показывающие одновременно две или более календарные по-

зиции. Наиболее распространены календарные устройства с цифровым показанием чисел месяца в окошке циферблата.

Календарное устройство располагается на платине часового механизма под циферблатом. Время, в течение которого происходит смена показаний календарного устройства, называется продолжительностью действия календарного устройства.

По скорости смены показаний календарные устройства бывают мгновенного и затяжного действия.

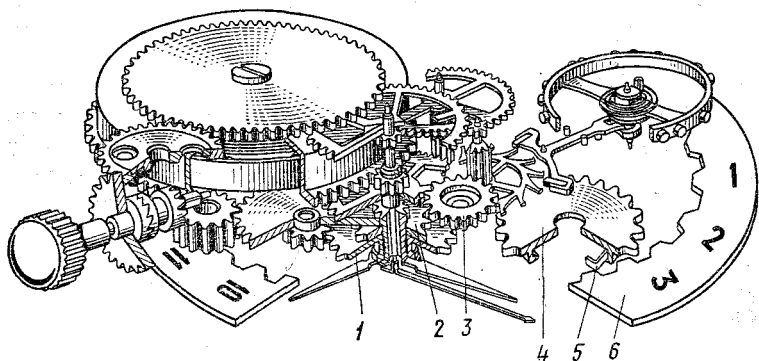


Рис. 33. Кинематическая схема часов с календарным устройством немгновенного действия с показанием чисел месяца в окне циферблата:

1 — часовое колесо, 2 — первое колесо календаря, 3 — второе колесо календаря, 4 — суточное колесо, 5 — пружина, 6 — диск календаря

Календарное устройство (рис. 33) с показанием числа месяца в окошке циферблата использовано в часах «Полет» (модель 2414) с прямой кинематической схемой.

Календарное устройство работает следующим образом. На трубку часового колеса 1 с нижней стороны напрессовано первое колесо календаря 2, с которого движение передается на второе колесо календаря 3. Оно находится в зацеплении с суточным колесом 4 календаря, которое делает один оборот за сутки.

Передача движения от суточного колеса на календарный диск 6 осуществляется с помощью переводной пружины 5. Календарный диск 6 имеет с внутренней стороны 31 зуб трапецеидальной формы, с которыми входит в зацепление пружина 5.

В устройстве предусмотрен рычаг с пружиной (на рисунке не показаны), чтобы фиксировать календарный диск при каждом повороте.

Передаточное число  $u$  календарного устройства подсчитывается по формуле  $u = z_1/z_2 \cdot z_2/z_3 \cdot 1/z_4 = 19/19 \cdot 19/38 \cdot 1/31 = 1/62$ , где  $z_1 = 19$  — число зубьев первого колеса календаря;  $z_2 = 19$  — число зубьев второго колеса календаря;  $z_3 = 38$  — число зубьев суточного колеса,  $z_4 = 31$  — число зубьев календарного диска.

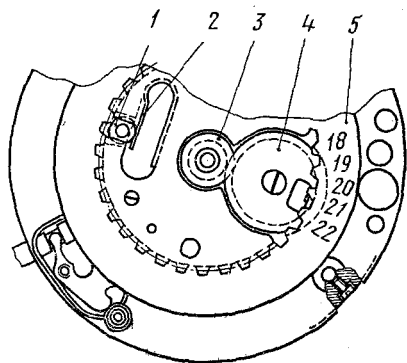


Рис. 34. Схема календарного устройства часов «Восток»:

1 — кулачок, 2 — пружина, 3 — колесо, 4 — суточное колесо, 5 — диск календаря

диска 5 и поворачивает его, осуществляя смену чисел месяца.

Кулачок 1 с пружиной 2 фиксирует календарный диск в каждом новом положении.

Передаточное число этого календарного устройства определяется по формуле:  $u = z_1/z_2 \cdot 1/z_3 = 24/48 \cdot 1/31 = 1/62$ .

Цифровой календарь часов «Восток» модели 2214 (рис. 34) имеет другое устройство. Колесо 3 посажено на трубку часового колеса (на рисунке не показано) и входит в зацепление с суточным колесом 4.

На суточном колесе имеется выступ, который входит в зацепление с зубьями календарного

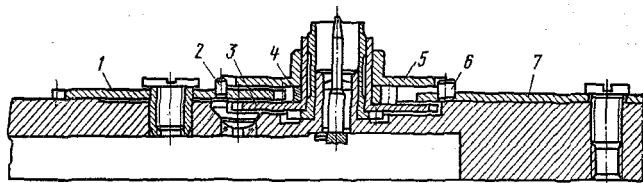


Рис. 35. Схема календарного устройства со стрелочным указателем:

1 — второе колесо календаря, 2 — штифт, 3 — часовое колесо, 4 — первое колесо календаря, 5 — колесо стрелки календаря, 6 — штифт, 7 — фиксатор

В некоторых часах устанавливают календарное устройство со стрелочным указателем числа месяца (рис. 35). На трубку часового колеса 3 напрессовано первое колесо календаря 4, которое входит в зацепление со вторым колесом календаря 1.

Штифт 2, укрепленный на втором колесе календаря, вхо-

дит в зацепление с колесом стрелки 5. Передаточное число этого устройства определяется по формуле  $i = 19/38 \cdot 1/31 = 1/62$ , где 19, 31 и 38 — числа зубьев колес.

Колесо 5 со стрелкой календаря расположено в центре. Оно свободно сидит на часовом колесе и в каждом новом

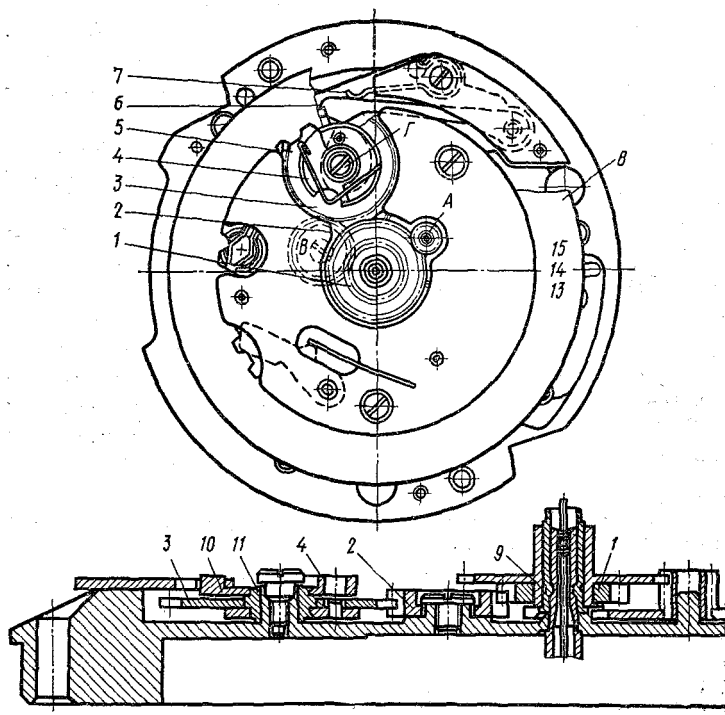


Рис. 36. Схема календарного устройства мгновенного действия:  
 1 — первое колесо календаря, 2 — второе колесо календаря, 3 — суточное колесо, 4 — шайба, 5 — пружина, 6 — толкатель, 7 — пружина, 8 — диск календаря, 9 — часовое колесо, 10 — кулачок, 11 — втулка

положении фиксируется штифтом 6 фиксатора 7. На циферблат нанесено 31 деление, соответствующее числам месяца.

Чтобы не перегружать циферблат часов дополнительными шкалами и стрелками, предпочитают календарные устройства с показанием чисел в окошке циферблата.

Продолжительность действия календарного устройства во всех описанных выше конструкциях равна 1,5—3 ч.

Большое распространение получили конструкции календарного устройства мгновенного действия (рис. 36).

На втулку часового колеса 9 напрессовано первое колесо календаря 1, которое передает движение на второе колесо календаря 2, находящееся в зацеплении с суточным колесом 3.

Суточное колесо, делающее один оборот в сутки, входит в узел переключателя, состоящий из втулки 11, кулачка 10 и шайб 4 с пружиной 5. Кулачок напрессован на втулку 11. Нижняя часть втулки несколько выступает за торцовую поверхность кулачка. К боковой поверхности кулачка пружина 7 прижимает толкатель 6.

От часового механизма через первое и второе колеса календаря получает вращение суточное колесо и вместе с ним вращается переключатель.

При вращении переключателя по часовой стрелке толкатель равномерно скользит по кривой подъема кулачка. После прохождения максимальной точки подъема толкатель, переходя на кривую спуска, под действием своей пружины резко поворачивает переключатель. При этом пружина переключателя действует на календарный диск 8 и быстро поворачивает его на один зуб. Таким образом происходит практически мгновенная смена показаний календаря.

На рис. 37 представлена кинематическая схема календарного устройства мгновенного действия, где вместо кулачка применен рычаг. На втулке часового колеса 4 напрессовано первое колесо календаря 5, которое передает движение на второе колесо календаря 7. На втором колесе календаря расположен штифт 6, который при вращении колеса контактирует с переключающим рычагом 10, поворачивая его вокруг штифта 12. Поворот рычага происходит без смещения в продольной плоскости до тех пор, пока штифт не коснется упорного выступа 9 на рычаге. После этого рычаг под действием штифта 6 помимо поворота получает смещение в продольной плоскости, и переключающий выступ 11 выходит из впадины между зубьями числового кольца 1, перемещается на величину шага зуба числового кольца и входит в последующую впадину. В момент срыва упорного выступа 9 со штифта 6 второго колеса календаря 7 рычаг 10 под действием пружины 8 переключающим выступом 11 поворачивает числовое кольцо 1 на один зуб — происходит смена даты календаря.

На рис. 38 изображена кинематическая схема календарного устройства мгновенного действия часов модели 2414 «Слава».

На втулку часового колеса 2 напрессовано первое колесо

календаря 1, которое передает движение суточному колесу 3, делающему один оборот за сутки. На суточном колесе закреплен кулачок 4, который вращается вместе с ним. При вращении кулачок контактирует своим выступом с выступом переключателя 5, поворачивая переключатель. На

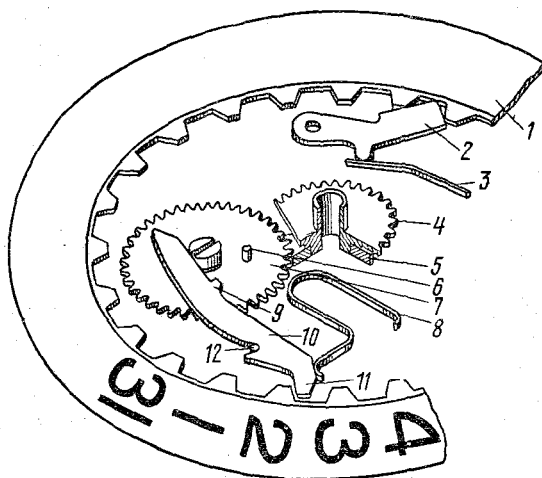


Рис. 37. Кинематическая схема календарного устройства мгновенного действия:

1 — числовое кольцо, 2 — фиксирующий рычаг, 3 — пружинка фиксирующего рычага, 4 — часовое колесо, 5 — первое колесо календаря, 6 — штифт, 7 — второе колесо календаря, 8 — пружинка переключающего рычага, 9 — упорный выступ рычага, 10 — переключающий рычаг, 11 — переключающий выступ рычага, 12 — штифт

переключателе жестко расположена собачка 6 с пружинкой 8. Конец собачки расположен во впадине зубьев кольца календаря.

При повороте суточного колеса кулачок поворачивает переключатель таким образом, что «носик» собачки, перемещаясь, заходит в следующую впадину кольца календаря 7. В тот момент, когда переключатель сходит с выступа кулачка, весь узел переключателя под действием пружины 9 возвращается в исходное положение, перемещая кольцо календаря на один зуб — происходит смена даты календаря. Фиксатор 11 с помощью пружины 10 фиксирует положение числового кольца.

На рис. 39 представлена кинематическая схема двойного календарного устройства мгновенного действия. Календарное устройство показывает числа месяца и дни не-

дели. На втулку часового колеса 6 напессовано первое колесо календаря 7, которое передает движение на второе колесо календаря 8. Со второго колеса календаря движение передается суточному колесу 9, которое свободно расположено между кулачком 10 и переключателем 11, жестко связанными между собой. На кулачке 10 имеется штифт 15,

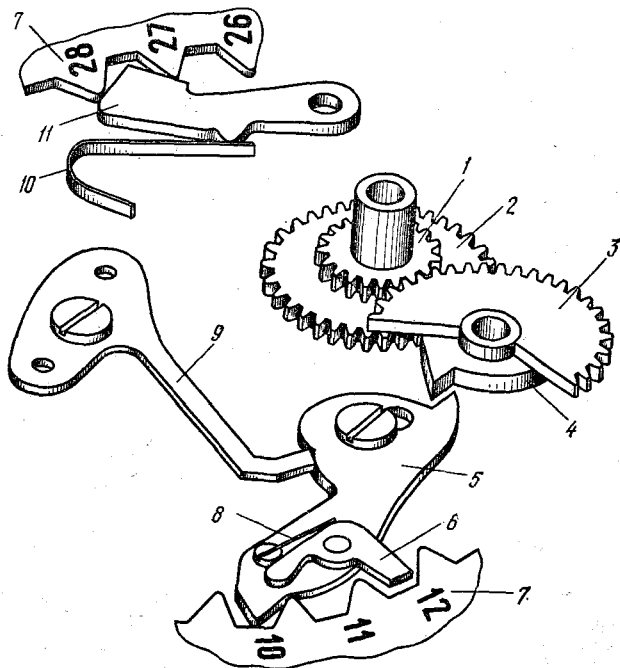


Рис. 38. Кинематическая схема календарного устройства часов 2414:

1 — первое колесо календаря, 2 — часовое колесо, 3 — суточное колесо, 4 — кулачок, 5 — переключатель, 6 — собачка, 7 — кольцо календаря, 8 — пружинка собачки, 9 — пружина переключателя, 10 — пружина фиксатора, 11 — фиксатор

входящий в паз суточного колеса. Поворачиваясь, суточное колесо через штифт поворачивает кулачок 10, по которому по кривой кулачка скользит толкатель 12, прижимаемый пружиной 13. В момент, когда толкатель достигает высшей точки кулачка, начинается переключение числового кольца календаря. В это время при дальнейшем повороте кулачка толкатель резко спадает с высшей точки кулачка и кулачок мгновенно поворачивается на величину паз в суточном колесе. Пружина переключателя 14, поворачиваясь,



переключает числовое кольцо на один зуб, т. е. на одно число.

В этот же момент штифт переключателя 16 поворачивает передаточную звездочку 17. С передаточной звездочки вращение передается на звездочку диска дней недели 5, жестко связанную с диском дней недели 2, и происходит мгновенная смена показаний дней недели календаря. Фиксатор 4

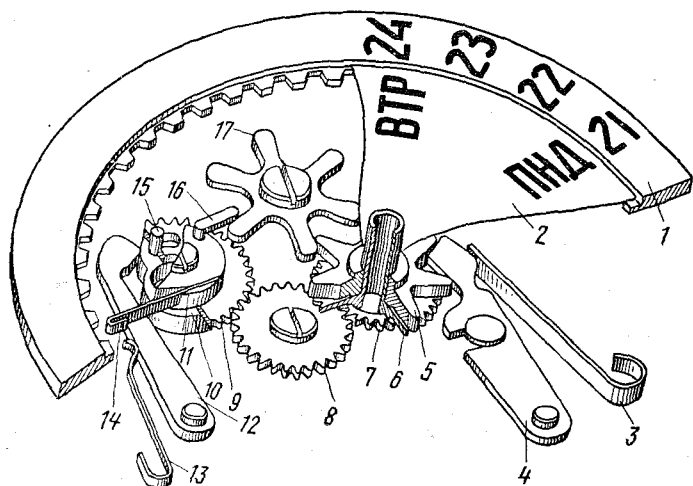


Рис. 39. Кинематическая схема двойного календаря мгновенного действия:

1 — числовое кольцо, 2 — диск дней недели, 3 — пружина фиксатора, 4 — фиксатор, 5 — звездочка диска дней недели, 6 — часовое колесо, 7 — первое колесо календаря, 8 — второе колесо календаря, 9 — суточное колесо, 10 — кулачок, 11 — переключатель, 12 — толкатель, 13 — пружина толкателя, 14 — пружина переключателя, 15 — штифт кулачка, 16 — штифт переключателя, 17 — передаточная звездочка

с помощью пружины 3 регистрирует положение звездочки 5.

Большинство календарей устроено так, что при необходимости можно быстро менять дату. Для этого необходимо заводную головку поставить в положение «перевод стрелок» и вращать стрелки в сторону, противоположную их нормальному вращению. При этом часовую стрелку следует отвести от цифры 12 назад на 4—6 ч для календаря мгновенного действия и на 2—3 ч для календаря затяжного действия, затем часовую стрелку вновь возвратить на цифру 12. При этом произойдет смена даты.

На рис. 40 изображена кинематическая схема двойного календарного устройства смешанного действия часов моде-

ли 2428 «Слава». Календарное устройство показывает числа месяца и дни недели.

На втулку часового колеса 2 напрессовано первое колесо календаря 1, на которое надета звездочка 3, имеющая семь зубьев. Первое колесо календаря передает движение суточному колесу 7, делающему один оборот в сутки. На суточном колесе закреплен кулачок 8 и палец 6, которые вращаются вместе с ним. При вращении кулачок своим

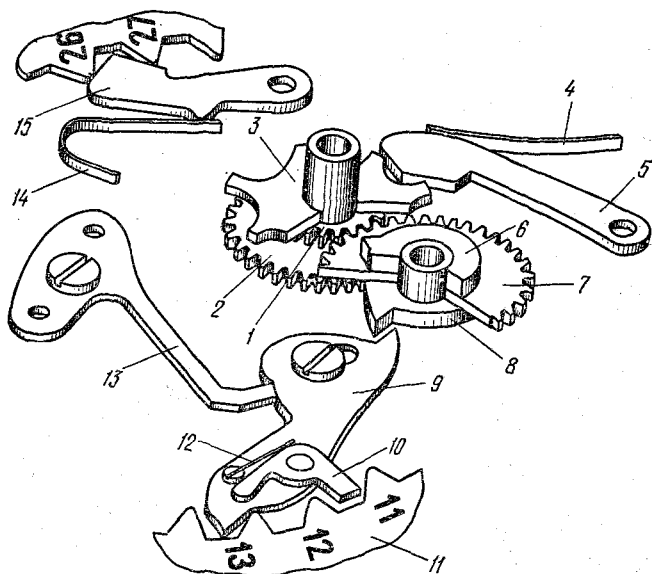


Рис. 40. Кинематическая схема двойного календаря часов «Слава»: 1 — первое колесо календаря, 2 — часовое колесо, 3 — звездочка, 4 — пружина, 5 — фиксатор звездочки, 6 — палец, 7 — суточное колесо, 8 — кулачок, 9 — переключатель, 10 — собачка, 11 — кольцо календаря, 12 — пружинка собачки, 13 — пружинка переключателя, 14 — пружина фиксатора, 15 — фиксатор

выступом контактирует с выступом переключателя 9. На переключателе жестко расположена собачка 10 с пружинкой 12, своим концом собачка входит во впадину между зубьями кольца календаря. При повороте суточного колеса кулачок поворачивает переключатель таким образом, что носик собачки, перемещаясь, заходит в следующую впадину кольца календаря 11. В тот момент, когда переключатель сходит с выступа кулачка, весь узел переключателя под действием пружины 13 возвращается в исходное положение, перемещая кольцо календаря на один зуб, — проис-

ходит смена даты. Одновременно с кулачками палец *б* входит во взаимодействие с зубом звездочки *з*, медленно перемещая ее. На звездочке жестко посажен диск дней недели — происходит смена показаний дней недели. Фиксатор *5* фиксирует положение звездочки. Фиксатор *15* фиксирует кольцо календаря.

На рис. 41 изображена кинематическая схема двойного календарного устройства часов 2427 «Восток». Календарное устройство показывает числа месяца и дни недели.

От часового колеса *1* вращение передается на колесо календаря *2* и через его триб *3* на суточное колесо *4*, которое

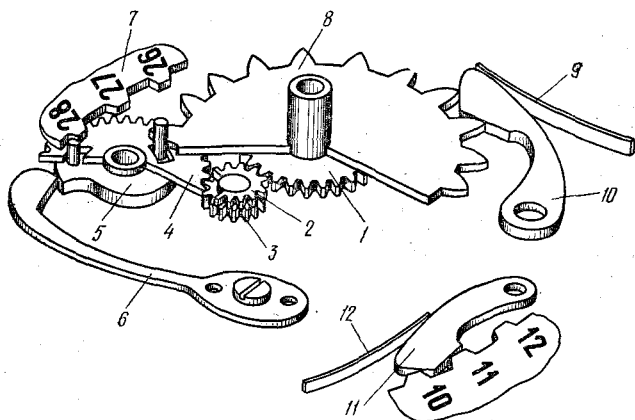


Рис. 41. Кинематическая схема двойного календаря часов «Восток»: *1* — часовое колесо, *2* — колесо календаря, *3* — триб колеса календаря, *4* — суточное колесо, *5* — кулачок, *6* — толкатель, *7* — числовое кольцо, *8* — звездочка, *9* — пружина фиксатора, *10* — фиксатор звездочки, *11* — фиксатор числового кольца, *12* — пружина фиксатора числового кольца

делает один оборот за сутки. Суточное колесо имеет два окна, в которые входят два штифта кулачка *5*. При вращении суточного колеса последнее через штифты приводит во вращение кулачок. В момент, когда выступ кулачка *5* подходит к выступу толкателя *б*, кулачок под его действием мгновенно поворачивается на угол подъема. При этом штифт кулачка поворачивает числовое кольцо *7* на один зуб — происходит смена даты. Второй штифт кулачка в это время поворачивает звездочку *8*, расположенную на часовом колесе *1*. На звездочке, имеющей 21 зуб, расположен диск дней недели. При повороте звездочки происходит смена показаний дней недели. Фиксатор *11* фиксирует положение числового кольца, а фиксатор *10* фиксирует положение звездочки.

На рис. 42 изображена кинематическая схема двойного календарного устройства часов модели 2627 «Полет». Перестановка чисел месяца и дней недели происходит не одновременно, а последовательно, т. е. после переключения числа месяца через 20—30 мин заканчивается переключение дней недели.

На втулку часового колеса 14 напрессовано первое колесо календаря 1, которое вращает второе колесо календаря

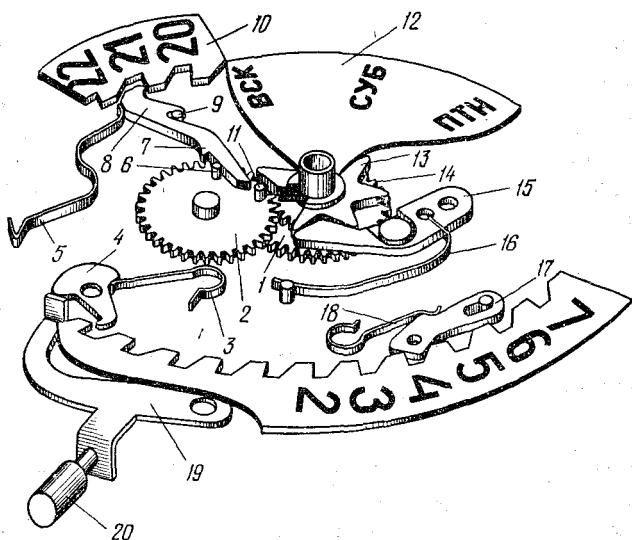


Рис. 42. Кинематическая схема двойного календаря часов модели 2627:

1 — первое колесо календаря, 2 — второе колесо календаря, 3 — пружинка собачки корректора, 4 — собачка корректора, 5 — пружинка, 6, 9, 11 — штифты, 7 — упорный уступ, 8 — переключающий рычаг, 10 — числовое кольцо, 12 — диск дней недели, 13 — звездочка, 14 — часовое колесо, 15 — фиксатор, 16 — пружина фиксатора, 17 — пружина фиксатора числового кольца, 18 — фиксатор числового кольца, 19 — корректор, 20 — кнопка корректора

ря 2. На втором колесе календаря расположены на разном расстоянии от центра два штифта 6, 11. Штифт 6 при вращении колеса контактирует с переключающим рычагом 8, поворачивая его вокруг штифта 9. Поворот рычага 8 происходит без смещения в продольной плоскости до тех пор, пока штифт 6 не коснется упорного выступа 7 на рычаге 8. После этого рычаг 8 под действием штифта помимо поворота получает смещение в продольной плоскости и переключающий выступ рычага выходит из впадины между зубьями

числового кольца 10. Перемещаясь на величину шага зуба числового кольца, выступ рычага 8 входит в последующую впадину. В момент срыва упорного выступа со штифта 6 второго колеса календаря 2 рычаг 8 под действием пружины переключающим выступом поворачивает числовое кольцо 10 на один зуб — происходит смена даты календаря.

В это время штифт 11 второго колеса календаря 2 входит в зацепление со звездочкой 13, свободно сидящей на часовом колесе. На звездочке жестко посажен диск дней недели 12. При повороте звездочки на один зуб происходит смена показаний дней недели. Фиксатор 15 с пружиной 16 фиксирует положение звездочки после поворота.

Во всех описанных конструкциях календаря первое число следующего месяца устанавливается от руки, если в прошедшем месяце меньше, чем 31 день. Конструкция таких календарных устройств, их изготовление и сборка не сложны, поэтому они получили наибольшее распространение.

Существуют и так называемые «вечные календари», в которых числа месяца меняются автоматически независимо от количества дней в месяце (исключая февраль високосного года). Конструкция таких календарей сложна, и они не получили широкого распространения.

## **§ 10. Часы с автоматическим подзаводом пружины**

Часы с автоматическим подзаводом пружины очень удобны в эксплуатации, так как их не надо заводить ежедневно в определенное время.

Постоянство величины импульса, передаваемого регулятору баланс — спираль, является одним из главных условий, обеспечивающих высокую точность часов. Для достижения этого требуется стабилизация момента на анкерном колесе, которую на наручных часах осуществляют механизмом автоматического подзавода пружины.

Автоматический подзавод пружины обеспечивает инерционный сектор, который при вращении часов под действием силы тяжести поворачивается вокруг своей оси и сообщает двигателю часов дополнительную энергию.

Инерционный сектор должен обладать моментом, достаточным для преодоления сопротивления заводной пружины, поэтому его изготавливают составным:

верхнюю пластину — из латуни, а полукольцо — из тяжелого вольфрамового сплава.

Расположение инерционного сектора может быть различным: он может находиться в центре механизма или смещен в сторону. Расположенный в центре инерционный сектор может поворачиваться на  $360^\circ$  или на определенный угол. Поворот сектора в последнем случае ограничивается с каждой стороны специальными амортизирующими упорами.

На рис. 43 представлена схема механизма автоматического подзавода пружины наручных часов.



Рис. 43. Принципиальная схема механизма автоматического подзавода пружины наручных часов

Центральное расположение инерционного сектора обеспечивает при небольших габаритах создание большего статического момента, так как утяжеленная часть сектора размещена на наибольшем расстоянии от оси вращения.

Безотказность работы механизма автоподзавода зависит от качества опор инерционного сектора, испытывающих значительные нагрузки. В существующих конструкциях автоподзавода применяются два вида опор — опоры скольжения и опоры качения. Наиболее распространенными являются опоры скольжения. В последнее время для уменьшения трения и повышения прочности узла стали применять опоры качения, т. е. ставить шарикоподшипники. Шарикоподшипник позволяет увеличить радиус опоры по сравнению с опорой скольжения, что повышает прочность и жесткость опоры. Кроме того, шарикоподшипник уменьшает трение в узле. Коэффициент трения качения в 10 раз меньше, чем коэффициент трения скольжения:  $f_k = 0,001$  —  $0,01f_c = 0,1$ .

Реверсивное устройство — служит для преобразования двустороннего вращения инерционного сектора в одностороннее вращение зубчатой передачи редук-

тора. Реверсивным устройством может быть переключатель муфты свободного хода и т. д.

Узел переключателя состоит из колес, свободно вращающихся на штифтах. Оба колеса расположены на качающемся мостике — переключателе. Если ось вращения переключателя совпадает с осью вращения инерционного сектора, холостой ход переключателя составляет  $\approx 27—35^\circ$ . Если ось вращения переключателя не совпадает с осью вращения инерционного сектора, холостой ход увеличивается до  $\approx 45—50^\circ$ . Узел муфт свободного хода (см. рис. 50) состоит из реверсивных муфт.

Обе муфты состоят из колеса 1, свободно одетого на триб 2, чашки 3, собачек 4 и шайбы 5. Чашка, плотно одетая на триб, имеет внутренние выступы, которыми контактирует с собачками, расположенными между дном чашки и колесом. Собачки свободно поворачиваются на штифтах, входящих в отверстия колеса. Колесо на трибе удерживается шайбой. При вращении колеса против часовой стрелки одна из собачек упирается в выступ чашки, передавая движение через нее на триб. При вращении колеса по часовой стрелке собачки, поворачиваясь, проскальзывают по выступам чашки. Реверсивное устройство с муфтами свободного хода имеет холостой ход  $\approx 6—7^\circ$ .

Р е д у к т о р — зубчатая передача (колеса и трибы механизма подзавода), передающая вращение на вал барабана.

О т к л ю ч а ю щ е е у с т р о й с т в о (узел барабанных колес) производит отключение механизма автоподзавода при заводке пружинного двигателя с помощью заводной головки или отключение механизма заводки пружинного двигателя от руки при работе механизма автоподзавода.

Конструкция узла барабанных колес может быть различной. Узел (сборочная единица) состоит из двух барабанных колес — верхнего и нижнего (см. рис. 44), между которыми помещены две трехлепестковые пластинчатые пружинки с отогнутыми концами: у верхней — кверху и у нижней — книзу. Барабанные колеса свободно надеты на вал барабана, а пружинки надеты на его квадратную часть. Барабанные колеса с внутренней стороны имеют радиально расположенные пазы или храповые зубья. При заводке часов отогнутые концы пружинки входят в зацепление с пазами или храповыми зубьями барабанных колес и передают движение валу барабана. В то время как при работе узла концы верхней пружинки контактируют с барабанным колесом и осуществляют заводку пружины, концы ниж-

ней пружинки проскальзывают по пазам или зубьям нижнего барабанного колеса, и наоборот.

Другая конструкция узла состоит также из двух барабанных колес, которые свободно и независимо друг от друга поворачиваются относительно храповика, находящегося на квадратной части вала барабана. На барабанных колесах расположены собачки, контактирующие с зубьями храповика. При вращении барабанных колес собачки входят во впадину зубьев храповика, передавая движение на вал барабана. При холостом ходе собачки, поворачиваясь, проскальзывают по зубьям храпового колеса (см. рис. 48).

Могут быть и другие конструктивные решения узла.

**П р у ж и н н ы й д в и г а т е л ь** — заводная пружина спиральной или S-образной формы, помещенная в барабан. Внутренний конец пружины закреплен на крючке вала барабана. Внешний конец пружины закреплен в барабане с помощью фрикционной накладки, упругость которой рассчитана так, чтобы при полной заводке внешний конец пружины вместе с фрикционной накладкой проскальзывал в барабане. Такое крепление внешнего конца пружины предохраняет от ее чрезмерной заводки и поломки.

Рассмотрим особенности конструкции и принципы действия наручных часов с автоматическим подзаходом пружины.

На рис. 44 изображена кинематическая схема механизма часов (модель 2415) с автоматическим подзаходом пружины. Двигателем в этих часах является заводная пружина, помещенная в барабан 1. От барабана движение передается на центральный триб 17, на оси которого находится центральное колесо 18, расположенное под барабаном.

От центрального колеса движение передается на промежуточный триб 14 с колесом 8 и далее через секундный триб 10 на колесо 9. На конце секундного триба укреплен секундная стрелка 23.

От секундного колеса движение передается трибу анкерного колеса 12. Анкерное колесо 16 через анкерную вилку 15 передает импульсы на баланс 13.

На цилиндрическую часть центрального триба насажен триб минутной стрелки 20, который вращается вместе с центральным трибом. На конце триба 20 укреплен минутная стрелка 19.

Через вексельную передачу (триб минутной стрелки 20, вексельное колесо 22, триб вексельного колеса 25 и часовое колесо 21) движение передается на часовую стрелку 24.



Автоматический подзавод пружины часов осуществляется с помощью инерционного сектора 11, вращающегося на оси, расположенной в центре механизма. Вращение инерционного сектора передается с триба инерционного сектора 7 через колесо 6 переключателя и колеса 5 и 4 подзавода на верхнее барабанное колесо 2 и на вал барабана.

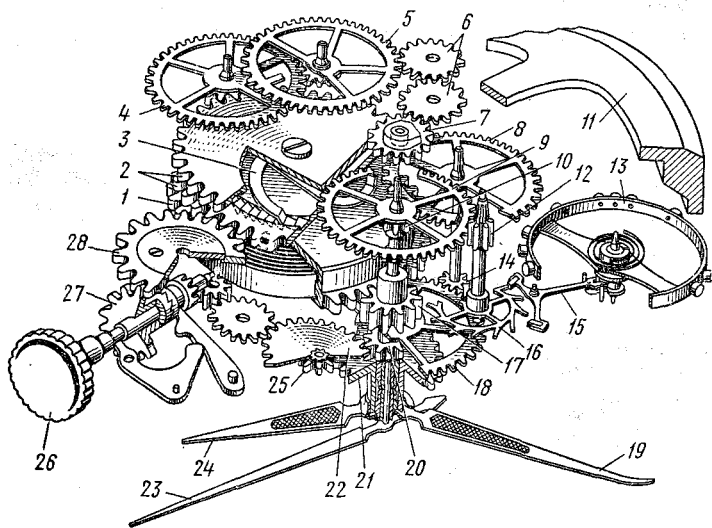


Рис. 44. Кинематическая схема наручных часов с автоматическим подзаводом пружины:

1 — барабан, 2 — барабанное колесо, 3 — пружина барабанных колес, 4, 5 — колеса подзавода, 6 — колеса переключателя, 7 — триб инерционного сектора, 8 — промежуточное колесо, 9 — секундное колесо, 10 — триб секундного колеса, 11 — инерционный сектор, 12 — триб анкерного колеса, 13 — баланс, 14 — триб промежуточного колеса, 15 — анкерная вилка, 16 — анкерное колесо, 17 — триб центрального колеса, 18 — центральное колесо, 19 — минутная стрелка, 20 — триб минутной стрелки, 21 — часовое колесо, 22 — вехсельное колесо, 23 — секундная стрелка, 24 — часовая стрелка, 25 — триб вехсельного колеса, 26 — заводная головка, 27 — заводной триб, 28 — заводное колесо

Передаточный механизм сконструирован таким образом, что двустороннее вращение инерционного сектора преобразуется в одностороннее вращение вала барабана. Это достигается специальным переключателем. Переключатель (рис. 45) состоит из двух колес 1 и 2, свободно вращающихся на штифтах и находящихся в зацеплении друг с другом постоянно. Инерционный сектор 5, вращаясь по часовой стрелке, своим трибом 4 вращает колесо 1 против часовой стрелки, в результате чего переключатель с колесом 1 поворачивается также против часовой стрелки, и колесо 1 входит в зацепление с колесом подзавода 3.

При вращении инерционного сектора против часовой стрелки переключатель поворачивается по часовой стрелке, выводя колесо 1 из зацепления с колесом 3. В то же время колесо 2 входит в зацепление с колесом 3, сообщая ему вращение по часовой стрелке так же, как и в первом случае. Внешний конец пружины закреплен в барабане с помощью фрикционной накладки, упругость которой рассчитана так, чтобы при полной заводке внешний конец пружины вместе с фрикционной накладкой проскальзывал в барабане. Такое крепление внешнего конца предохраняет пружину от чрезмерной заводки и от поломки.

Часы можно заводить и обычным способом, вручную, при помощи заводной головки 26 (см. рис. 44). Это бывает

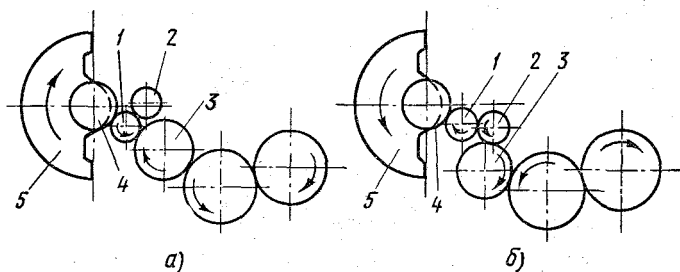


Рис. 45. Схема переключателя:

*а* — работа по часовой стрелке, *б* — работа против часовой стрелки; 1, 2 — колеса переключателя, 3 — колеса подзавода, 4 — триб инерционного сектора, 5 — инерционный сектор

необходимо, когда часы лежат неподвижно или когда их владелец малоподвижен. В этом случае через заводной триб 27 и заводное колесо 28 движение от заводной головки передается на нижнее барабанное колесо 2 и на вал барабана.

Барабанные колеса свободно насажены на вал барабана. Вращение на вал передается через пружинки барабанных колес 3, надетых на квадратную часть вала. Пружинки представляют собой сдвоенные плоские пружины с отогнутыми концами: у верхней пружины — кверху, у нижней — книзу. Барабанные колеса с внутренней стороны имеют храповые зубья. При заводке часов отогнутые концы пружинок входят в зацепление с храповыми зубьями барабанных колес и передают движение валу барабана.

На рис. 46 представлена кинематическая схема плоских наручных часов «Полет» (модель 2415) с автоматическим подзаводом пружины. Общая высота механизма этих часов с подзаводом (3,9 мм) не превышает высоту обычных часов без подзавода, так как колеса механизма подзавода разме-

щены на платформе под отдельным мостом, не выступающим над остальными мостами.

Ось вращения инерционного сектора расположена в центре механизма и закреплена винтами на верхней плоскости центрального моста.

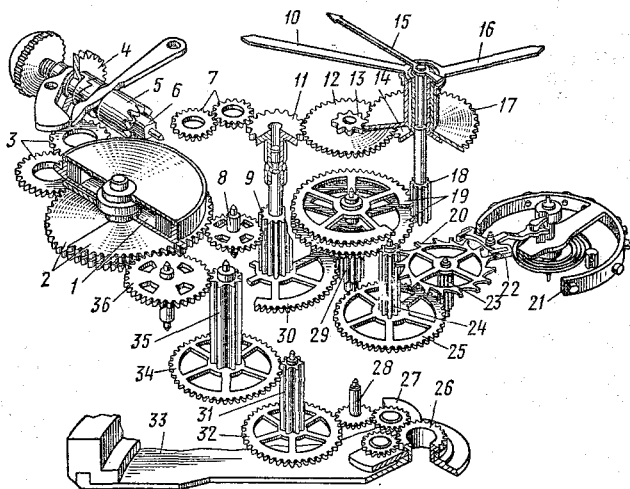


Рис. 46. Кинематическая схема плоских наручных часов с автоматическим подзаводом:

1 — барабан, 2 — барабанные колеса, 3 — заводные колеса, 4 — заводной триб, 5 — кулачковая муфта, 6 — заводной вал, 7 — переводные колеса, 8 — дополнительные колеса, 9 — триб передаточного колеса, 10 — минутная стрелка, 11 — триб стрелочный, 12 — вексельное колесо, 13 — триб вексельного колеса, 14 — триб минутной стрелки, 15 — секундная стрелка, 16 — часовая стрелка, 17 — часовое колесо, 18 — центральный секундный триб, 19 — промежуточное колесо, 20 — анкерное колесо, 21 — баланс, 22 — анкерная вилка, 23 — триб анкерного колеса, 24 — боковой секундный триб, 25 — секундное колесо, 26 — триб инерционного сектора, 27 — переключатель, 28 — триб передаточного колеса, 29 — триб промежуточного колеса, 30 — передаточное колесо, 31, 35 — трибы колес подзавода, 32, 34, 36 — колеса подзавода, 33 — инерционный сектор

Инерционный сектор может совершать вращение как по часовой стрелке, так и против. Благодаря наличию переключателя 27, связывающего триб инерционного сектора 26 с колесами подзавода, пружину можно заводить, вращая сектор вправо или влево. Так как ось вращения переключателя совпадает с осью вращения инерционного сектора, холостой ход механизма получается небольшой.

Схема переключателя этого механизма представлена на рис. 47. Работает он следующим образом.

Инерционный сектор, вращаясь против часовой стрелки, своим трибом 2 приводит в движение колесо 1 переключателя.

чателя, далее через передаточное колесо 8 движение передается первому колесу подзавода 7. Триб первого колеса подзавода входит в зацепление со вторым колесом подзавода 6 и через его триб передает движение третьему колесу подзавода 5. С третьего колеса подзавода движение передается на нижнее барабанное колесо 4.

При вращении инерционного сектора по часовой стрелке переключатель поворачивается и колесо 3 входит в зацепление с первым колесом подзавода 7, далее движение

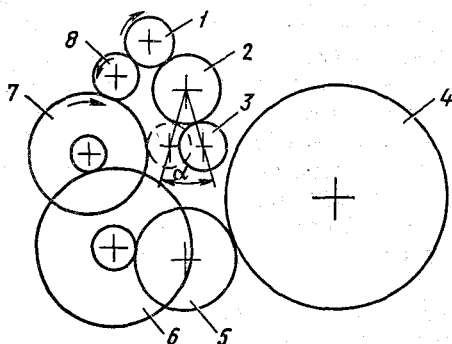


Рис. 47. Схема переключателя:

1, 3 — колеса переключателя, 2 — триб инерционного сектора, 4 — нижнее барабанное колесо, 5 — третье колесо подзавода, 6 — второе колесо подзавода, 7 — первое колесо подзавода, 8 — передаточное колесо

передается так же, как и в первом случае. Следовательно, передаточный механизм сконструирован таким образом, что двустороннее вращение инерционного сектора преобразуется в одностороннее вращение барабанного колеса и вала барабана.

Для предотвращения самопроизвольного спуска заводной пружины служит стопорное устройство (собачка и храповое колесо), которое допускает поворот первого колеса подзавода только в сторону заводки пружины.

Колесная система, обеспечивающая заводку пружины вручную, при работе автоподзавода отключается автоматически и наоборот — при заводке пружины вручную отключается система автоподзавода. Барабанные колеса (верхнее 1 — для заводки вручную, нижнее 6 — для автоподзавода) могут свободно и независимо один от другого поворачиваться по часовой стрелке относительно храповика 3, си-

дящего на квадрате вала барабана 4 (рис. 48). При вращении барабанных колес против часовой стрелки собачки 5, закрепленные на них, входят во впадины зубьев храповика и движение передается валу барабана, т. е. происходит заводка пружины.

При холостом ходе собачки, поворачиваясь, проскальзывают по зубьям храпового колеса.

Кинематическая схема часового механизма плоских часов с автоматическим под заводом отличается от прямой схемы тем, что центральное колесо с трибом и секундное колесо смещены относительно центральной оси механизма.

Наибольшая высота в обычных конструкциях часов получается в центре, где одно над другим размещается несколько колес.

В этой конструкции часов (см. рис. 46) движение на минутную стрелку передается зубчатыми колесами механизма перевода стрелок через триб 11, фрикционно сидящий на оси триба 9. Чтобы механизм был более плоским, колесо 30 отведено от барабана колесом 8, которое находится в зацеплении с барабаном 1 и трибом 9. Движение с центрального секундного триба 18 передается на боковой секундный триб 24 через нижнее промежуточное колесо 19, свободно вращающееся на промежуточном трибе 29.

Движение передается по нескольким кинематическим цепочкам.

На минутную стрелку 10: от барабана 1 через колесо 8 на триб 9, триб 11 и далее через вексельное колесо 12 на триб минутной стрелки 14.

На часовую стрелку 16: от барабана 1 через колесо 8 на триб 9, далее со стрелочного триба 11 через вексельное колесо 12 и его триб 13 на часовое колесо 17.

На секундную стрелку 15: от барабана 1 через колесо 8 на триб 9, колесо 30, на триб 29 промежуточных колес 19 и далее на триб центральной секундной стрелки 18.

На спусковой регулятор: от барабана 1 через колесо 8 на триб 9, колесо 30, на промежуточный триб 29 с колесами 19. Оба промежуточных колеса 19, одно из которых закреплено на трибе неподвижно, а второе сидит

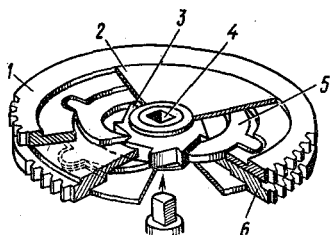


Рис. 48. Конструкция узла барабанных колес:

1 — барабанное колесо завода, 2 — шайба барабанных колес, 3 — храповик, 4 — квадрат вала барабана, 5 — собачки, 6 — барабанное колесо подзавода

свободно, соединяются с трибом 18 центральной секундной стрелки 15. Свободно сидящее промежуточное колесо приводит в движение триб 24 секундного колеса 25, и далее через секундное колесо движение передается трибу 23 анкерного колеса 20, которое в свою очередь через анкерную вилку 22 сообщает импульсы балансу 21.

Перевод стрелок осуществляется следующим образом. При переключении часов на «перевод» движение от кулачковой муфты 5 передается переводными колесами 7, трибу 11, фрикционно сидящему на оси триба 9.

От триба 11 движение передается на вексельное колесо 12 с трибом 13 и далее на триб минутной стрелки 14.

Триб вексельного колеса 13 передает движение на часовое колесо 17.

Заводка часов от руки осуществляется следующим образом. Движение с заводного вала 6 через кулачковую муфту 5 передается заводному трибу 4, далее через заводные колеса 3 — на верхнее барабанное колесо 2 и через собачки храповику, сидящему на квадрате вала барабана.

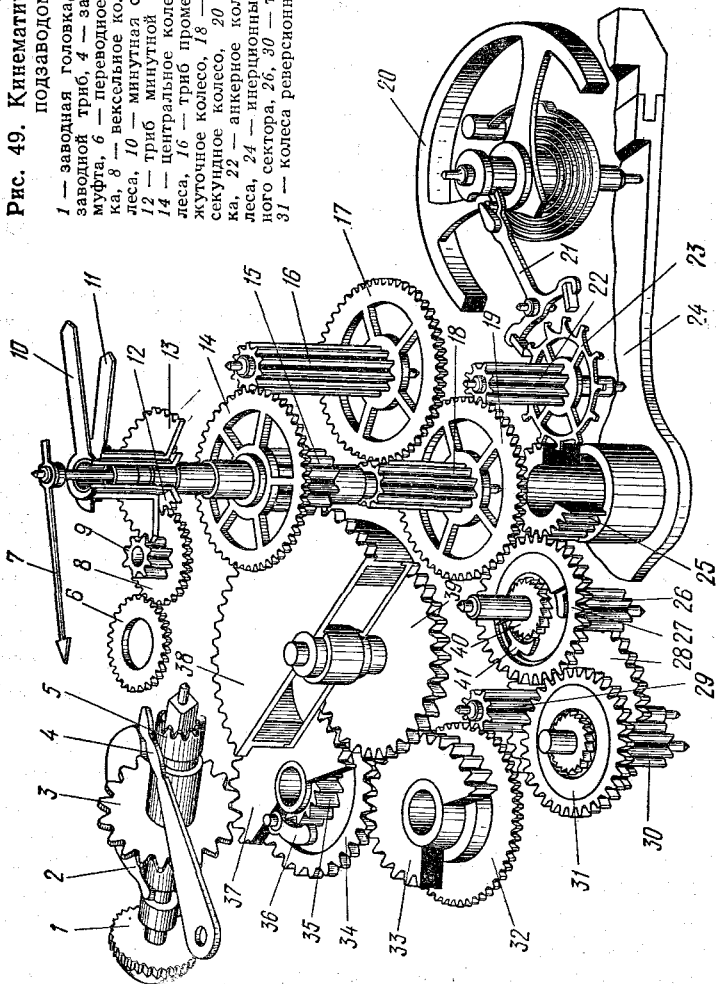
Автоматический подзавод заводной пружины осуществляется, как было сказано выше, при вращении инерционного сектора 33 в ту или другую сторону. Триб инерционного сектора 26 передает движение колесам переключателя 27, далее передаточному трибу подзавода 28, колесам подзавода 32, 34, 36 через трибы 31 и 35 и, наконец, нижнему колесу 2.

На рис. 49 изображена кинематическая схема наручных часов «Полет» модели 2615 с автоматическим подзаводом пружины. Ось вращения инерционного сектора расположена в центре механизма. Механизм автоподзавода двустороннего действия сделан отдельным блоком, позволяющим производить сборку узла подзавода вне механизма. Преобразование двустороннего вращения инерционного сектора в одностороннее вращение механизма завода производится реверсивными муфтами.

Отключающим устройством узла являются реверсивные муфты, поэтому при ручной заводке механизма работают заводные колеса, колеса подзавода и реверсивные муфты.

Основной механизм часов работает следующим образом: от барабана 38 движение передается на триб центрального колеса 15, с центрального колеса 14 на триб промежуточного колеса 16 и через промежуточное колесо 17 на триб секундного колеса 18, с секундного колеса 19 на триб анкерного

Рис. 49. Кинематическая схема часов с автоподзаводом пружины 2615:



1 — заводная головка, 2 — переводной рычаг, 3 — заводной триб, 4 — заводной рычаг, 5 — кулачковая муфта, 6 — переводное колесо, 7 — секундная стрелка, 8 — вексельное колесо, 9 — триб вексельного колеса, 10 — минутная стрелка, 11 — часовая стрелка, 12 — триб минутной стрелки, 13 — часовое колесо, 14 — центральное колесо, 15 — триб центрального колеса, 16 — триб промежуточного колеса, 17 — промежуточное колесо, 18 — триб секундного колеса, 19 — секундное колесо, 20 — баланс, 21 — анкерная видка, 22 — анкерное колесо, 23 — триб анкерного колеса, 24 — инерционный сектор, 25 — триб инерционного сектора, 26, 30 — трибы колес реверсивных, 27, 31 — колеса реверсионные, 28 — колесо подзавода первого, 29 — триб колеса подзавода первого, 32 — колесо подзавода второго, 33 — колесо подзавода второго ниже, 34 — колесо заводное подзавода, 35 — храповик, 36 — собачка, 37 — колесо заводное, 38 — барабан, 39 — барабанное колесо, 40 — храповик реверсивной муфты, 41 — собачка реверсивной муфты

колеса 23 и анкерное колесо 22. Анкерное колесо через анкерную вилку 21 передает импульс на баланс 20.

Автоматический подзавод пружины осуществляется за счет вращения инерционного сектора 24, передающего движение реверсивным муфтам.

При вращении инерционного сектора против часовой стрелки движение от триба инерционного сектора 25 пере-

дается на реверсивное колесо 27. При этом происходит заклинивание храповика 40 собачками 41 и триб реверсивных колес 26 начинает вращаться, передавая движение первому колесу подзавода 28, а реверсивное колесо 31 работает вхолостую. Триб первого колеса подзавода 29 передает вращение на второе колесо подзавода 32 и жестко связанное с ним второе колесо подзавода 33. От колеса 33 движение передается на заводное колесо 34 подзавода, жестко связанное с храповиком 35. Через собачку 36 движение с храповика передается на заводное колесо 37 и от него на барабанное колесо 39.

При вращении инерционного сектора 24 по часовой стрелке колесо реверсивное 27 работает вхолостую, а колесо реверсивное 31 через триб реверсивного колеса 30 передает движение на первое колесо подзавода. Далее движение

осуществляется так же, как и в случае вращения инерционного сектора, — против часовой стрелки.

Заводка часов от руки осуществляется через заводную головку 1, заводной триб 3, заводное колесо 37 и барабанное колесо 39. При этом колесо 37 ведет за собой собачку 36 и храповик 35, колесо 34, которое в свою очередь ведет колеса 33 и 32, триб 29 и колесо 28. Отключение автоподзавода происходит в реверсивных муфтах, которые при этом вращаются вхолостую.

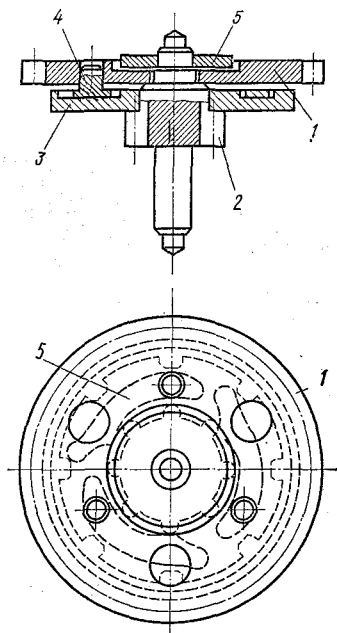


Рис. 50. Конструкция реверсивных муфт:

1 — колесо реверсивное, 2 — триб реверсивного колеса, 3 — чаша реверсивной муфты, 4 — собачка, 5 — шайба



Схема реверсивного устройства с муфтами свободного хода представлена на рис. 50.

На рис. 51, *а* изображена кинематическая схема автоматического подзавода пружины часов «Восток».

От триба инерционного сектора 1 движение передается на реверсивные муфты 2, с трибов реверсивных муфт 3 на первое колесо подзавода 4, затем через его триб 5 движение передается второму колесу подзавода 6 и через его триб 7

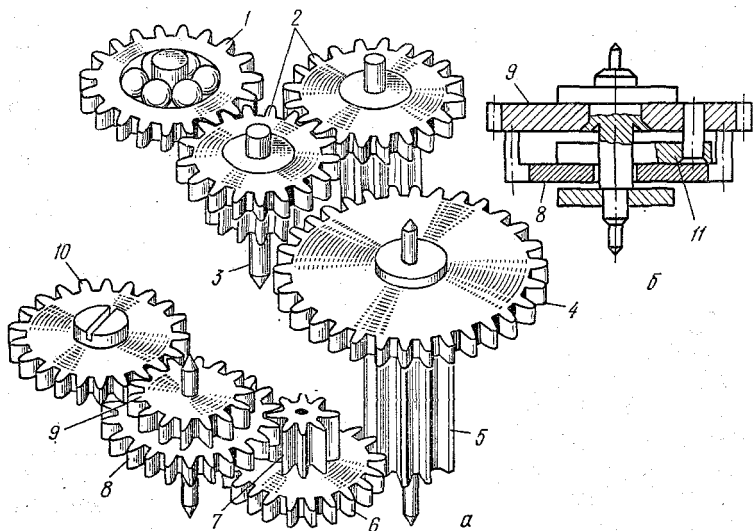


Рис. 51. Кинематическая схема автоматического подзавода часов «Восток»:

*а* — кинематическая схема, *б* — отключающее устройство; 1 — триб инерционного сектора, 2 — реверсивные муфты, 3 — трибы реверсивных муфт, 4 — передовое колесо подзавода, 5 — триб первого колеса подзавода, 6 — второе колесо подзавода, 7 — триб второго колеса подзавода, 8 — третье колесо подзавода, 9 — триб третьего колеса подзавода, 10 — барабанное колесо, 11 — собачка

на третье колесо подзавода 8. С третьего колеса подзавода движение через триб 9 передается барабанному колесу.

Устройство, отключающее механизм автоподзавода при заводке часов от заводной головки, смонтировано на третьем колесе подзавода. На рис. 51, *б* изображена конструкция отключающего устройства, которое состоит из третьего колеса подзавода 8, триба этого колеса 9 и собачки 11, расположенной между ними. При вращении колес подзавода от инерционного сектора собачка своими зубьями заклинивается в зубьях триба третьего колеса подзавода и вращает его вместе с колесом. При заводке от заводной головки вра-

щается триб третьего колеса подзавода, зубья собачки про- скакивают относительно его зубьев и вращение на колесо не передается.

## **§ 11. Часы с автоматическим подзаводом пружины и календарем**

Более сложной является конструкция наручных часов, имеющая два дополнительных устройства: автоматический подзавод пружины и календарное устройство.

На рис. 52 представлена схема часов «Полет» (модель 2416) с автоматическим подзаводом пружины и календарным устройством.

Эти часы относятся к числу плоских часов, так как общая высота механизма со всеми дополнительными устройствами не превышает 4,5 мм.

Кинематическая схема часового механизма и механизма автоматического подзавода пружины аналогична часам модели 2415. Передача движения в часах происходит по следующим кинематическим цепочкам.

На минутную стрелку 11: от барабана 1 через колесо 8 на триб 9. С осью триба 9 фрикционно соединен триб 10, который вращается вместе с ним. От триба 10 через вексельное колесо 12 движение передается на триб минутной стрелки 15.

На часовую стрелку 19: от барабана 1 через колесо 8 на триб 9, далее с триба 10 через вексельное колесо 12 и его триб 13 на часовое колесо 14.

На секундную стрелку 20: от барабана 1 через колесо 8 на триб 9, далее с колеса 35 на триб промежуточных колес 31, с нижнего промежуточного колеса 25 на триб секундной стрелки 23.

На спусковой регулятор: от барабана 1 через колесо 8 на триб 9, далее с колеса 35 на промежуточный триб 31 с колесами 25. Оба промежуточных колеса, из которых одно неподвижно закреплено на трибе, а второе сидит свободно, соединяются с трибом центральной секундной стрелкой 23. Свободно сидящее промежуточное колесо, получая вращение от триба центральной секундной стрелки 23, передает движение трибу секундного колеса 30 и далее с секундного колеса 29 на триб анкерного колеса 28, анкерное колесо 27 и через анкерную вилку 26 балансу 24.

Механизм календаря устроен и работает следующим образом. На втулке часового колеса 14 напрессовано первое колесо календаря 17, с которого движение

передается на второе колесо календаря 18. Второе колесо календаря соединяется с суточным или третьим колесом 21 календаря, которое делает за сутки один оборот. Передача от колесной системы на календарное колесо 22 (диск) с нанесенными на нем числами месяца осуществляется с помощью переводной пружины, которая укреплена на суточном (третьем) колесе календаря (на схеме не показано) и не-

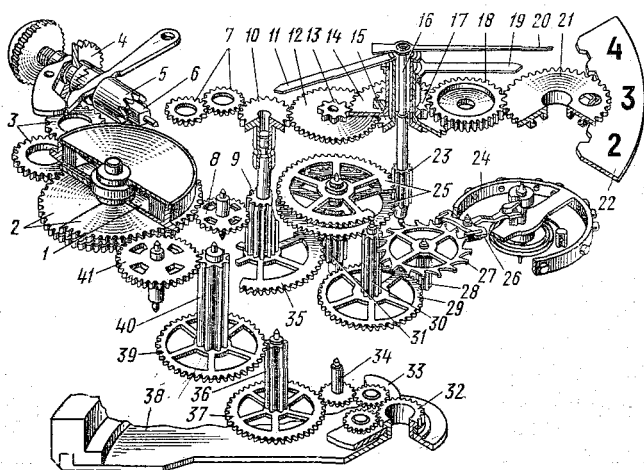


Рис. 52. Кинематическая схема часов с автоматическим подзаводом пружины и календарем «Полет»:

1 — барабан, 2 — барабанное колесо, 3 — заводные колеса, 4 — заводной триб, 5 — кулачковая муфта, 6 — заводной вал, 7 — переводное колесо, 8 — передаточное колесо, 9 — триб передаточного колеса, 10 — триб стрелочный, 11 — минутная стрелка, 12 — вексельное колесо, 13 — триб вексельного колеса, 14 — часовое колесо, 15 — триб минутной стрелки, 16 — ось секундного триба, 17 — первое колесо календаря, 18 — второе колесо календаря, 19 — часовая стрелка, 20 — секундная стрелка, 21 — суточное колесо, 22 — календарное колесо, 23 — триб центральной секундной стрелки, 24 — баланс, 25 — промежуточное колесо, 26 — анкерная вилка, 27 — анкерное колесо, 28 — триб анкерного колеса, 29 — секундное колесо, 30 — триб секундного колеса, 31 — триб промежуточного колеса, 32 — триб инерционного сектора, 33 — колеса переключателя, 34 — триб подзавода, 35 — передаточное колесо, 36 — триб первого колеса подзавода, 37 — первое колесо подзавода, 38 — инерционный сектор, 39 — второе колесо подзавода, 40 — триб второго колеса подзавода, 41 — третье колесо подзавода

посредственно входит в контакт с зубьями календарного колеса 22, имеющего 31 зуб. Когда календарное колесо передвинется на один зуб, фиксатор календаря под действием пружины фиксатора западает между зубьями и, таким образом, произойдет фиксация показаний календаря.

Перевод стрелок и перевод календарного устройства осуществляются следующим образом. При переключении часов на «перевод» движение от кулачковой муфты 5 передается последовательно

через переводные колеса 7 трибу 10 (фрикционно соединен с осью триба 9). От триба движение передается на вексельное колесо 12 с трибом 13. От вексельного колеса движение передается на триб минутной стрелки 15. Триб 13 вексельного колеса передает движение на часовое колесо 14.

Вместе с часовым колесом 14 вращается первое календарное колесо 17, которое через колесо 18, 21 и переводную пружину передает движение календарному колесу 22 (дису), происходит смена показаний календаря в окне циферблата.

Заводка часов от руки осуществляется следующим образом. Движение с заводного вала 6 передается через кулачковую муфту 5 заводному трибу 4, далее через заводные колеса 3 верхнему барабанному колесу 2. От барабанного колеса через собачки движение передается храповику, сидящему на квадрате вала барабана. Для предотвращения самопроизвольного спуска пружины стопорное устройство в виде собачки допускает движение колеса только в одну сторону.

Автоматически й под завод заводной пружины в этих часах осуществляется за счет вращения инерционного сектора 38 в ту или другую сторону. При этом триб 32 передает движение колесам переключателя 33, далее передаточному трибу подзавода 34, первому колесу подзавода 37 с трибом 36, второму колесу подзавода 39, через триб 40 третьему колесу подзавода 41, на нижнее барабанное колесо 2 и, наконец, на вал барабана.

На рис. 53 изображена кинематическая схема часов с автоматическим подзаводом и календарем «Луч» 1816. Передача движения происходит по следующим кинематическим цепочкам. На спусковой регулятор — от барабана 16, через триб на колесо центральное 10, от него через триб на промежуточное колесо 1 и через триб на секундное колесо 8. Секундное колесо передает движение трибу анкерного колеса 24 и через анкерную вилку 23 на баланс 22. Механизм календаря устроен и работает следующим образом. На втулке часового колеса 6 напрессовано календарное колесо, которое передает движение суточному колесу 5. На суточном колесе 5 расположен штифт 25, который при вращении колеса контактирует с переключающим рычагом (толкателем) 4. Другой конец толкателя 4 входит во впадину между зубьями числового кольца 3.

При вращении суточного колеса 5 штифт 25 поворачивает толкатель и он выходит из впадины между зубьями числового кольца 3, перемещается на величину зуба числового

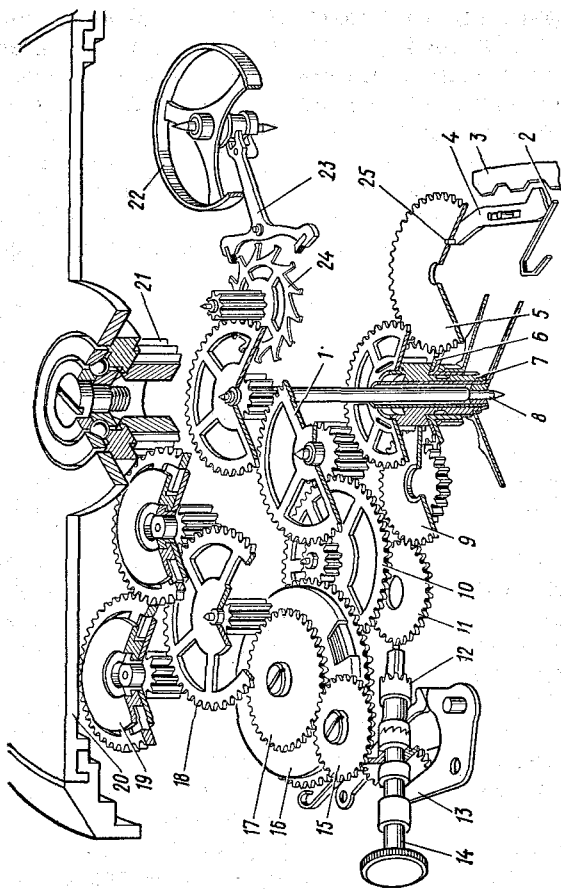


Рис. 53. Кинематическая схема часов с автоматическим подзаводом пружины и календарем 1816 «Луч»:

1 — колесо промежуточное с трибом, 2 — пружина толкателя, 3 — диск календаря, 4 — толкатель, 5 — колесо суточное, 6 — часовое колесо с календарем, 7 — колесо frictionное с минутным трибом, 8 — колесо секундное с трибом, 9 — колесо вексельное, 10 — колесо центральное с трибом, 11 — триб переводной, 12 — кулачковая муфта, 13 — переводной рычаг, 14 — заводной вал, 15 — заводное колесо, 16 — барабан, 17 — барабанное колесо, 18 — колесо подзавода с трибом, 19 — реверсивные муфты, 20 — инерционный сектор, 21 — триб инерционного сектора, 22 — баланс, 23 — анкерная вилка, 24 — анкерное колесо, 25 — штифт суточного колеса

кольца и входит в следующую впадину. В момент срыва выступа толкателя 4 со штифта 25 суточного колеса 5 толкатель под действием пружины 2 своим переключаящим выступом поворачивает числовое кольцо 3 на один зуб, при этом происходит смена даты календаря.

Автоматический подзавод пружины работает следующим образом. От инерционного сектора 20, вращающегося на шарикоподшипнике, через триб 21 сектора движение передается реверсивным (обгонным) муфтам 19 и через их трибы на колесо подзавода 18, триб которого передает движение на барабанное колесо 17 и барабан 16.

На рис. 54 изображена кинематическая схема часов «Восток» 2416 с автоматическим подзаводом пружины и календарем.

Движение на спусковой регулятор передается от барабана 4 на триб центрального колеса 6, и через колесо на триб промежуточного колеса движение передается на триб секундного колеса и секундное колесо 15, которое входит в зацепление с трибом анкерного колеса. Анкерное колесо 18 через анкерную вилку 17 передает импульсы балансу 16.

Механизм календаря работает следующим образом. От часового колеса 23 вращение передается первому колесу календаря 22 и через его триб на второе колесо календаря 19. Второе колесо календаря вращается на втулке, запрессованной на кулачке 20. С кулачком жестко связан штифт, проходящий в прорези второго колеса календаря 19. На втулке кулачка находится толкатель.

На поверхности кулачка, выполненной по логарифмической кривой, двигается носик пружины кулачка 21, накапливающий энергию переключаящего импульса. При переходе носика пружины на наивысшую точку профиля кулачка происходит срыв пружины кулачка и срабатывание календаря.

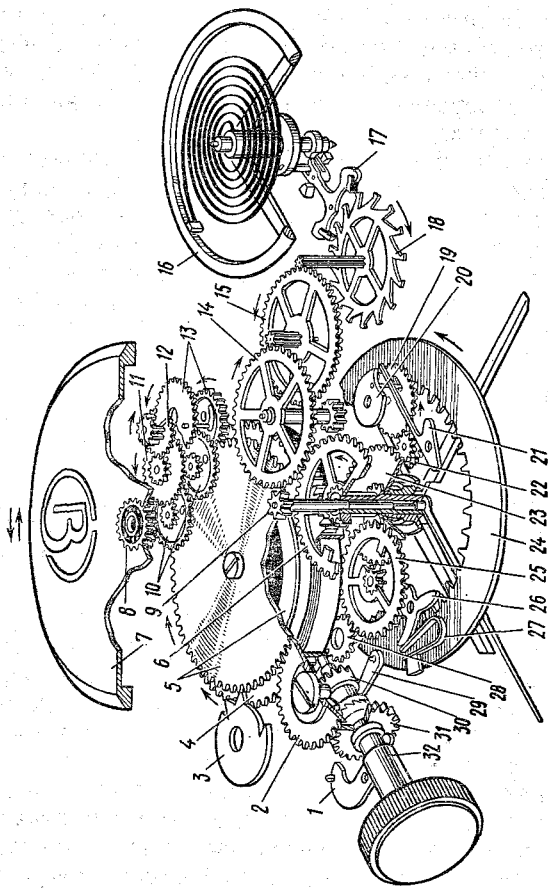
Работа автоподзавода происходит следующим образом. От инерционного сектора 7, работающего на шарикоподшипнике, через триб 8 движение передается на реверсивные муфты 10 с трибами, от которых через первое колесо подзавода 11 с трибом и второе колесо подзавода 12 с трибом движение передается третьему колесу подзавода 13 и барабанному колесу 5.

## § 12. Часы с сигнальным устройством

Наручные часы с сигнальным устройством показывают время и подают звуковой сигнал в заранее установленное время. Это своего рода наручные часы-будильник.

Рис. 54. Кинематическая схема часов с автоматическим подзаводом пружины и календарем 2416 «Восток»:

1 — рычаг переводной, 2 — колесо заводное, 3 — собачка, 4 — барабан, 5 — колесо барабанное, 6 — центральное колесо, 7 — инерционный сектор, 8 — опора инерционного сектора, 9 — триб центральной секундной стрелки, 10 — реверсивная муфта, 11 — первое колесо подзавода, 12 — второе колесо подзавода, 13 — барабанное колесо, 14 — промежуточное колесо, 15 — секундное колесо, 16 — баланс, 17 — анкерная вилка, 18 — анкерное колесо, 19 — колесо календаря, 20 — кулачок со штифтом, 21 — пружина кулачка, 22 — колесо календаря с трибом, 23 — часовое колесо, 24 — диск календаря, 25 — колесо вексельное, 26 — фиксатор диска календаря, 27 — пружина фиксатора, 28 — переводное колесо, 29 — заводной рычаг, 30 — кулачковая муфта, 31 — заводной триб, 32 — заводной вал



Рассмотрим конструкцию и принцип действия наручных часов «Полет» (модель 2612) с сигнальным устройством (рис. 55). Часы состоят из двух самостоятельных механизмов: часового и сигнального, которые расположены на одной пластине.

Сигнальный механизм кинематически связан с часовым механизмом. Каждый из механизмов имеет свой самостоятельный двигатель — заводную пружину, размещенную в барабане. Пружина часового механизма заводится при вращении нижней заводной головки. Движение в часовом механизме передается аналогично тому, как в ранее рассмотренных часах с центральной секундной стрелкой: с барабана 4 на центральный триб 11 с колесом 10, промежуточный триб 7 с колесом 6, секундный триб 8 с колесом 9, триб анкерного колеса 12, анкерное колесо 13, анкерную вилку 14 и баланс 15. На удлиненной части центрального триба 11 фрикционно посажен триб минутной стрелки 33, движение которого передается часовому колесу 32 через вексельное колесо 36 с трибом 34.

На часовом колесе 32 имеются три выступа, расположенные один относительно другого под разными углами и на различном расстоянии от центра. Эти выступы входят в окна сигнального колеса 35, которое находится над часовым колесом на специальном мосту с пружинящими лапками. Окна в сигнальном колесе расположены под теми же углами, на том же расстоянии от центра, что и выступы на часовом колесе.

Выступы на часовом колесе при вращении могут совпадать с окнами на сигнальном колесе только через один полный оборот часового колеса.

В момент совпадения выступов с окнами часовое колесо под действием стопорной пружины 20 перемещается вдоль триба минутной стрелки. При этом стопорная пружина освобождает штифт молоточка боя 19 и под действием заводной пружины барабан 16 сигнального механизма начинает вращаться.

Крутящий момент с барабана 16 передается через триб 21 колесу боя 17, затем на якорь 18 спускового регулятора, который совершает колебательные движения. На якоре укреплен молоточек боя 19 с инерционным грузом. При колебательном движении якоря молоточек ударяет о штифт, запрессованный в крышке часов, раздается звуковой сигнал.

Механизм заводки пружины сигнала и перевода сигнальной стрелки представляет собой фигурный качаю-



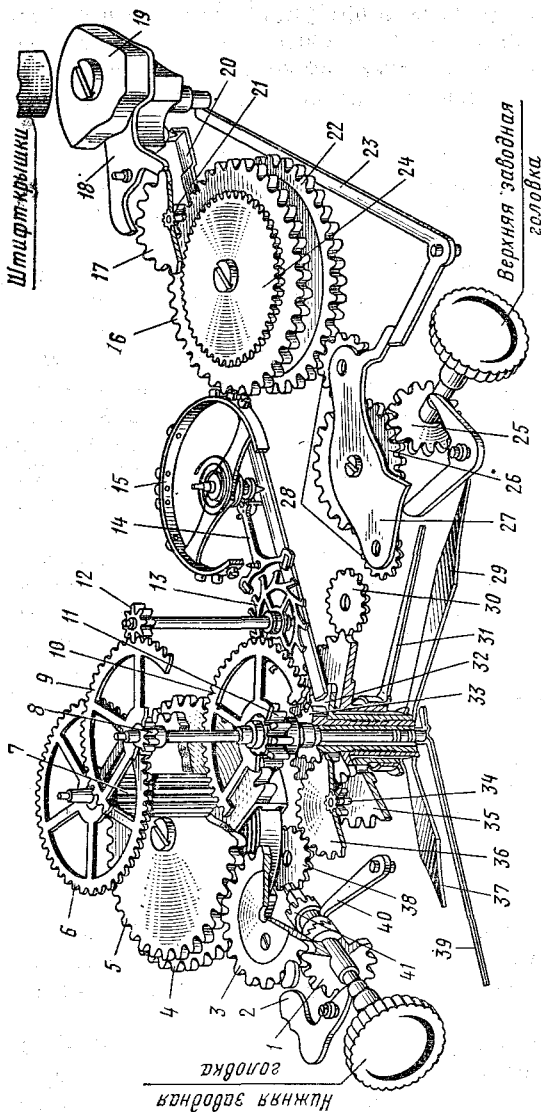


Рис. 55. Кинематическая схема наручных часов с сигнальным устройством:

1 — заводной триб, 2 — переводной рычаг, 3 — заводное колесо, 4 — барабан хода, 5 — барабанное колесо хода, 6 — промежуточное колесо, 7 — триб промежуточного колеса, 8 — триб секундного колеса, 9 — секундное колесо, 10 — центральное колесо, 11 — триб центрального колеса, 12 — триб анкерного колеса, 13 — анкерное колесо, 14 — анкерная вилка, 15 — баланс, 16 — барабан сигнала, 17 — колесо боя, 18 — якорь, 19 — анкерное колесо боя, 20 — стопорная пружина, 21 — триб колеса боя, 22 — нижнее барабанное колесо, 23 — стопорный рычаг, 24 — верхнее барабанное колесо, 25 — заводной триб сигнала, 26 — заводное колесо сигнала, 27 — качающийся мостик, 28 — колеса переключателя, 29 — минутная стрелка, 30 — переводное колесо сигнала, 31 — сигнальный стрелка, 32 — часовое колесо, 33 — триб минутной стрелки, 34 — триб вексельного колеса, 35 — сигнальное колесо, 36 — вексельное колесо, 37 — часовая стрелка, 38 — переводное колесо, 39 — секундная стрелка, 40 — заводной рычаг, 41 — кулачковая муфта

щийся мостик 27, на котором расположены левое и правое колеса переключателя сигнала и среднее заводное колесо 26, которое прикрыто качающимся мостиком и находится в постоянном зацеплении как с заводным трибом 25, так и с колесами переключателя сигнала.

В положении «Заводка» правое колесо 28 переключателя находится в зацеплении с нижним барабанным колесом 22, насаженным на квадрат нижней цапфы вала барабана.

На квадрате верхней цапфы вала барабана насажено верхнее колесо барабана сигнала 24, взаимодействующее с собачкой, удерживающей пружину в заведенном состоянии (собачка на рисунке не показана).

В положении «Установка сигнальной стрелки», т. е. при оттянутой верхней заводной головке, качающийся мостик 27 поворачивается вокруг своей оси и его левое колесо 28 входит в зацепление с переводным колесом 30, находящимся в постоянном зацеплении с сигнальным колесом 35. При вращении заводной головки можно установить сигнальную стрелку 31 в нужное положение. Сигнальную стрелку можно вращать только против часовой стрелки. Чтобы прекратить подачу сигнала до окончания его действия, нужно оттянуть верхнюю заводную головку. При этом выступ качающегося мостика повернет расположенный под ним рычаг, который застопорит молоточек 19.

Для перевода стрелок часового механизма нижнюю заводную головку нужно поставить в положение «Перевод», т. е. оттянуть ее. При этом переводной рычаг 2 надавит своим нижним концом на заводной рычаг 40, который выведет кулачковую муфту 41 из зацепления с заводным трибом 1. При вращении заводной головки будут вращаться кулачковая муфта 41, переводное колесо 38 и вексельное колесо 36 с трибом 34. Движение вексельного колеса 36 передается на триб минутной стрелки 33 и стрелку 29. Триб вексельного колеса 34 вращает часовое колесо 32 с часовой стрелкой 37. В часах с сигнальным устройством нельзя переводить часовую и минутную стрелки в сторону, обратную их движению, так как при этом выступы часового колеса западут в окна сигнального колеса и поведут его за собой, в результате чего колесо может сломаться.

Чтобы завести пружину часового механизма, нужно вращать нижнюю заводную головку. При этом будут вращаться заводной вал и кулачковая муфта 41, которая косыми зубьями соединится с заводным трибом 1. Триб передаст движение заводному колесу 3 и далее барабанному колесу 5, надетому на квадрат вала барабана.

Чтобы завести пружину сигнального механизма, нужно вращать верхнюю заводную головку. При этом вращение заводного вала через заводной триб 25 передается колесу 26 и далее через правое колесо 28 переключателя барабанному колесу 22 сигнального устройства.

### § 13. Часы с секундомером

Наручные часы с секундомером показывают текущее время и, кроме того, имеют механизм секундомера для измерения коротких промежутков времени. Механизм секундомера может быть простого или суммирующего действия, однострелочный или двухстрелочный. В зависимости от конструкции секундомер управляется одной или двумя кнопками. Секундомером суммирующего действия с двухкнопочным управлением можно измерять короткие промежутки времени в различных комбинациях. С его помощью можно, например, сложить продолжительность протекания нескольких процессов; можно после измерения вернуть стрелки на «ноль»; можно в процессе измерения вернуть стрелки на «ноль» и без остановки пустить их снова. Часовой механизм устроен так же, как и механизм с боковой секундной стрелкой.

На рис. 56 представлена кинематическая схема часов «Полет» (модель 3017) с секундомером. Механизмом секундомера управляют с помощью двух кнопок А и Б. Кнопкой А пускают в ход секундную стрелку и стрелку минутного счетчика секундомера. При втором нажатии на кнопку А секундомер останавливается. При нажатии на кнопку Б стрелки секундомера возвращаются в нулевое положение.

Пуск секундомера происходит при нажатии на кнопку А. При этом вокруг своей оси поворачивается основной рычаг 1 и его зацеп 44 поворачивает на один зуб храповое колесо 43; одно плечо тормоза 4 встает на колонку колонного колеса 2, поворачиваясь вокруг своей оси, а другое освобождает (растормаживает) центральное хронографное колесо. Одновременно рычаг включения хронографа 47 под действием пружины перемещается в сторону центрального хронографного колеса 13 — секундомер включается. На оси центрального хронографного колеса установлена секундная стрелка секундомера 25. Секундное хронографное колесо 41 находится в постоянном зацеплении с промежуточным хронографным колесом 42. На оси центрального хронографного колеса 13 расположен палец 11, взаимодействующий через колесо включения счетчика 7 с колесом



Рис. 56. Кинематическая схема наручных часов с секундомером:

1 — рычаг, 2 — колонное колесо, 3 — двойной молоток со штифтом, 4 — тормоз, 5 — рычаг молотка, 6 — рычаг сброса, 7 — колесо включения счетчика, 8 — фиксатор счетчика минут, 9 — колесо счетчика минут, 10 — сердечко счетчика минут, 11 — палец, 12 — основное сердечко, 13 — центральное хронографное колесо, 14 — барабан, 15 — барабанное колесо, 16 — собачка, 17 — заводное колесо, 18 — заводной вал, 19 — переводной рычаг, 20 — фиксатор, 21 — заводной триб, 22 — заводной рычаг, 23 — кулачковая муфта, 24 — переводное колесо, 25 — переводное колесо, 26 — переводное колесо, 27 — вкесельное колесо с трибом, 28 — промежуточное колесо с трибом, 29 — центральное колесо с трибом, 30 — триб минутной стрелки, 31 — минутная стрелка, 32 — часовая стрелка, 33 — боковая секундная стрелка, 34 — часовое колесо, 35 — секундное колесо с трибом, 36 — анкерное колесо с трибом, 37 — анкерная вилка, 38 — стрелка счетчика минут, 39 — баланс со спиралью, 40 — заводной рычаг, 41 — хронографное колесо, 42 — промежуточное хронографное колесо, 43 — храповое колесо, 44 — зацеп основного рычага, 45 — пружинка, 46 — фиксатор колонного колеса, 47 — рычаг включения хронографа, 48 — штифт тормоза

счетчика 9. Последнее останавливается в определенном положении фиксатором 8. На оси колеса 9 расположена стрелка счетчика минут 38.

Остановка механизма секундомера происходит при нажатии на кнопку А. Основной рычаг 1 поворачивается и с помощью рычага 44 поворачивает храповое колесо 43 на один зуб. При этом конец рычага включения хронографа 47 встает на колонку и выводит из зацепления промежуточное хронографное колесо 42 с центральным хронографным колесом 13. Одновременно с этим один конец тормоза 4 под действием пружинки западает между колонками колонного колеса 2, а другой конец затормаживает центральное хронографное колесо 13.

Возврат стрелок секундомера в нулевое положение происходит при нажатии на кнопку Б. Пусковой рычаг молоточка 5 через рычаг сброса 6 освобождает штифт двойного молоточка 3, который под действием пружины перемещается и штифтом тормоза 48 давит на тормоз 4, освобождая при этом центральное хронографное колесо 13. Одновременно скос двойного молоточка давит на штифт рычага включения счетчика минут и отводит колесо включения счетчика 7 от пальца 11. После этого происходит удар двойного молоточка 3 по сердечку счетчика 10 и основному сердечку 12. Сердечко счетчика минут 10 привернуто к колесу счетчика минут 9, а основное сердечко 12 — к центральному хронографному колесу 13. В результате удара двойного молоточка по сердечкам расторможенные колеса возвращают стрелки в нулевое положение. Чтобы механизм снова пустить в ход, нужно нажать на кнопку А, при этом при повороте колонного колеса 2 конец двойного молоточка 3 встанет на

колонку и штифт молоточка западет за скос рычага сброса 6 — произойдет пуск секундомера из нулевого положения.

На циферблате наручных часов с секундомером нанесены шкалы: шкала текущего времени для отсчета часов, минут (большая шкала) и секунд (малая шкала). Большая шкала служит также для замера и отсчета коротких промежутков времени в секундах и долях секунд. Вторая малая шкала служит для счета минут.

На циферблате часов имеются также две дополнительные шкалы: для замера скорости движения с базой в 1 км и для определения расстояния. Скорость выражается в км/ч, а расстояние — в км.

На рис. 57 представлена кинематическая схема часов «Полет» с секундомером и календарем. Механизм секундомера управляется с помощью двух кнопок. Кнопкой 38 пускают в ход секундомерную стрелку и стрелку минутного счетчика секундомера. При повторном нажатии на эту же кнопку секундомер останавливается. При нажатии на кнопку 32 стрелка секундомера возвращается в нулевое положение.

Пуск секундомера осуществляется кнопкой 38. При нажатии на кнопку 38 поворачивается пусковой рычаг 36 с толкателем. Толкатель нажимает на W-образный кулачок двойного молотка 30 и поворачивает его. Кулачок взаимодействует с рычагом включения счетчика 41, который поворачивает тормозной рычаг 51, освобождая таким образом центральное хронографное колесо. Двойной молоток 30 при повороте давит на эксцентрик 43, поворачивая рычаг включения секундомера 54, который вводит колесо включения секундомера 49 в зацепление с центральным хронографным колесом 53. На оси центрального хронографного колеса установлена центральная секундная стрелка 16. Колесо включения секундомера 49 (передаточное хронографное колесо) находится в постоянном зацеплении с колесом секундным хронографа.

На оси центрального хронографного колеса находится палец 48, взаимодействующий через колесо включения счетчика 45 с минутным колесом 42, которое фиксируется пружинкой 39.

Механизм секундомера останавливается при повторном нажатии на кнопку 38. При этом движении толкателя W-образный кулачок поворачивается в следующее положение, отводя в сторону рычаг включения счетчика 41, а тот в свою очередь прижимает тормозной рычаг к центральному хронографному колесу, останавливая его. Двойной моло-

ток 30 при этом поворачивается, действуя через эксцентрик на рычаг включения секундомера 54, который выводит колесо включения секундомера 49 из зацепления с центральным хронографным колесом.

Для возврата стрелок секундомера в нулевое положение нажимают на кнопку 32, которая давит на рычаг 34

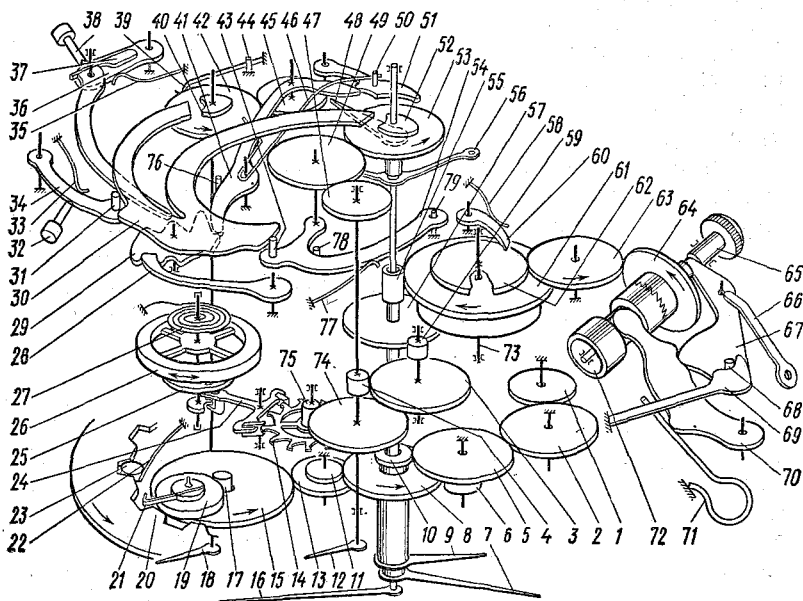


Рис. 57. Кинематическая схема наручных часов с секундомером и календарем:

1, 2, — колеса переводные, 3 — колесо промежуточное, 4 — триб секундный, 5 — колесо вексельное, 6 — триб вексельный, 7 — стрелка минутная; 8 — колесо часовое, 9 — стрелка часовая, 10 — триб минутный, 11 — триб передаточный календаря, 12 — стрелка секундная секундомера, 13 — триб колеса календаря, 14 — колесо анкерное, 15 — колесо календаря, 16 — стрелка секундная, 17 — триб переключателя, 18 — стрелка минутная секундомера, 19 — колесо переключателя, 20 — числовое кольцо, 21 — переключатель, 22 — пружина фиксатора, 23 — фиксатор календаря, 24 — анкерная вилка, 25 — двойной ролик, 26 — баланс, 27 — спираль, 28 — пружина фиксирующая, 29 — W-образный кулачок, 30 — двойной молоток, 31 — штифт рычага возврата, 32 — кнопка возврата, 33 — пружина рычага возврата, 34 — рычаг возврата, 35 — пружина рычага пускового возврата, 36 — рычаг пусковой, 37 — пружина, 38 — кнопка пуска, 39 — пружина фиксирующая, 40 — сердечко, 41 — рычаг включения минутного счетчика, 42 — минутное колесо, 43 44, 50, 76, 78, 79 — эксцентрики, 45 — колесо включения счетчика, 46 — пружина, 47 — колесо секундное передаточное, 48 — палец, 49 — колесо включения секундомера, 51 — рычаг тормозной, 52 — сердечко, 53 — центральное хронографное колесо, 54 — рычаг включения секундомера, 55 — триб центральный, 56 — пружина секундной оси, 57 — колесо центральное, 58 — пружина собачки, 59 — триб промежуточный, 60 — собачка, 61 — барабан, 62 — колесо барабанное, 63 — колесо заводное, 64 — триб заводной, 65 — вал заводной, 66 — пружина рычага переводного, 67 — рычаг переводной, 68 — штифт, 69 — пружина фиксирующая, 70 — рычаг заводной, 71 — пружина, 72 — муфта кулачковая, 73 — вал барабана, 74 — колесо секундное, 75 — триб анкерный, 77 — пружинка

сброса. При этом рычаг сброса поворачивает двойной молоток 30 с W-образным кулачком, который через рычаг 36 включения счетчика отводит тормозной рычаг от центрального хронографного колеса и колесо включения счетчика от пальца. Двойной молоток ударяет по сердечкам, возвращая их и тем самым секундную стрелку в начальное положение.

Основной механизм работает так же, как и механизм обычных часов с центральной секундной стрелкой. От барабана 61 через триб центрального колеса 55 и центральное колесо 57 вращение передается на промежуточный триб 59 и промежуточное колесо 3, на секундный триб 4 и секундное колесо 74. С секундного колеса вращение передается на триб анкерный 75 и анкерное колесо 14, от анкерного колеса через анкерную вилку 24 передается на баланс 26.

На центральный триб фрикционно установлен триб минутной стрелки 10. Через вексельное колесо 5 и его триб 6 движение от триба минутной стрелки 10 передается на часовое колесо 8.

Работа календаря происходит следующим образом. Вращение от часового колеса 8 передается через триб переключателя календаря 11, триб колеса календаря 13 на колесо календаря 15. На колесе календаря расположен узел колеса переключателя, который совершает равномерное движение, находясь в зацеплении с трибом переключателя 17. Триб переключателя запрессован в отверстие колонки платины, на которой установлено колесо календаря 15.

Через каждые три оборота колеса календаря пружина переключателя 21 входит в зацепление с очередным зубом числового кольца 20 и переключает календарь.

## § 14. Специальные наручные часы

**Антимагнитные часы.** При работе вблизи сильных магнитных полей снижается точность хода часов, а иногда часы совсем останавливаются. Для уменьшения влияния внешних магнитных полей на ход часов применяются специальные экранирующие устройства.

Антимагнитные часы должны функционировать в магнитном поле напряженностью от 4400 до 4800 А/м. Изменение величины мгновенного суточного хода через 15 мин после удаления часов из магнитного поля не должно быть более 45 с для женских часов и 30 с — для мужских.

Экранирующее устройство часов (рис. 58) состоит из чашеобразного экрана 1 и циферблата 2, изготовленных



из магнитомягких материалов с высокой магнитной проницаемостью, например сталь ЭА (армко) и железоникелевый сплав — пермаллой. Иногда экраном служит кольцо крепления механизма, изготовленное из этих материалов. В кольце имеется боковое отверстие для заводного вала 3, два отверстия для винтов крепления механизма часов к экрану и отверстие для оси переводного рычага. В расточку кольца устанавливают циферблат. Чтобы уменьшить влияние магнитных полей, заводную пружину и спираль для антимагнитных часов изготавливают из немагнитных

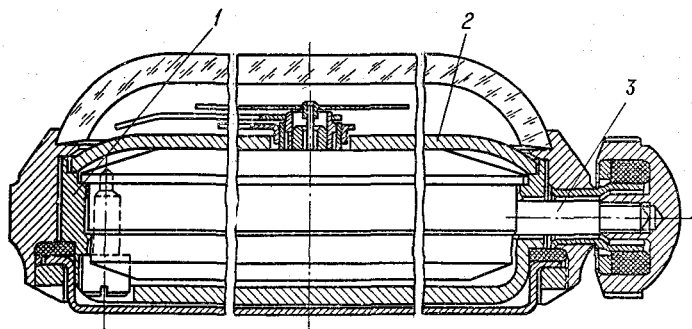


Рис. 58. Экранирующее устройство антимагнитных часов:  
1 — экран, 2 — циферблат, 3 — заводной вал

сплавов, заводной вал — из бериллиевой бронзы, а стрелки — из латуни.

**Часы в защитных корпусах.** Большое значение для обеспечения точности хода и долговечности работы часов имеет защита их от попадания внутрь пыли, грязи и влаги.

В корпусе часов имеются три соединения, через которые внутрь часов могут проникать влага, пыль и грязь; между крышкой и корпусным кольцом, между стеклом и корпусным кольцом и между заводной головкой и корпусным кольцом.

ГОСТ на часы предусматривает несколько корпусов: обыкновенные, водозащитные, водонепроницаемые.

Обычный корпус не имеет специальных защитных устройств, о которых речь шла выше. В обычном корпусе крышка надевается на корпусное кольцо без прокладок для герметизации. Корпуса водозащитных и водонепроницаемых наручных часов делают герметизированными. Известно много конструкций часов, выполненных в защитных корпусах.

Основные меры для герметизации часов следующие: между крышкой и корпусом помещают прокладку из полихлорвинила или резины, в заводную головку устанавливают сальник, стекло плотно укрепляют в корпусе и проклеивают (рис. 59).

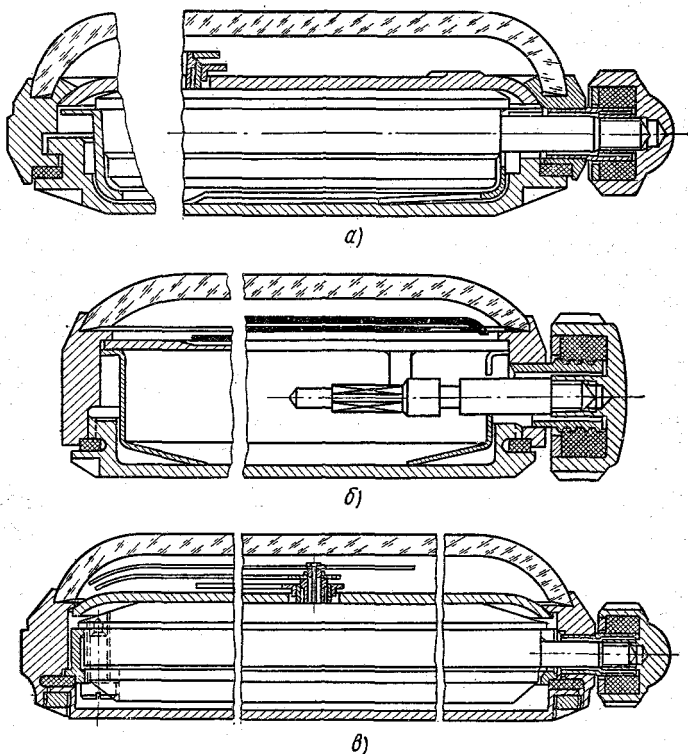


Рис. 59. Крепление крышек защитных корпусов:  
 а — байонетное, б — резьбовое, в — резьбовым кольцом

Надежный зажим герметизирующей прокладки и хорошую защиту механизма со стороны крышки обеспечивает байонетное крепление (рис. 59, а).

Наиболее простым является резьбовое крепление крышки к корпусному кольцу (рис. 59, б). Однако при сборке корпуса может образоваться и попасть в механизм стружка, которая вызовет остановку часов.

Наиболее распространенным является крепление крышки к корпусному кольцу с помощью резьбового кольца

(рис. 59, в). В этой конструкции герметизация является наиболее надежной и нет опасности попадания в механизм стружки.

Заводную головку герметизируют с помощью сальников из полихлорвинила или другого пластичного материала. Сальник запрессовывают в заводную головку. Заводную головку с сальником надевают на специальную втулку в корпусном кольце.

Стекло обычно запрессовывают в корпусное кольцо и проклеивают специальным клеем.

**Часы для подводного плавания «Амфибия».** В часах для подводного плавания механизм помещен в водонепроницаемый корпус из нержавеющей стали, выдерживающий давление до 20 атмосфер. На корпусном кольце расположен поворотный рант, на котором нанесено две шкалы: на внутренней указано время, в течение которого можно находиться на глубине с последующим подъемом без декомпрессии, на внешней — указана глубина погружения (в метрах). Для замера времени по внутренней шкале необходимо треугольник, расположенный на шкале, совместить с минутной стрелкой и вести отсчет времени.

Например, на глубине 60 м можно находиться 5 мин, а на глубине 30 м — 25 мин.

**Часы для слепых.** Наша промышленность выпускает специальные наручные часы для слепых. Кинематическая схема часов аналогична разобранным ранее, но корпус часов имеет особую конструкцию. Рядом с заводной головкой расположена специальная кнопка, нажав на которую можно легко открыть рант корпуса со специальным стеклом для определения показания времени на ощупь. Циферблат часов изготавливают из эмали. Цифры часовой шкалы несколько сдвинуты к центру. Вокруг часовой шкалы расположена добавочная шкала с круглыми выпуклыми знаками, по которым определяют время на ощупь. Цифры 3, 6, 9 и 12 отмечены двумя знаками — один под другим, для того чтобы легче было ориентироваться. Часы имеют только часовую и минутную стрелки, которые изготавливают более жесткими, чем в обычных часах, и устанавливают их несколько выше.

## § 15. Электрические наручные часы

Электрическими называют часы, имеющие механический регулятор и электрическую систему формирования импульса для возбуждения автоколебаний.

Электрические часы подразделяют на электромеханические и электронно-механические.

В электромеханических часах поступление электроэнергии в систему привода осуществляется контактным способом — в определенной фазе движения осциллятора происходит замыкание контактов и поступление электроэнергии от источника питания в систему привода.

В электронно-механических часах поступление электроэнергии в систему привода осуществляется бесконтактным способом. В определенной фазе движения осцилляторная электронная система отпирает транзистор и пропускает электроэнергию от источника питания в систему привода.

Электрическая система привода делится на магнитоэлектрическую и электромагнитную. В магнитоэлектрической системе силовой импульс формируется в результате взаимодействия магнитного поля постоянных магнитов с магнитным полем бескаркасной катушки, по виткам которой течет ток. В электромагнитной системе силовой импульс формируется в результате взаимодействия магнитного поля электромагнита с деталью из магнитомягкого материала.

В наручных часах применяют магнитоэлектрический привод, поскольку он при малых габаритных размерах создает более сильное магнитное поле и, следовательно, к. п. д. такого привода выше.

Электрические часы отличаются от механических:

новыми, высокочастотными осцилляторами — камертоном, кварцем, что повышает точность и стабильность работы часов;

спусковым механизмом с магнитной фиксацией и системой магнитоэлектрического или электромагнитного привода;

основной колесной системой, являющейся редуктором, у которого трибы ведущие, а колеса ведомые;

формами временной информации — стрелочной или цифровой;

источником энергии — в качестве источника питания используют гальванический элемент (батарейку).

На рис. 60 представлена кинематическая схема электронно-механических часов 3054. При подключении источника питания к электронному блоку электрический сигнал передается на баланс, который состоит из верхнего и нижнего дисков 37 с завальцованным ободом 36. С одной сто-

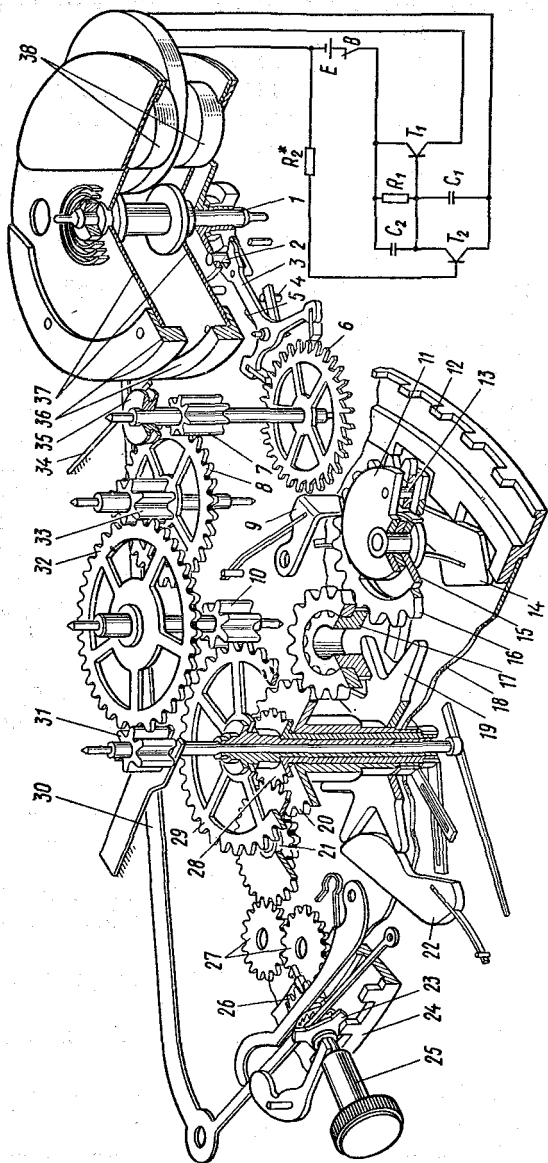


Рис. 60. Кинематическая схема наручных электронно-механических часов с балансовым регулятором 3054:

1 — ось баланса, 2 — импульсный камень, 3 — анкерная вилка, 4 — ограничительные штифты, 5, 38 — постоянные магниты, 6 — ходовое колесо, 7 — триб ходового колеса, 8 — передаточное колесо, 9 — пружина кулачка, 10 — триб промежуточного колеса, 11 — кулачок, 12, 24 — числовые кольца, 13 — штифт кулачка, 14 — фиксатор, 15 — толкатель, 16 — суточное колесо, 17 — колесо календаря, 18 — недельное колесо, 19 — звездочка, 20 — часовое колесо, 21 — вексельное колесо, 22 — фиксатор, 23 — звездочка, 25 — переводной вал, 26 — кулачковая муфта, 27 — переводные колеса, 28 — триб минутной стрелки, 29 — центральное колесо, 30 — рычаг, 31 — центральный секундный триб, 32 — промежуточное колесо, 33 — триб передаточного колеса 34 — пружина, 35 — фрикцион, 36 — свобод баланса, 37 — нижний и верхний диски баланса

роны к ободу прикреплены постоянные магниты 38, с другой стороны обода укреплены противовесы.

В нижний диск запрессован импульсный камень 2, который взаимодействует с анкерной вилкой 3. Перемещение анкерной вилки ограничивается штифтами 4, притяжка ее к которым осуществляется постоянным магнитом 5.

Анкерная вилка взаимодействует с ходовым колесом 6. Триб ходового колеса 7 через передаточное колесо 8 и его триб 33 передает движение колесу 37 с трибом 10. Триб 10 передает движение на центральное колесо 29, а колесо передает движение на центральный секундный триб 31. На триб центрального колеса фрикционно установлен триб минутной стрелки 28, который передает движение на колесо 21 и через его триб на часовое колесо 20.

При работе часового механизма часовое колесо 20 вращает колесо календаря 17, триб которого передает движение на суточное колесо 16. Суточное колесо вращается на втулке, запрессованной в кулачок 11. С кулачком жестко связан штифт 13, проходящий между спицами суточного колеса 16. На втулке кулачка находится толкатель, в паз которого входит тот же штифт кулачка.

Таким образом, суточное колесо 16, захватывая штифт, поворачивает весь узел переключателя, т. е. кулачок 11 и толкатель 15.

По профилю кулачка скользит носик пружины кулачка 9, накапливающей энергию переключающего импульса. При переходе пружины наивысшей точки профиля кулачка срабатывает календарь.

Кулачок 11 совместно с толкателем 15 поворачивается вперед, опережая суточное колесо, и своим штифтом увлекает звездочку 19, жестко связанную с недельным колесом, при этом звездочка поворачивает недельное колесо 18. Зуб толкателя перемещает числовое кольцо 12. Диск дней недели и числовое кольцо фиксируются фиксаторами 14 и 22.

Перевод стрелок и корректировку календаря осуществляют переводной головкой, которая с переводным валом 25 может занимать три фиксированных положения: первое — нейтральное, второе — корректировка чисел, третье — перевод стрелок.

Для перевода стрелок переводной вал 25 устанавливают в фиксированное положение. При этом кулачковая муфта 26 через переводные колеса 27 вращает при повороте вала вексельное колесо 21, триб минутной стрелки 28 и часовое колесо 20.

Для корректировки чисел переводной вал 25 устанавливают в фиксированное положение. При этом звездочка 23 входит в зацепление с торцовым зубом числового кольца 12 и при повороте переводного вала вращает числовое кольцо — происходит быстрая смена чисел.

В проточке переводного вала 25 расположен рычаг 30, который при отводе переводной головки во второе или третье фиксированное положение поворачивается и тор-

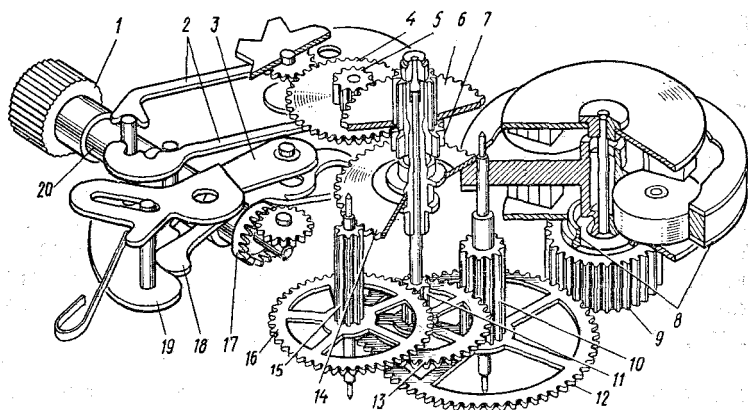


Рис. 61. Кинематическая схема наручных электронно-механических кварцевых часов с шаговым двигателем 3050:

1 — переводная головка, 2 — фиксатор, 3 — плавающая кулиса, 4 — вексельное колесо, 5 — триб вексельного колеса, 6 — часовое колесо, 7 — триб минутной стрелки, 8 — шаговый двигатель, 9 — триб шагового двигателя, 10 — триб передаточного колеса, 11 — триб секундного колеса, 12 — передаточное колесо, 13 — секундное колесо, 14 — центральное колесо, 15 — триб промежуточного колеса, 16 — промежуточное колесо, 17 — кулачковая муфта, 18 — переводной рычаг, 19 — заводной рычаг, 20 — заводной вал

мозит узел баланса. При возврате переводной головкой в нейтральное положение рычаг отпускает узел баланса, который начинает вращаться.

На рис. 61 представлена кинематическая схема наручных электронно-механических кварцевых часов 3050 с шаговым двигателем. При подключении источника питания к электронному блоку разнополярный электрический сигнал от блока передается на шаговый двигатель 8, который преобразует последовательные электрические импульсы в прерывистое вращение вала двигателя 8. Триб шагового двигателя 9, вращаясь, передает движение на передаточное колесо 12, триб 10 которого вращает секундное колесо 13 с трибом 11. Через триб секундного колеса движение передается на промежуточное колесо 16 и через его триб 15

на центральное колесо 14. На центральное колесо фрикционно установлен триб минутной стрелки 7, от которого вращение через вексельное колесо 4 и его триб 5 передается на часовое колесо 6.

На рис. 62 представлена схема двойного календаря. При работе часового механизма часовое колесо 20 вращает колесо календаря 9, триб которого 10 передает вращение суточному колесу 11. Суточное колесо вращается на втулке, запрессованной в кулачок 12. С кулачком 12 жестко

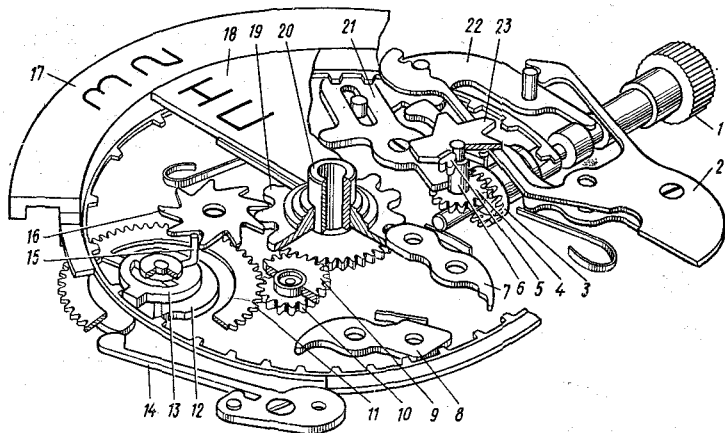


Рис. 62. Кинематическая схема календарного устройства кварцевых часов с шаговым двигателем 3050:

1 — переводная головка, 2 — фиксатор, 3 — кулачковая муфта, 4, 5 — переводные колеса, 6 — ось переводного колеса, 7, 8 — фиксаторы, 9 — колесо календаря, 10 — триб колеса календаря, 11 — суточное колесо, 12 — кулачок, 13 — толкатель, 14 — пружина кулачка, 15 — штифт, 16 — звездочка, 17 — числовое кольцо, 18 — диск дней недели, 19 — недельное колесо, 20 — часовое колесо, 21 — плавающая кулиса, 22 — переводной рычаг, 23 — звездочка корректора

связан штифт 15, проходящий между спицами суточного колеса 11. Над суточным колесом на втулке кулачка находится толкатель 13, в паз которого входит тот же штифт кулачка 15. Таким образом суточное колесо 11, захватывая кулачок 12 и толкатель 13, вращает весь узел переключателя, кулачок 12 и толкатель 13 как одно целое.

По профилю кулачка скользит носик пружины кулачка 14, накапливающей энергию переключателя импульса. При переходе носика пружины наивысшей точки профиля кулачка происходит срыв пружины кулачка и срабатывание календаря.



Кулачок совместно с толкателем скачком поворачивается вперед, опережая суточное колесо, и своим штифтом 15 увлекает звездочку 16. Зуб толкателя перемещает числовое кольцо 17, а зуб звездочки — зуб недельного колеса 19, жестко связанный с недельным диском 18. Диск дней недели 18 и числовое кольцо 17 фиксируются фиксаторами 7 и 8.

Для перевода стрелок и корректировки календаря часы имеют колесную систему особой конструкции. Переводной вал с головкой 1 может занимать три фиксированных положения: первое — нейтральное, второе — корректировка числа, третье — перевод стрелок.

Переводное колесо в этой конструкции состоит из двух частей 4 и 5, напрессованных на одну ось 6, вращающуюся в плавающей кулисе 21. На ту же ось напрессована звездочка 23.

Для перевода стрелок переводной вал устанавливают в третье фиксированное положение, при этом кулачковая муфта 3 входит в зацепление с переводным колесом 4. При вращении переводного вала вращаются кулачковая муфта 3, переводное колесо 4 и через переводное колесо 5 вращение передается на узел минутного колеса и далее на триб минутной стрелки и часовое колесо 20 и соответственно на минутную и часовую стрелки.

Второе фиксированное положение переводного вала предназначено для ускоренной корректировки чисел календаря. Плавающая кулиса 21 занимает такое положение, при котором кулачковая муфта находится в зацеплении с переводным колесом 4, при этом переводное колесо 5 вращается вхолостую, а звездочка 23 входит в зацепление с зубом числового кольца 17. При вращении переводного вала происходит быстрая смена календаря.

На рис. 63, а представлена кинематическая схема электронно-механических часов модели 3056 с шаговым двигателем. При подключении источника питания 8 к электронному блоку 7 разнополярный электрический сигнал блока передается на шаговый двигатель 6, который преобразует электрические сигналы блока в прерывистое вращение ротора. Триб ротора передает движение передаточному колесу 5, триб которого передает вращение секундному колесу 4, а его триб промежуточному колесу 10 и через его триб центральному колесу 3. На трубку центрального колеса фрикционно надет триб 2 минутной стрелки, который приводит в движение минутное колесо 16 и через его триб вращение передается часовому колесу 1. При установке

переводного вала 12 в положение «Перевод стрелок» поворачивается рычаг 13 и рычаг 14 кулачковой муфты. При этом кулачковая муфта 11 входит в зацепление с переводным колесом 15 и далее через минутное колесо 16 и его триб на часовое колесо 1 и триб 2 минутной стрелки.

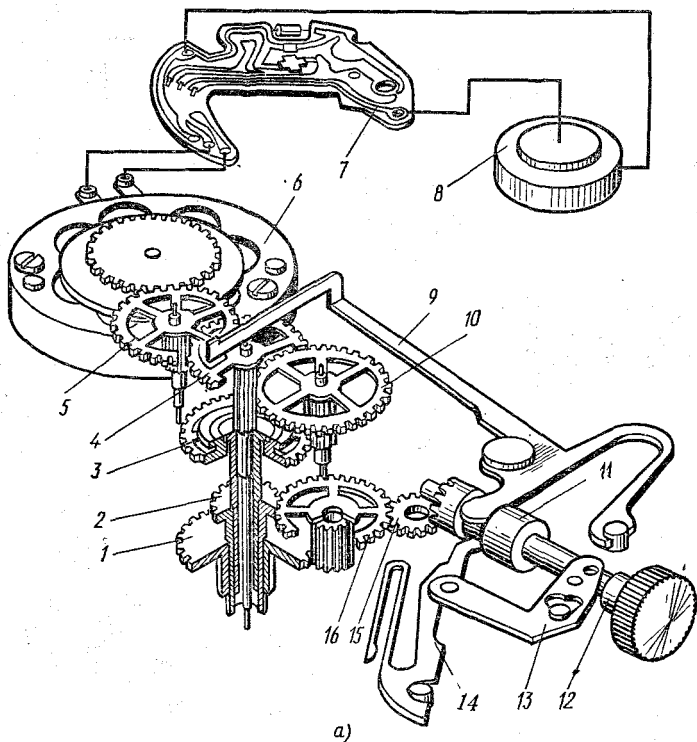
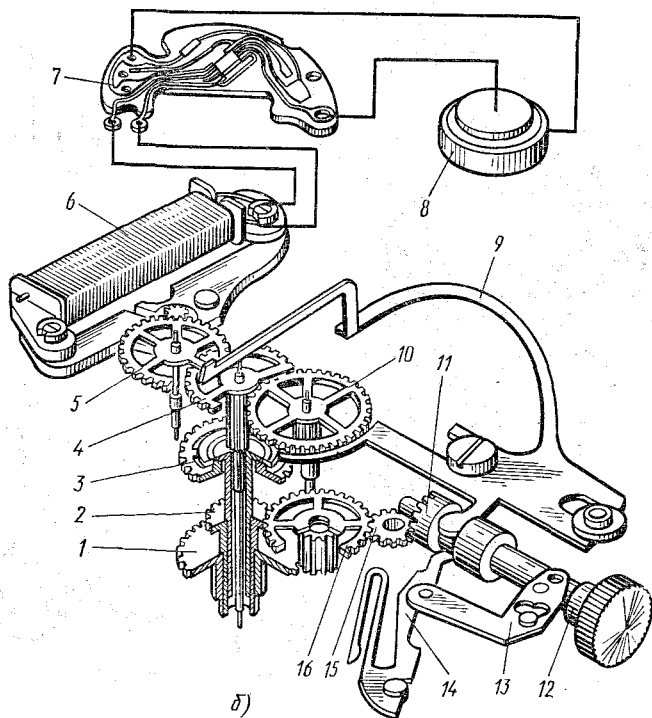


Рис. 63. Кинематическая схема наручных электронно-механических часов с шаговым двигателем с встроенной катушкой. 6 — часы с шаговым ки, 3 — колесо центральное, 4 — колесо секундное с трибом, 5 — колесо переводное, 8 — источник питания, 9 — рычаг стопорения, 10 — колесо промежуточное с рычагом, 11 — кулачковая муфта, 12 — переводный вал, 13 — рычаг, 14 — рычаг кулачковой муфты, 15 — переводное колесо, 16 — ми-

При перемещении кулачковой муфты вдоль переводного вала 12 поворачивается рычаг стопорения 9, при этом один его конец стопорит колесную систему, а другой подходит к штифту обнуления электронного блока. При возврате переводного вала в первое положение рычаг стопорения отходит от колесной системы и штифта обнуления, кулачковая муфта выходит из зацепления с переводным колесом. Часы начинают работать.

На рис. 63, б представлена кинематическая схема часов модели 3056А, которые имеют ту же конструкцию, что и модель 3056, но в них установлен шаговый двигатель с выносной катушкой.

На рис. 64 представлена кинематическая схема элект-



ских часов с шаговым двигателем 3056:

двигателем с выносной катушкой: 1 — колесо часовое, 2 — триб минутной стрелчаточное с трибом, 3 — шаговый двигатель, 4 — блок кварцевого генератора, трибом, 5 — кулачковая муфта, 6 — переводной вал с головкой, 7 — переводное колесо с трибом

ронно-механических часов модели 1956 с шаговым двигателем.

При подключении источника питания 2 к электронному блоку 3 разнополярные электрические импульсы передаются на шаговый двигатель 1, при этом поляризуются полюса статора и возникает вращающий момент, под действием которого ротор с трибом поворачивается и передает движение передаточному колесу 4 и через его триб секунднему

колесу 5. Триб секундного колеса через промежуточное колесо 7 и его триб передает вращение центральному колесу 17, на втулке которого фрикционно расположен триб 16 минутной стрелки. От триба минутной стрелки через минутное колесо 14 и его триб вращение передается на часовое колесо 15. Переводя переводной вал 11 в положение

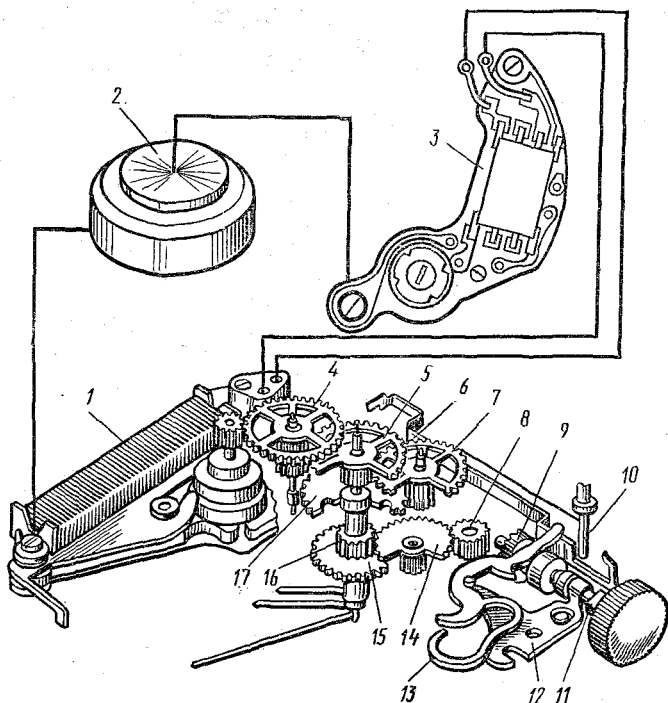


Рис. 64. Кинематическая схема наручных электронно-механических часов модели 1956 с шаговым двигателем:

1 — шаговый двигатель, 2 — источник питания, 3 — блок кварцевого генератора, 4 — передаточное колесо с трибом, 5 — секундное колесо с трибом, 6 — рычаг стопорения, 7 — промежуточное колесо с трибом, 8 — переводное колесо, 9 — кулачковая муфта, 10 — штифт обнуления, 11 — переводной вал, 12 — переводной рычаг, 13 — рычаг кулачковой муфты, 14 — минутное колесо с трибом, 15 — часовое колесо, 16 — триб минутной стрелки. 17 — центральное колесо

«Перевод стрелок» поворачиваются переводной рычаг 12 и рычаг 13 кулачковой муфты, при этом кулачковая муфта 9 перемещается вдоль вала и входит в зацепление с переводным колесом 8, а далее движение через минутное колесо 14 и его триб передается на часовое колесо и триб минутной стрелки. Рычаг стопорения 6 одним концом под-

ходит к колесу, а другим к штифту 10 обнуления электронного блока 3, при этом часы останавливаются. После

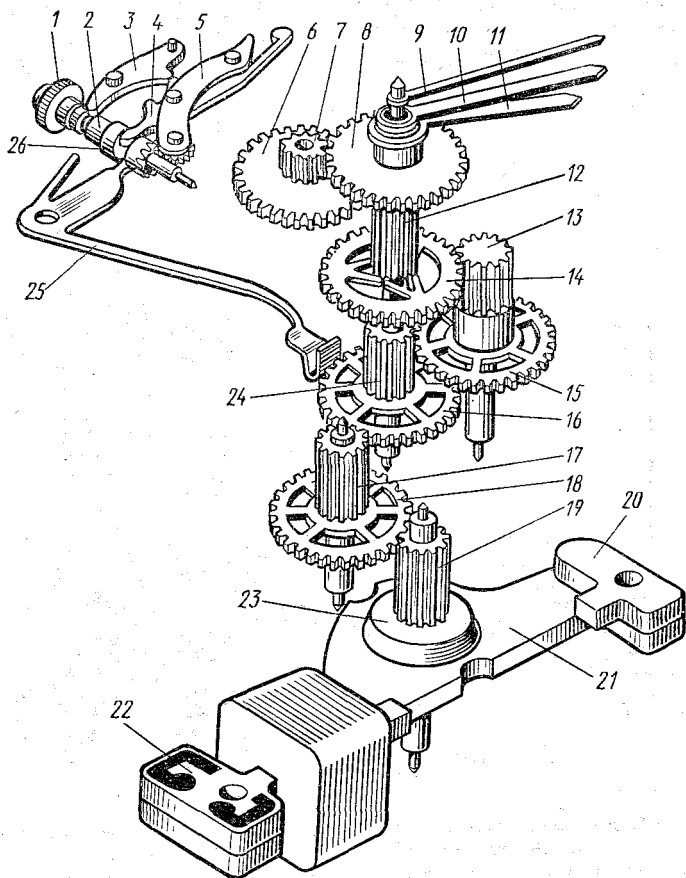


Рис. 65. Кинематическая схема наручных электронно-механических часов модели 2450 с шаговым двигателем:

1 — переводная головка, 2 — переводной вал, 3 — рычаг переводной, 4 — рычаг кулачковой муфты, 5 — рычаг корректора, 6 — вексельное колесо, 7 — триб вексельного колеса, 8 — часовое колесо, 9 — секундная стрелка, 10 — минутная стрелка, 11 — часовая стрелка, 12 — минутный триб, 13 — промежуточный триб, 14 — центральное колесо, 15 — промежуточное колесо, 16 — секундное колесо, 17 — передаточный триб, 18 — передаточное колесо, 19 — триб ротора, 20 — катушка, 21 — статор, 22 — контактные площадки катушки, 23 — ротор, 24 — секундный триб, 25 — тормоз, 26 — кулачковая муфта

возврата переводного вала в первое положение переводной рычаг и рычаг кулачковой муфты поворачиваются, муфта выходит из зацепления с переводным колесом, а рычаг

стопорения отходит от колесной системы и штифта обнуления — часы начинают работать.

На рис. 65 представлена кинематическая схема наручных электронно-механических часов модели 2450 (подобная схема у часов 2456 без календаря). При подключении источника питания к блоку кварцевого генератора разнополярный электрический сигнал через контактные площадки 22 передается на шаговый двигатель, при этом поляризуется полюс статора 21 и возникает вращающий момент, под действием которого ротор 23 с трибом 19 поворачи-

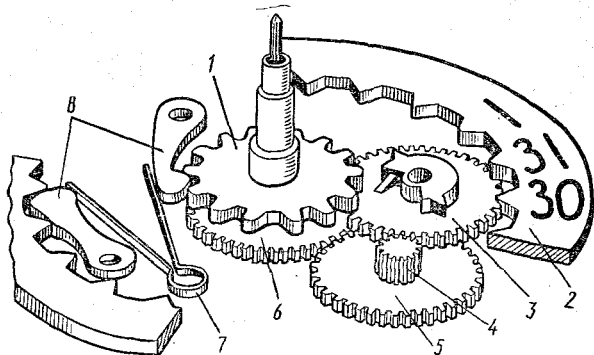


Рис. 66. Схема механизма календаря электронно-механических часов модели 2450:

1 — недельная звездочка, 2 — числовое кольцо, 3 — суточное колесо с поводком, 4 — триб колеса календаря, 5 — колесо календаря, 6 — часовое колесо, 7 — пружина фиксаторов, 8 — фиксаторы

чивается и передает движение передаточному колесу 18 с трибом 17, через который движение передается секундному колесу 16 с трибом 24. От триба 24 вращение через промежуточное колесо 15 и триб 13 передается расположенному на втулке центральному колесу 14 с минутным трибом 12. На втулку триба минутного устанавливается часовое колесо 8 с фольгой, движение на которое передается через вексельное колесо 6 и его триб 7.

От часового колеса 6 (рис. 66) вращение передается колесу календаря 5 с трибом 4, который приводит в движение суточное колесо 3 с поводком.

Поводок при обороте суточного колеса своим выступом входит в зубья числового кольца 2 и поворачивает его. Для поворота дней недели на диск дней недели напрессована недельная звездочка 1. Поводок суточного колеса входит в зацепление со звездочкой и поворачивает диск дней не-

дели. Положение диска дней недели и числового кольца фиксируется фиксаторами 8 с пружиной 7.

Для корректировки календаря переводной вал устанавливается во второе положение, при этом переводной рычаг 7 (рис. 67), поворачиваясь, давит на рычаг корректора 8, на котором закреплено колесо корректора с трибом.

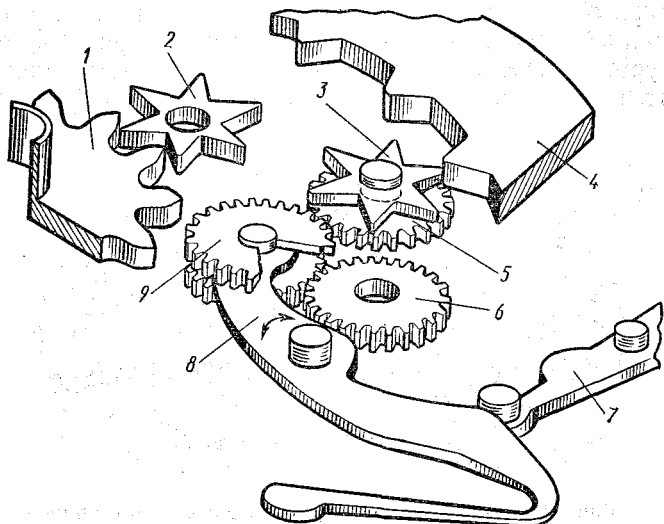


Рис. 67. Схема механизма корректора электронно-механических часов модели 2450:

1 — недельная звездочка, 2 — звездочка, 3 — корректирующая звездочка, 4 — часовое кольцо, 5 — триб корректирующей звездочки, 6 — переводное колесо, 7 — переводной рычаг, 8 — рычаг корректора, 9 — колесо корректора

Колесо корректора входит в зацепление с переводным колесом 6, а триб колеса 9 корректора соединяется с трибом 5 корректирующей звездочки 3, которая поворачивает числовое кольцо 4. Через переводное колесо происходит корректировка стрелок. При вращении переводного вала в другую сторону звездочка 3 выходит из зацепления с колесом 9 и входит в зацепление со звездочкой 2, которая вращает при этом недельную звездочку 1 и вместе с ней диск дней недели.

Перевод стрелок и обнуление делителя частоты производится установкой переводного вала в третье положение. При этом переводной рычаг 3 (см. рис. 65), расположенный в проточке переводного вала, давит на рычаг 4 кулачковой муфты, расположенный в проточке кулачковой муфты 26,

и подводит ее к колесу переводному. Связанный с кулачковой муфтой тормоз 25 также поворачивается и подходит к зубьям колеса 16 секундного, останавливая его. При возврате переводного вала в начальное положение кулачковая муфта отходит от колеса переводного, а тормоз от колеса секундного, освобождая тем самым колесную систему, которая под действием импульсов шагового двигателя начинает вращаться.

На рис. 68 представлена конструктивная схема механизма наручных электронно-механических часов модели 1656Н. От источника питания 23 через токосъемники ниж-

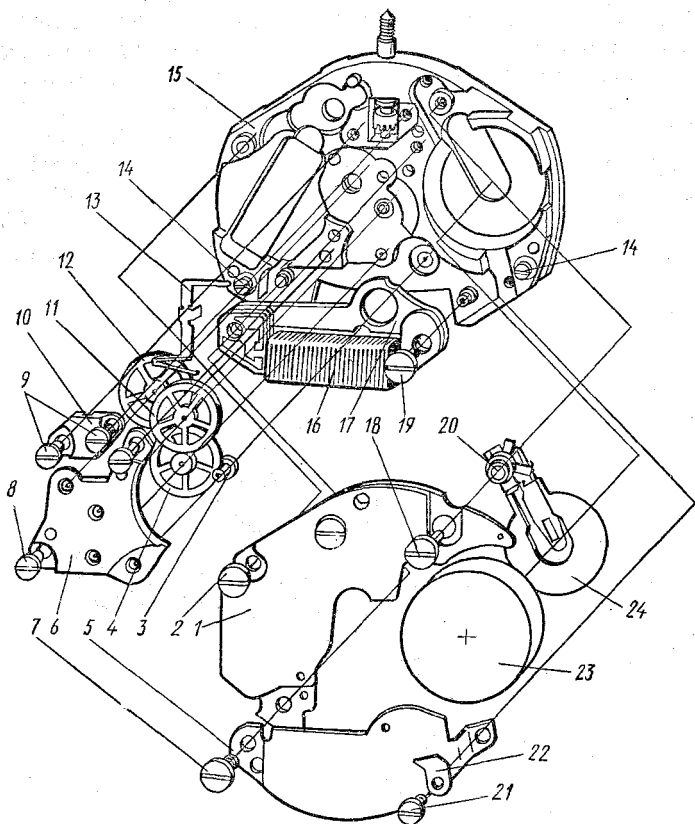


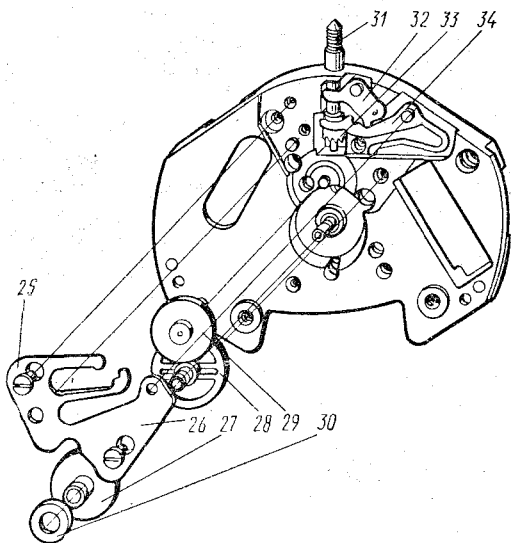
Рис. 68. Схема наручных электронно-механических

1 — блок кварцевого генератора, 2, 7, 8, 9, 14, 18, 19, 21, 25 — винты, 3 — ротор, колесо, 12 — промежуточное колесо, 13 — тормоз, 15 — платина, 16 — катушка косъемник, 23 — источник питания, 24 — прокладка, 26 — фиксатор, 27 — часо-  
31 — переводной вал, 32 — переводной рычаг, 33 —



ний 20 и боковой 22 подается питание на блок кварцевого генератора 1. Возникающий под действием подведенного напряжения разнополярный электрический сигнал через контактные площадки катушки 16 шагового двигателя передается на шаговый двигатель, при этом поляризуется полюс ротора 3 и возникает вращающий момент, под действием которого ротор, расположенный в отверстии статора 17 между платиной 15 и мостом 6, поворачивается и своим трибом передает движение передаточному колесу 4 с трибом. Триб передаточного колеса передает вращение на секундное колесо 11 с трибом, через которое вращение передается на промежуточное колесо 12 с трибом. Триб промежуточного колеса входит в зацепление с колесом 28 центральным, расположенным на втулке платины вместе с трибом минутным. На втулке триба минутного расположено колесо часовое 27 и фольга 30. Вращение на часовое колесо передается через вексельное колесо 29 и его триб. Для защиты двигателя от внешних магнитных полей устанавливается специальный экран-накладка 23.

Перевод стрелок и обнуление делителя частоты производятся переводным валом 31 с переводной головкой. При



ких часов модели 1656Н с шаговым двигателем:

4 — передаточное колесо, 5 — экран, 6 — мост, 10 — накладка, 11 — секундное шагового двигателя, 17 — статор, 20 — нижний токосъемник, 22 — боковой го-  
вое колесо, 28 — центральное колесо, 29 — вексельное колесо, 30 — фольга,  
кулачковая муфта, 34 — рычаг кулачковой муфты

перемещении переводного вала в положение «Перевод стрелок», расположенный в его пазу, переводной рычаг 32 давит на рычаг кулачковой муфты 34 и передвигает кулачковую муфту 33, вводя ее в зацепление с переводным колесом. Одновременно тормоз 13 подходит к секундному ко-

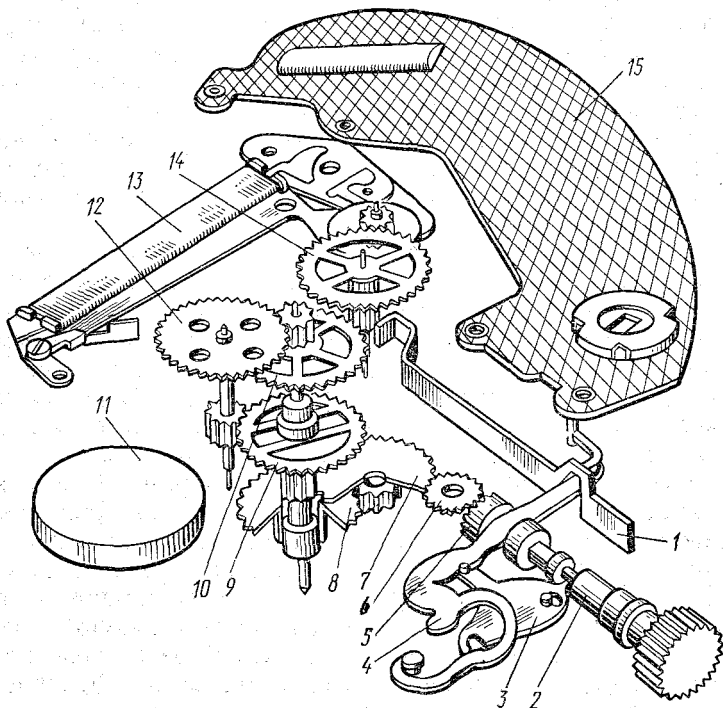


Рис. 69. Кинематическая схема электронно-механических часов модели 2356 с шаговым двигателем:

1 — рычаг тормозной, 2 — переводной вал с головкой, 3 — переводной рычаг, 4 — рычаг кулачковой муфты, 5 — кулачковая муфта, 6 — переводное колесо, 7 — минутное колесо, 8 — часовое колесо, 9 — центральное колесо с трибом минутной стрелки, 10 — секундное колесо, 11 — источник питания, 12 — промежуточное колесо, 13 — шаговый двигатель, 14 — передаточное колесо, 15 — блок кварцевого генератора

лесу и стопорит его. При возврате вала в начальное положение кулачковая муфта выходит из зацепления с колесом, а тормоз отходит от секундного колеса, освобождая при этом колесную систему.

На рис. 69 представлена кинематическая схема электронно-механических часов модели 2356 с блочным шаговым двигателем и выносной катушкой. При подключении источ-

ника питания 11 к блоку 15 кварцевого генератора сигнал через контакты передается на шаговый двигатель 13, при этом поляризуются полюсы статора и возникает вращающий момент, под действием которого ротор с трибом поворачивается и передает движение передаточному колесу 14 с трибом, через который движение передается секунднему колесу 10 с трибом. От триба секундного колеса, через промежуточное колесо 12 с трибом движение передается центральному колесу 9, на котором фрикционно надет триб минутной стрелки. На трубку триба минутной стрелки установлено часовое колесо 8, движение на которое передается через минутное колесо 7 и его триб. Для защиты шагового двигателя устанавливается специальный защитный экран.

Перевод стрелок и обнуление производятся с помощью перемещения переводного вала 2. Кулачковая муфта 5, расположенная на переводном валу, при его перемещении через переводной рычаг 3 и рычаг 4 муфты 5 перемещается вдоль вала и входит в зацепление с переводным колесом 6, связанным с минутным колесом 7. Через минутное колесо и его триб движение при вращении вала передается на часовое колесо и триб минутной стрелки. Рычаг кулачковой муфты перемещает тормозной рычаг 1, который своим упругим концом входит в контакт со штифтом обнуления электронного блока, при этом происходит отключение шагового двигателя и обнуление интегральной схемы. Отключение шагового двигателя вызывает останов колесной системы. Другим концом пластины тормозной рычаг при перемещении упирается в зубчатый венец передаточного триба, что позволяет из-за проскальзывания фрикциона на триб минутной стрелки обеспечить стопорение секундной стрелки при переводе. После возвращения вала в рабочее положение кулачковая муфта занимает нейтральное положение, рычаги поворачиваются и часовой механизм начинает работать.

На рис. 70 представлен механизм электронно-механических часов модели 2968 с аналого-цифровой индикацией. Механическая часть часов расположена между платиной 26 и основанием 23 с мостом 14 и мостом 6 колесной системы. Основание 23 жестко связано с мостом 14, в котором расположены нижние опоры передаточного колеса 5 с трибом и секундного колеса 10 с трибом. Узел основания 23 с трибом и мост 14 соединяются с платиной 26, в которой расположены нижние опоры триба ротора 8 и промежуточного триба с колесом 7. Верхние опоры всех трибов распо-

жены в мосту 6 колесной системы. С циферблатной стороны моста 14 на втулке центральной свободно устанавливается центральное колесо 21 с трибом минутным.

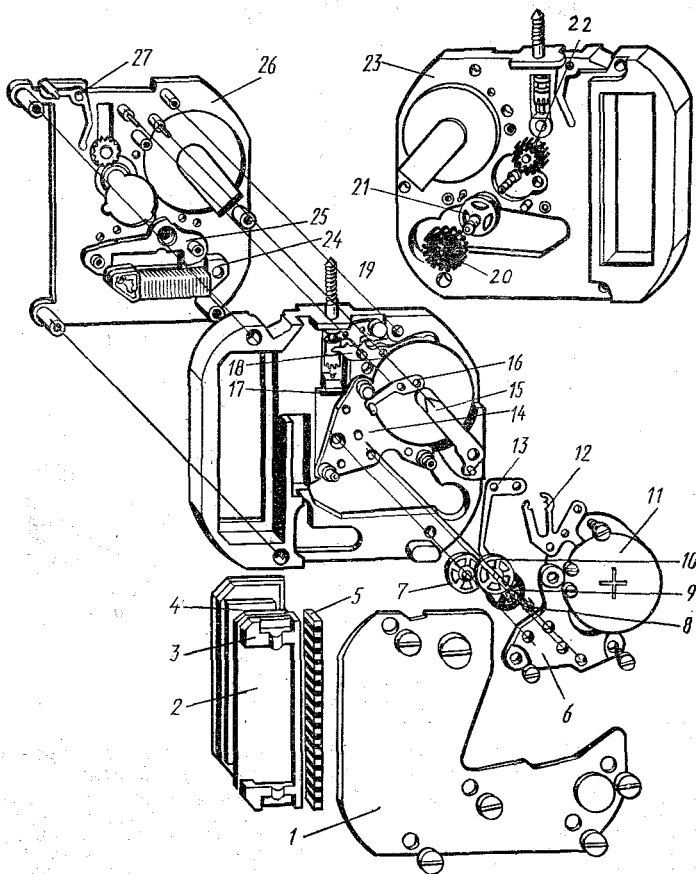


Рис. 70. Схема наручных электронно-механических часов со смешанной индикацией:

1 — блок кварцевого генератора, 2 — отражатель, 3 — рамка, 4 — дисплей, 5 — зебра, 6 — мост колесной системы, 7 — промежуточное колесо, 8 — ротор, 9 — передаточное колесо, 10 — секундное колесо, 11 — источник питания, 12 — фиксатор, 13 — тормоз, 14 — мост, 15 — нижний токосъемник, 16, 17 — контакты, 18 — рычаг кулачковой муфты, 19 — переводной вал, 20 — часовое колесо, 21 — центральное колесо, 22 — вексельное колесо, 23 — основание, 24 — катушка, 25 — статор, 26 — платина, 27 — рычаг кнопки

Кинематическая схема механической части часового механизма представлена на рис. 71. От триба ротора 22 движение передается на передаточное колесо 17 и через его

триб 16 секундному колесу 15 с трибом 23 и колесу 14 промежуточному с трибом 13. Триб промежуточного колеса входит в зацепление с центральным колесом 12, на втулке которого расположен минутный триб 11. На оси устанавливается вексельное колесо 5 с трибом 6, через которые

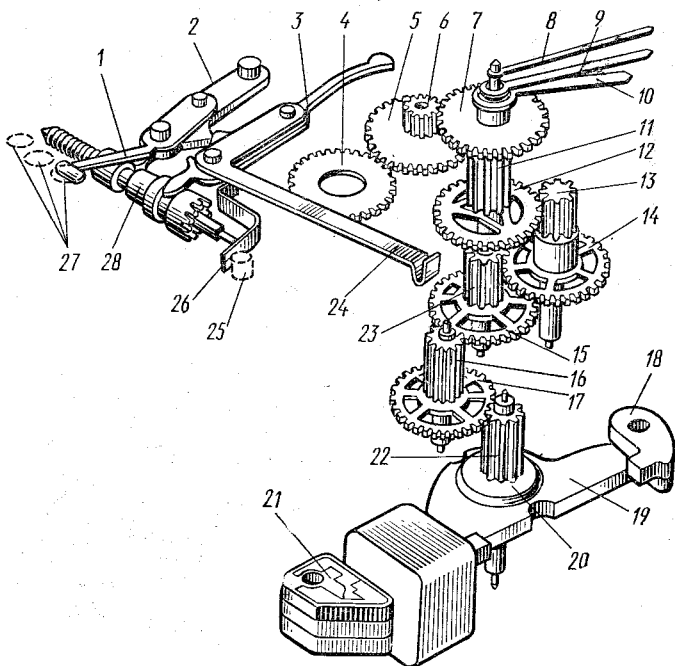


Рис. 71. Кинематическая схема механической части электронно-механических часов со смешанной индикацией:

1 — контакт, 2 — переводной рычаг, 3 — рычаг кулачковой муфты, 4 — колесо, 5 — вексельное колесо, 6 — триб вексельного колеса, 7 — часовое колесо, 8 — секундная стрелка, 9 — минутная стрелка, 10 — часовая стрелка, 11 — минутный триб, 12 — центральное колесо, 13 — триб промежуточного колеса, 14 — промежуточное колесо, 15 — секундное колесо, 16 — триб передаточного колеса, 17 — передаточное колесо, 18 — катушка, 19 — статор, 20 — ротор, 21, 27 — контактные площадки, 22 — триб ротора, 23 — триб секундного колеса, 24 — тормоз, 25 — штифт обнуления, 26 — контакт, 28 — переводной вал

движение передается на часовое колесо 7, расположенное на втулке минутного колеса.

Перевод стрелок, корректировка и обнуление производятся переводным валом. При переходе переводного вала 28 (см. рис. 71) в среднее положение контакт 16 (см. рис. 70), жестко связанный с переводным рычагом 2 (см. рис. 71), перемещается, замыкаясь на соответствующую

площадку блока 1 кварцевого генератора (БКГ), связанную с выводом интегральной схемы, предназначенным для выбора функции (см. рис. 70). В крайнем положении переводного вала 28 тормоз 24 (см. рис. 71), расположенный на рычаге 3 муфты, стопорит секундное колесо 15, при этом прекращается движение колес и ротора, контакт перемещается на площадку, соединенную с выходом обнуления интегральной схемы.

Перевод стрелок производится вращением переводной головки. Подвижность стрелочного механизма относительно застопоренной колесной системы обеспечивается фрикционной посадкой центрального колеса на минутном трибе. При

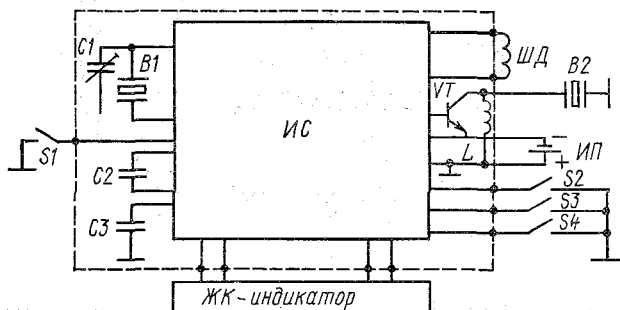


Рис. 72. Принципиальная схема блока кварцевого генератора

возврате вала в нейтральное положение тормоз освобождает секундное колесо, а контакт 1 перемещается с контактной площадки.

Блок кварцевого генератора 1 (см. рис. 70) преобразовывает постоянное напряжение источника питания 11 в импульсы управления шагового двигателя и формирует сигналы на цифровой индикатор подачей на сегменты ЖК-индикатора (дисплея 4) соответствующего кода временной информации. Кроме того, он обеспечивает формирование звуковых сигналов, используемых для индикации времени включения сигнального устройства и индикации «нулевой» информации минутного отсчета времени.

На рис. 72 представлена принципиальная схема блока кварцевого генератора. Кварцевый резонатор  $B_1$  используется для формирования высокостабильных временных интервалов. Триммер  $C_1$  предназначен для настройки кварцевого генератора. Шаговый двигатель ШД подключен к выводам интегральной схемы ИС, от которой на него

подаются импульсы управления. Контакт  $S_1$  при установке стрелок аналогового индикатора блокирует эти импульсы (обнуление).

Для повышения до 3В напряжения питания ЖК-индикатора (дисплея) в блоке кварцевого генератора установлены два конденсатора  $C_2$  и  $C_3$  преобразователя напряжения.

Сегменты ЖК-индикатора подключены к выводам интегральной схемы. Контакты  $S_2$ ,  $S_3$  и  $S_4$  предназначены

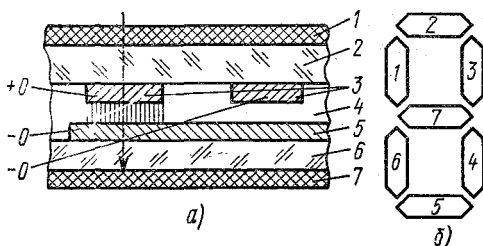


Рис. 73. ЖК-индикатор (дисплей):

1, 7 — поляриды, 2, 6 — стеклянные подложки,  
3, 5 — светопроницаемые электроды, 4 — заливочная масса

для выбора функций часов, перевода цифрового индикатора в режим коррекции и проведения ее.

Сигнальные импульсы с вывода интегральной схемы поступают на пьезоэлектрический излучатель  $B_2$  через резонансный усилитель мощности, собранный на транзисторе  $VT$  и дросселе  $L$ .

На рис. 73, а, б представлен ЖК-индикатор, предназначенный для визуального отображения временной информации в цифровом виде в соответствии с поступающим на его сегменты кодом указанной информации. Он состоит из двух механически скрепленных стеклянных подложек 2 и 6 с нанесенными светопроницаемыми электродами 3 и 5, между которыми находится заливочная масса 4. На верхней и нижней части находится два полярида 1 и 7. При отсутствии напряжения питания между общим электродом 5 и электродами 3 сегментов или при одинаковом по знаку (фазе) приложенном напряжении свет, падающий на верхнюю часть ЖК-индикатора, задерживается заливочной массой.

При противоположном по знаку напряжении питания, приложенном к электродам ЖК-индикатора, между ними возникает электрическое поле, в котором ориентируются

диполи заливочной массы, и таким образом она пропускает свет на нижнюю часть индикатора. Так как поляроиды 1 и 7 повернуты на  $90^\circ$  относительно своих поляризационных осей, попадание света на нижний поляроид визуально отображается в темный контрастный фон. При подаче на сегменты электрических потенциалов кода временной информации ЖК-индикатор в цифровом виде отображает эту информацию.

Для соединения ЖК-индикатора с печатной платой блока кварцевого генератора предназначено контактное устройство (зебра), которое представляет собой чередование токопроводящих и изолирующих элементов, выполненных на эластичной основе (резине).

### Контрольные вопросы

1. Каково отличие кинематической схемы часов с боковой секундной стрелкой от кинематической схемы часов с центральной секундной стрелкой?

2. Как работает механизм заводки часов и перевода стрелок?

3. Какие конструкции календарных устройств существуют и чем они отличаются одна от другой?

4. Как работает механизм сигнального устройства?

5. Каково назначение секундомерного устройства?

6. Чем отличаются электронно-механические часы от механических?

7. Каковы особенности электронно-механических часов со смешанной индикацией?

## Глава III

### УСТРОЙСТВО КАРМАННЫХ ЧАСОВ И СЕКУНДОМЕРОВ

Наряду с наручными часами промышленностью выпускаются карманные часы и секундомеры различных конструкций.

Секундомеры служат для измерения коротких промежутков времени. Внешне секундомер похож на большие карманные часы. Секундомеры применяются в спорте, медицине, в различных отраслях промышленности.

#### § 16. Карманные часы

Часовая промышленность нашей страны выпускает два вида карманных часов калибров 36 и 43 мм. На рис. 74 представлена кинематическая схема карманных часов с бо-



ковой секундной стрелкой. Двигателем в этих часах является заводная пружина, размещенная в барабане 1. От барабана движение передается на центральный триб 11 и колесо 10, а затем на промежуточный триб 3 и колесо 2, триб секундного колеса 4 и колесо 5, триб анкерного колеса 9 и анкерное колесо 6. На длинный конец секунд-

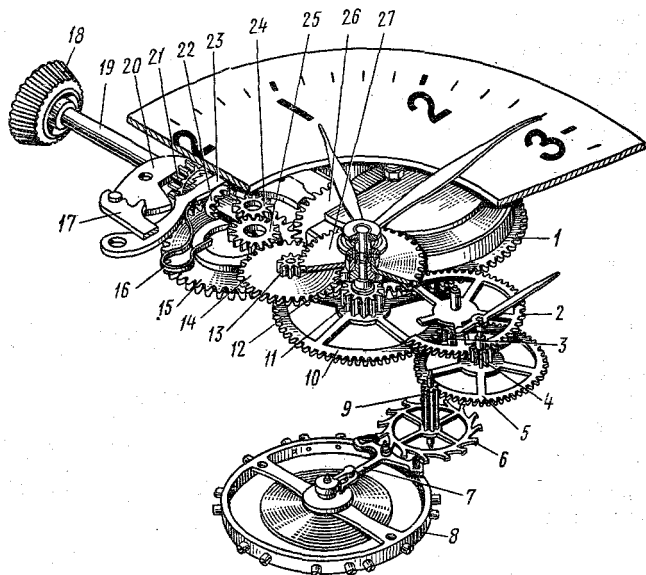


Рис. 74. Кинематическая схема карманных часов:

1 — барабан, 2 — промежуточное колесо, 3 — триб промежуточного колеса, 4 — триб секундного колеса, 5 — секундное колесо, 6 — анкерное колесо, 7 — анкерная вилка, 8 — баланс, 9 — триб анкерного колеса, 10 — центральное колесо, 11 — триб центрального колеса, 12 — триб минутной стрелки, 13 — триб вексельного колеса, 14 — вексельное колесо, 15 — заводное колесо, 16 — пружина заводного рычага, 17 — фиксатор, 18 — заводная головка, 19 — заводной вал, 20 — переводной рычаг, 21 — заводной триб, 22 — кулачковая муфта, 23 — заводной рычаг, 24, 25 — переводные колеса, 26 — барабанное колесо, 27 — часовое колесо

ного триба надета секундная стрелка. Анкерное колесо поворачивает анкерную вилку 7, которая передает импульсы на баланс 8, поддерживая его колебания. На центральный триб 11 со стороны циферблата насажен триб минутной стрелки 12, который вращается вместе с центральным трибом. На трибе минутной стрелки укреплена минутная стрелка. На часовую стрелку движение передается через вексельную передачу: триб минутной стрелки 12, вексельное

колесо 14, триб вексельного колеса 13 и часовое колесо 27. На трубке часового колеса укреплена часовая стрелка.

На платине с циферблатной стороны расположен механизм заводки часов и перевода стрелок. Для того чтобы завести часы, нужно вращать заводную головку 18, которая навинчена на заводном вале 19. На граненой части заводного валика расположена кулачковая муфта 22 с квадратным отверстием, на цилиндрическую часть валика надет заводной триб 21. В паз кулачковой муфты входит заводной рычаг 23, который под действием пружины 16 удерживает кулачковую муфту в зацеплении с заводным трибом 21. При вращении заводной головки заводной вал и кулачковая муфта также вращаются. Торцовые зубья муфты входят в зацепление с такими же зубьями заводного триба и передают ему вращение. Заводной триб через заводное колесо 15, барабанное колесо 26, находящееся на квадратной части вала барабана, приводит во вращение вал барабана. На крючке вала барабана закреплен внутренний конец заводной пружины. При вращении вал барабана наматывает на себя заводную пружину. Барабанное колесо может вращаться только по часовой стрелке, движению в обратную сторону препятствует специальное стопорное устройство — собачка. При заводке часов зубья собачки выходят из зацепления с барабанным колесом.

По окончании заводки под действием пружины зубья собачки входят в зацепление с барабанным колесом, удерживая его от поворота в обратном направлении. При вращении заводной головки в обратную сторону торцовые зубья кулачковой муфты проскальзывают относительно торцовых зубьев заводного триба, создавая характерное потрескивание при заводке часов. Для перевода стрелок нужно оттянуть заводную головку 18 от корпуса до фиксированного положения. При этом переводной рычаг 20, одно плечо которого находится в пазу заводного вала, повернется вокруг своей оси и, преодолев усилие фиксатора 17, надавит на заводной рычаг 23 и повернет его. Заводной рычаг, расположенный в пазу кулачковой муфты, передвинет ее вдоль заводного валика до зацепления с переводным колесом 24. В этом положении при вращении заводной головки движение через кулачковую муфту и переводные колеса 24 и 25 будет передаваться вексельному колесу 14 и трибу минутной стрелки, который фрикционно соединен с центральным трибом. При переводе стрелок триб с минутной стрелкой будет поворачиваться относительно центрального триба. От вексельного колеса 14 через триб век-

сельного колеса 13 движение передается на часовое колесо 27, подвижно соединенное с трибом минутной стрелки. Вместе с часовым колесом вращается и часовая стрелка.

## § 17. Секундомеры

Механизм секундомера, как и обычные часы, имеет пружинный двигатель, колесную передачу, ход и регулятор. Кроме того, секундомер имеет дополнительный механизм для управления стрелками, который называется *комплицацией*.

В зависимости от числа секундных стрелок, характера их действия, принципа работы часового механизма секундомеры разделяются на несколько групп.

СОП<sub>пр</sub> — секундомер однострелочный простого действия, механическое управление стрелок с прерываемой работой часового механизма.

СОПР<sub>нпр</sub> — секундомер однострелочный простого действия, механическое управление стрелок с непрерываемой работой часового механизма.

СОС<sub>пр</sub> — секундомер однострелочный суммирующего действия, механическое управление стрелок с прерываемой работой часового механизма.

СОС<sub>нпр</sub> — секундомер однострелочный суммирующего действия, механическое управление стрелок с непрерываемой работой часового механизма.

СДП<sub>пр</sub> — секундомер двухстрелочный простого действия, механическое управление стрелок с прерываемой работой часового механизма.

СДП<sub>нпр</sub> — секундомер двухстрелочный простого действия, механическое управление стрелок с непрерываемой работой часового механизма.

СДС<sub>пр</sub> — секундомер двухстрелочный суммирующего действия, механическое управление стрелок с прерываемой работой часового механизма.

СДС<sub>нпр</sub> — секундомер двухстрелочный суммирующего действия, механическое управление стрелок с непрерываемой работой часового механизма.

Количество шкал, емкость и цена деления секундных шкал, шкал счетчика секунд и минут могут быть различны. Секундомеры выпускаются двух калибров: 42 и 54 мм и в зависимости от точности хода подразделяются на три класса.

Наиболее простым и дешевым является однострелочный секундомер. Механизм секундомера имеет калибр 43 мм, анкерный ход на одиннадцати рубиновых камнях. Секундо-

мер имеет секундную стрелку для отсчета секунд и долей секунд и минутную для отсчета минут по шкале, имеющей 30 делений. Секундная шкала разделена на 60 больших делений, соответствующих секундам. Каждое большое деление содержит пять малых, соответствующих 0,2 с каждое. Секундная стрелка передвигается скачкообразно. Каждый скачок секундной стрелки соответствует 0,2 с.

На рис. 75 изображена схема секундомера. Секундомер работает следующим образом. Чтобы пустить часовой механизм секундомера в ход, надо нажать на заводную головку. Секундная стрелка начнет перемещаться по циферблату. Если на заводную головку нажать второй раз, часовой механизм и стрелки остановятся. При третьем нажатии на заводную головку стрелки возвратятся в нулевое положение.

Компликация механизма секундомера расположена на платине под циферблатом. В исходном положении компликации (рис. 75, *а*) стрелки установлены на нуль и неподвижны. При резком нажатии на заводную головку движение через вал 1 передается пусковому рычагу 15, который совершает поступательное движение по двум направляющим. Одной из них является цилиндрическая часть винта 14, а другой — штифт 2, скользящий в пазу платины.

Управление рычажной системой компликации осуществляется колонным колесом 12, имеющим четыре колонки, и расположенным под ним храповым колесом с двенадцатью зубьями (на рисунке не показано). При повороте храпового колеса пусковым рычагом 15 на один зуб колонное колесо поворачивается по часовой стрелке. Положение храпового колеса фиксируется плоской пружиной 10.

Пружина 3 возвращает пусковой рычаг 15 в исходное положение. На тормоз 9 баланса 6 действует пружина 7. Поэтому при повороте колонного колеса выступ *b* тормоза 9 соскакивает с колонки 11 колонного колеса и толкает баланс часового механизма, который был остановлен штифтом 8. С этого момента баланс 6 начинает совершать колебательные движения, т. е. механизм пущен в ход. Одновременно с этим колонка 1 колонного колеса приподнимает двойной молоточек 13 — выступ *a* оказывается в крайнем правом положении на колонке 1 (рис. 75, *б*). При подъеме двойного молоточка освобождаются сердечки 4 и 5 и стрелки начинают вращаться. Пружина 11 двойного молоточка 13 всегда стремится повернуть его по часовой стрелке.

Для остановки секундомера нужно произвести второе нажатие на заводную головку, при этом рычаг 15 повернет

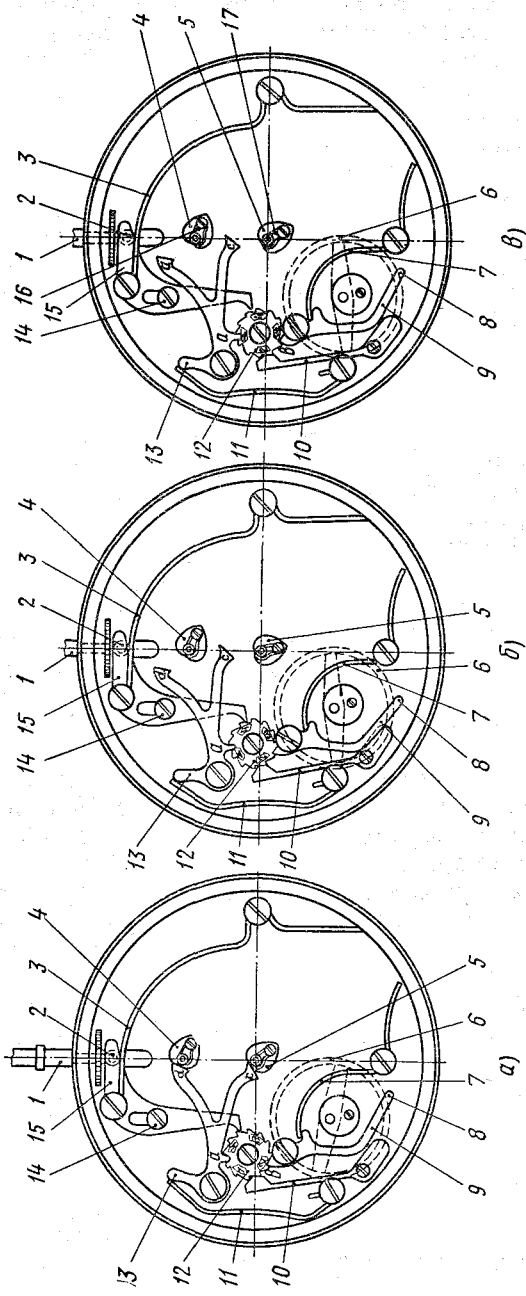


Рис. 75. Схема секундомера:

а — положение complication секундомера в момент установки стрелок на нуль, б — положение complication секундомера при работе механизма, в — положение complication секундомера при остановке механизма; 1 — заводной вал, 2, 8 — штифты, 3 — пружина пускового рычага, 4, 5 — минутное и секундное сердечки, 6 — баланс, 7 — пружина, 9 — тормоз, 10 — плоская пружина, 11 — пружина двойного молотка, 12 — колонное колесо, 13 — двойной молоток, 14 — винт, 15 — пусковой рычаг, 16, 17 — пружины скрепления сердечек

храповое колесо еще на один зуб. Выступ *b* тормоза баланса под воздействием колонки *III* колонного колеса повернется вокруг своей оси, поднимется на колонку колонного колеса и штифтом *8* затормозит баланс *6* — механизм остановится. При повороте колонного колеса выступ *a* двойного молоточка скользит по колонке *I* и остается в верхнем положении на колонке.

Чтобы возвратить стрелки секундомера на нуль (рис. 75, *в*), нужно третий раз нажать на заводную головку. При этом пусковой рычаг повернет храповое колесо еще на один зуб, а двойной молоточек *13* под действием пружины *11* выступом *a* упадет во впадину между колонками *I—II*, ударив концами *c* и *d* по минутному и секундному сердечникам *4* и *5*. Эти детали имеют одинаковую конструкцию. Они закреплены на своих осях с помощью пружин *16* и *17*. Один конец пружины входит в выемку оси, а другой касается втулки сердечника, плотно притягивая его к оси.

Стрелки секундомера насажены на соответствующие втулки сердечек. Когда механизм включен, оси сердечек вращаются за счет раскручивания пружин *16* и *17*.

При каждом ударе молоточков по сердечникам создается крутящий момент, преодолевающий сопротивление пружин, в результате чего стрелки возвращаются в исходное положение.

Баланс секундомера затормаживается при втором нажатии на заводную головку и остается в таком положении до нового пуска, который происходит только после возврата стрелок в нулевое положение.

При третьем нажатии на заводную головку выступ *b* тормоза баланса скользит по колонке *III*, удерживая баланс штифтом *8*.

Секундомеры типа СДС относятся к секундомерам прерывистого действия в отличие от секундомеров непрерывного действия, в которых баланс не останавливается.

Большое распространение получили двухстрелочные секундомеры, имеющие две секундные стрелки. С помощью этих секундомеров можно измерить время двух каких-либо явлений или процессов, начатых одновременно. Двухстрелочный секундомер СДС выпускается 2-м Московским часовым заводом. Калибр механизма — 54 мм. Он имеет анкерный ход, в качестве опор использованы 22 рубиновых камня.

Секундная шкала циферблата 2 (рис. 76) имеет 30 делений: полный оборот секундных стрелок происходит за 30 с. Каждое секундное деление разделено на 10 маленьких де-

лений, соответствующих 0,1 с каждое. Секундные стрелки двигаются скачкообразно. Скачок секундной стрелки соответствует одному малому делению, или 0,1 с.

Для удобства пользования секундные стрелки делают разного цвета — черного и красного. Чтобы пустить обе секундные стрелки, нажимают на кнопку 3. Красную (вспомогательную) стрелку секундомера останавливают, нажав на кнопку 6. При этом черная (основная) стрелка 4 секундомера будет продолжать двигаться. Черную стрелку останавливают повторным нажатием на кнопку 3. Чтобы вернуть черную стрелку в исходное нулевое положение, нажимают на заводную головку 5. При повторном нажатии на пусковую кнопку 6 красная стрелка занимает исходное положение под черной секундной стрелкой независимо от того, в каком месте циферблата она находится в это время, движется или остановлена.

Секундомер СДС позволяет суммировать показания секундной стрелки, т. е. пускать и останавливать ее, не возвращая в нулевое положение.

#### Контрольные вопросы

1. Чем отличается кинематическая схема секундомера от схемы обычных часов?
2. Чем отличается однострелочный секундомер от двухстрелочного?

## Глава IV

### УСТРОЙСТВО КРУПНОГАБАРИТНЫХ ЧАСОВ

Крупногабаритные часы выпускаются часовой промышленностью разнообразных видов и конструкций. Ассортимент их с каждым годом расширяется. Появляются не толь-

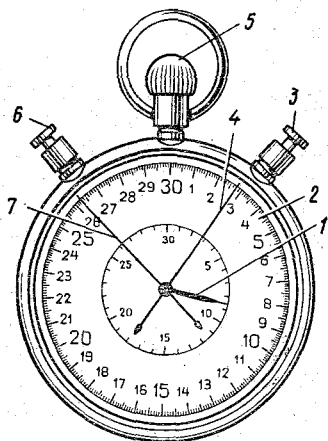


Рис. 76. Общий вид секундомера СДС:

1 — стрелка счетчика минут, 2 — циферблат, 3 — кнопка пуска и остановки секундомера, 4 — основная стрелка секундомера, 5 — заводная головка, 6 — кнопка остановки вспомогательной стрелки, 7 — вспомогательная стрелка

ко механические, но и электронные и электрические часы высокой точности.

В данной главе будут рассмотрены принципиальные схемы будильников (механических и электронных), настенных и настольных часов.

## § 18. Будильники

Одной из разновидностей настольных часов является будильник, который имеет устройство для подачи звукового сигнала в заранее назначенное время. Основными узлами

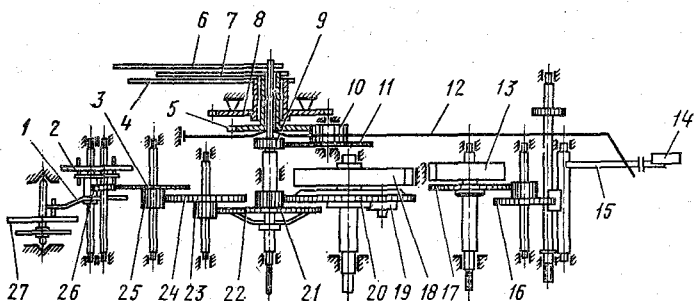


Рис. 77. Кинематическая схема будильника с центральной секундной стрелкой:

1 — анкерная вилка, 2 — ходовое колесо, 3 — секундное колесо, 4 — сигнальная стрелка, 5 — часовое колесо, 6 — минутная стрелка, 7 — часовая стрелка, 8 — сигнальное колесо, 9 — минутный триб, 10 — триб вехсельного колеса, 11 — вехсельное колесо, 12 — пружинная защелка, 13 — пружина боя, 14 — молоточек, 15 — скоба, 16 — скобочное колесо, 17 — барабанное колесо, 18 — заводная пружина, 19 — храповое устройство, 20 — заводное колесо хода, 21 — триб центрального колеса, 22 — центральное колесо, 23 — триб промежуточного колеса, 24 — промежуточное колесо, 25 — триб секундного колеса, 26 — триб ходового колеса, 27 — баланс

большинства конструкций будильников являются механизм хода и механизм сигнала, приводимые в действие отдельными пружинными двигателями. Имеются конструкции будильников и с одним пружинным двигателем, общим для обоих механизмов.

**Механические будильники.** По расположению сигнальной стрелки будильники можно разделить на две группы — с боковой сигнальной стрелкой и с центральной сигнальной стрелкой.

На рис. 77 представлена кинематическая схема механизма будильника с центральной сигнальной стрелкой. Заводная пружина 18 закреплена на заводном валике. Раскручиваясь, она через заводной валик, храповое устройство 19,



заводное колесо хода 20, основную колесную систему 21, 22, 23, 24, 25 передает энергию анкерной вилке 1 и балансу 27. Вместе с центральным колесом 22 вращается минутный триб 9, запрессованный на оси триба центрального колеса 21. От минутного триба через вексельное колесо 11 и триб вексельного колеса 10 движение передается на часовое колесо 5, на втулке которого укреплен часовая стрелка 7. Минутная стрелка 6 напрессована на оси минутного триба. Сигнальный механизм связан с ходом будильника через сигнальное колесо 8. На сигнальном колесе имеется муфта с косым срезом, а на часовом колесе 5 имеется выступ. Под часовым колесом расположена пружинная (сигнальная) защелка 12. В заданное время, которое показывает сигнальная стрелка, выступ часового колеса западает в косой срез муфты сигнального колеса под действием пружинной защелки и приводит в действие сигнальный механизм. Пружинная защелка удерживает молоточек 14, укрепленный на оси скобы 15. Когда выступ часового колеса входит в углубление муфты сигнального колеса, защелка поднимается и освобождает молоточек 14. При этом крутящий момент с пружины боя 13 передается через барабанное колесо боя 17 на скобочное колесо 16. Момент скобочного колеса передается на скобу 15, которая начинает совершать колебательные движения. При этом укрепленный на оси скобы молоточек 14 также колеблется и ударяется о штифт, запрессованный в задней крышке часов, или наружный звонок, в зависимости от конструкции будильника, — раздается звуковой сигнал. Стрелку 4, фиксирующую время сигнала, устанавливают кнопкой, расположенной в верхней части крышки, с надписью «Звонок», причем кнопку можно вращать только по часовой стрелке. Перевод стрелок часов осуществляют центральной кнопкой с надписью «Стрелка».

На рис. 78 приведена кинематическая схема малогабаритного будильника с прерывистым сигналом боя, который повторяется через небольшие промежутки времени до окончания завода пружины. Пружины хода и боя в этих часах расположены в барабанах. От барабана 18 движение передается центральному трибу с центральным колесом 6, которое через триб промежуточного колеса передает движение промежуточному колесу 7.

От промежуточного колеса 7 через секундный триб 13 движение передается секундному колесу 14. Далее через анкерный триб 12 анкерному колесу 11. Анкерное колесо через вилку 10 передает движение балансу 9.

Механизм сигнала действует от самостоятельной пружины

жины, заключенной в барабане 5. Барабан передает движение трибу скобочного колеса 4. Скобочное колесо приводит в колебательное движение скобу 2. Спусковая скоба 2 с ударником 1 и скобочное колесо представляют собой спусковой регулятор. Заводка пружины сигнала производится от руки через кнопку. Включение сигнала происходит с помощью пружины запора боя 15, которая постоянно действу-

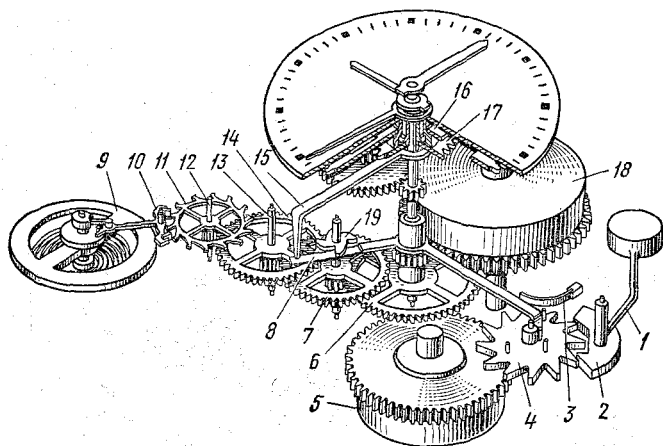


Рис. 78. Кинематическая схема малогабаритного будильника:

1 — ударник, 2 — пусковая скоба, 3 — пружина, 4 — скобочное колесо, 5 — барабан боя, 6 — центральное колесо, 7 — промежуточное колесо, 8 — рычаг, 9 — баланс, 10 — анкерная вилка, 11 — анкерное колесо, 12 — триб анкерного колеса, 13 — триб секундного колеса, 14 — секундное колесо, 15 — пружина, 16 — сигнальное колесо, 17 — часовое колесо, 18 — барабан хода, 19 — кулачок

ет на часовое колесо 17 будильника и стремится поджать его к сигнальному колесу 16. Это может произойти только при совпадении выступа на часовом колесе с выемкой на втулке сигнального колеса.

При установке времени включения сигнала с помощью кнопки происходит смещение выступа на часовом колесе относительно выемки на втулке сигнального колеса на определенный угол. При совпадении выступа с выемкой пружина запора боя 15 приподнимается от платины часового механизма и освобождает рычаг 8, который входит в зацепление с программным кулачком 19, посаженным на ось промежуточного колеса 7. Вращаясь, кулачок поворачивает рычаг вокруг своей оси, который другим концом освобождает очередно штифты, расположенные на скобочном колесе,

т. е. скобочное колесо тоже поворачивается на определенный угол. Когда рычаг не находится в зацеплении с программным кулачком, он прижимается пружиной *З* в свое крайнее положение. Это положение фиксирует кнопка установки боя. Кривая кулачка *19* рассчитана на полный спуск заводной пружины сигнала.

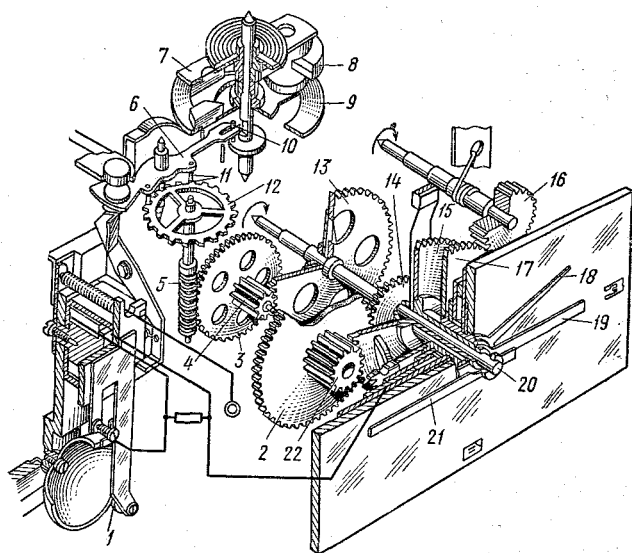


Рис. 79. Кинематическая схема электронно-механического будильника:

1 — контакты, 2 — вексельное колесо, 3 — червячное колесо, 4 — триб червячного колеса, 5 — червяк, 6 — анкерная вилка, 7 — перекладина баланса, 8 — катушка, 9 — баланс, 10, 11 — штифты, 12 — ходовое колесо, 13 — центральное колесо, 14 — минутный триб, 15 — часовое колесо, 16 — триб сигнальный, 17 — сигнальное колесо, 18 — сигнальная стрелка, 19 — часовая стрелка, 20 — центральная ось, 21 — минутная стрелка, 22 — триб вексельного колеса

**Электронно-механические будильники.** Электронно-механические часы с сигнальным устройством отличаются от аналогичных механических часов высокой точностью хода и удобством в эксплуатации — их не нужно заводить.

На рис. 79 представлена кинематическая схема электронно-механического будильника. Основной механизм этих часов работает так же, как механизм электронно-механических часов с календарем (см. § 19). Следовательно, от баланса *9* через штифт *10* движение передается на анкерную вилку *6*. Два штифта *11* анкерной вилки поворачивают

ходовое колесо 12. На одной оси с ним расположен червяк 5, который находится в зацеплении с червячным колесом 3. Триб червячного колеса 4 передает движение центральному колесу 13 и далее через минутный триб 14 вексельному колесу 2. Триб вексельного колеса 22 вращает часовое колесо 15, на трубке которого находится часовая стрелка 19. На центральной оси 20 укреплен минутная стрелка 21.

Сигнальная стрелка 18, как и в обычном механическом будильнике, устанавливается на определенное время с помощью специальной кнопки. В заранее намеченное время контакты 1 электрического звонка замыкаются и будильник подает звуковой сигнал. Для включения и выключения сигнала в будильнике имеется кнопка.

Для освещения циферблата в ночное время в часы-будильник иногда вставляют миниатюрную электролампочку. Чтобы включить ее, надо нажать на кнопку, расположенную в верхней части корпуса.

На рис. 80 представлена кинематическая схема электронного будильника. Работа его осуществляется следующим образом: система баланс — спираль при воздействии силовых импульсов от магнитоэлектрического привода совершает колебательные движения, которые через дисковый преобразователь 2 обеспечивают вращение колесной системы и движение стрелок.

Дисковый преобразователь вращает узел ходового колеса 22, которое через триб 20 передает вращение на секундное колесо 19. Триб секундного колеса 18 через промежуточное колесо 17 и его триб 15 передает движение центральному колесу 4, на оси которого располагается минутная стрелка 12. На центральной оси надет триб минутной стрелки 16, который через вексельное колесо 7 и его триб 8 передает движение часовому колесу 9, на втулке которого надета часовая стрелка 10. Сигнальный механизм связан с основным механизмом сигнальным колесом 13. На часовом колесе имеются выступы, а в сигнальном колесе — окна. Выступы на часовом колесе при вращении могут совпадать с окнами на сигнальном колесе только через полный оборот часового колеса. В момент совпадения выступов с окнами происходит замыкание контакта  $K_2$  сигнального колеса и контакта звонка  $K_3$  (см. рис. 81). Подается звуковой сигнал. Установка сигнальной стрелки 11 (см. рис. 80) происходит при помощи триба 14, расположенного на валу.

Дисковый преобразователь 2 состоит из палетных дисков 3, баланса 1 и ходового колеса 22. В исходном положении узла баланса вступающий в работу зуб ходового колеса

располагается в зазоре между палетами перед отогнутой частью верхнего или нижнего диска. Если зуб находится перед нижним диском в начале колебания узла баланса, «входной» палетный диск подхватывает ромбовидный зуб

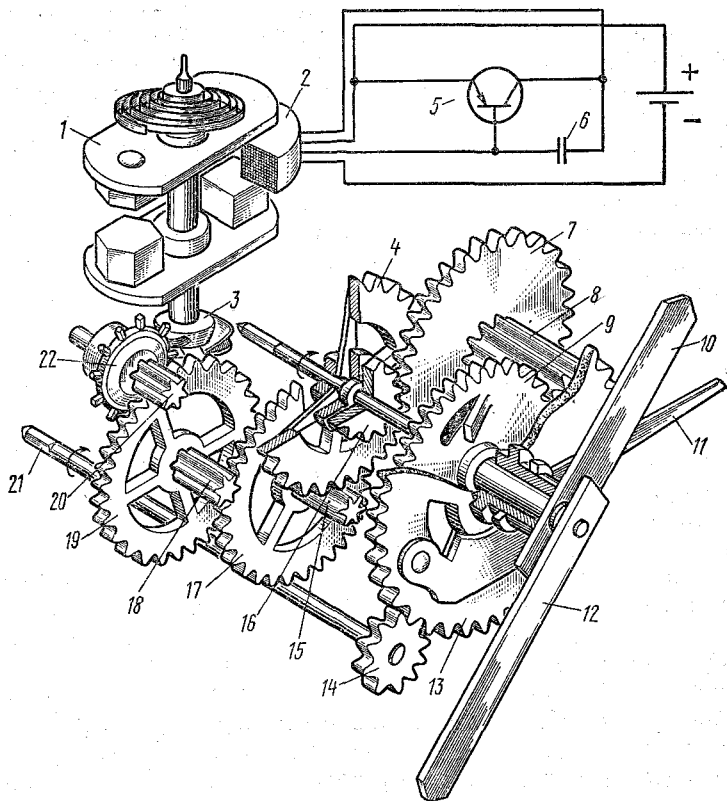


Рис. 80. Кинематическая схема электронно-механического будильника:

1 — баланс, 2 — дисковый преобразователь, 3 — палетные диски, 4 — центральное колесо, 5 — транзистор, 6 — конденсатор, 7 — вексельное колесо, 8 — триб вексельного колеса, 9 — часовое колесо, 10 — часовая стрелка, 11 — стрелка сигнала, 12 — минутная стрелка, 13 — сигнальное колесо, 14 — переводной триб, 15 — триб промежуточного колеса, 16 — триб минутной стрелки, 17 — промежуточное колесо, 18 — триб секундного колеса, 19 — секундное колесо, 20 — триб ходового колеса, 21 — вал переводной, 22 — ходовое колесо

ходового колеса и поднимает его вверх до входа в зазор между палетными дисками. В зазоре зуб остается в течение движения узла баланса до крайнего положения и обратно к положению равновесия. При возвращении узла баланса к положению равновесия зуб ходового колеса отогнутой

частью «выходного» верхнего палетного диска поднимается до выхода на ребро диска и остается на ребре до завершения узлом баланса одного полного колебания. Тормозная пружинка предотвращает поворот ходового колеса в обратном направлении.

Электрическая схема будильника приведена на рис. 81. При отсутствии колебаний узла баланса ток по катушке не идет и транзистор «заперт». Транзистором называется полупроводниковый трехэлектродный прибор, предназначенный для усиления генерирования или преобразования электрических колебаний.

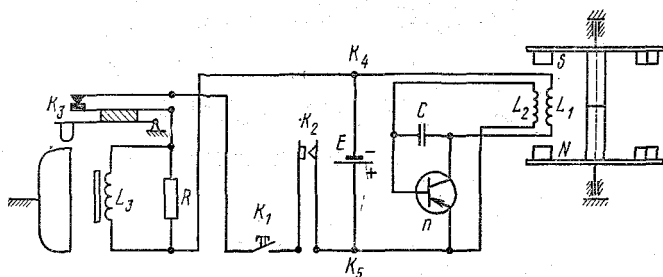


Рис. 81. Электронная схема электронного будильника

Транзистор состоит из эмиттера, базы и коллектора, собирающего электроны (отрицательные заряды) или дырки (положительные заряды).

Транзистор  $n$  включен по схеме с общим эмиттером, катушка магнитоэлектрического привода имеет две обмотки:  $L_1$  — импульсную,  $L_2$  — освобождения. Импульсная обмотка включена в цепь коллектора, а обмотка освобождения — в цепь базы транзистора. Если узел баланса привести в движение, то постоянное магнитное поле ( $S$ ,  $N$ ) узла с определенной скоростью будет пересекать витки катушек  $L_1$  и  $L_2$  и возбуждать в них импульсы э.д.с. индукции. Импульс э.д.с. в катушке поступает на базу транзистора и «открывает» коллекторную цепь транзистора, в которую включена катушка  $L_1$ . В импульсную катушку поступает ток от элемента  $E$ , в результате чего вокруг нее возникает сильное электромагнитное поле, которое при взаимодействии с постоянным магнитным полем узла баланса создает силовой импульс, направленный на поддержание колебаний узла баланса.

## § 19. Настенные и настольные часы

Отечественная промышленность выпускает разнообразные настенные и настольные часы с балансовым регулятором. Некоторые модели имеют дополнительные устройства, например бой или календарь. В большинстве случаев механизм этих часов простой конструкции. Часто для настоль-

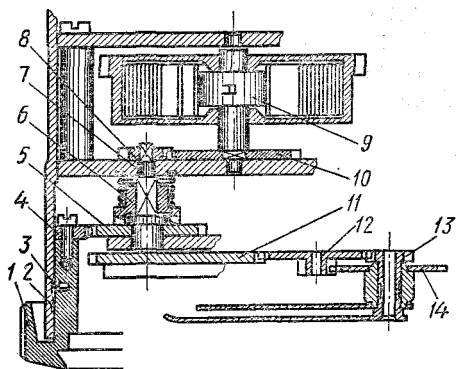


Рис. 82. Схема механизма заводки часов и перевода стрелок настольных часов:

1 — ободок, 2 — корпус, 3 — кольцо, 4 — рейка, 5, 8 — заводные колеса, 6 — кулачковая муфта, 7 — заводной вал, 9 — вал барабана, 10 — барабанное колесо, 11 — переводное колесо, 12 — вехсельное колесо, 13 — триб минутной стрелки, 14 — часовое колесо

ных часов используют механизмы, сконструированные на базе механизмов будильников, карманных часов калибра 43 мм или некоторых технических часов.

Настольные часы НЧ-2 с недельной заводкой пружины имеют простую кинематическую схему. Особенностью схемы является механизм заводки. Схема взаимодействия деталей механизма заводки часов и перевода стрелок представлена на рис. 82.

Чтобы завести часы, надо ободок 1 корпуса вращать против часовой стрелки. При этом вместе с ним вращается рейка 4, укрепленная на ободке винтом. Рейка передает вращение заводному колесу 5, свободно надетому на заводной вал 7. Заводное колесо своими торцовыми зубьями храпового типа входит в зацепление с кулачковой муфтой 6, находящейся на квадратной части заводного вала и приводящей его в движение. Вместе с заводным валом вращается заводное колесо 8, расположенное на квадратном хвосте-

вике вала и передающее движение барабанному колесу 10. Барабанное колесо, надетое на квадратную часть вала барабана 9, заводит заводную пружину. Ободок механизма имеет специальную канавку, куда вставляется кольцо 3 из проволоки с четырьмя угловыми выступами. При вращении ободка эти выступы входят в соответствующую кольцевую проточку в корпусе 2 и фиксируют положение рейки, обеспечивая зацепление зубцов рейки с зубцами заводного ко-

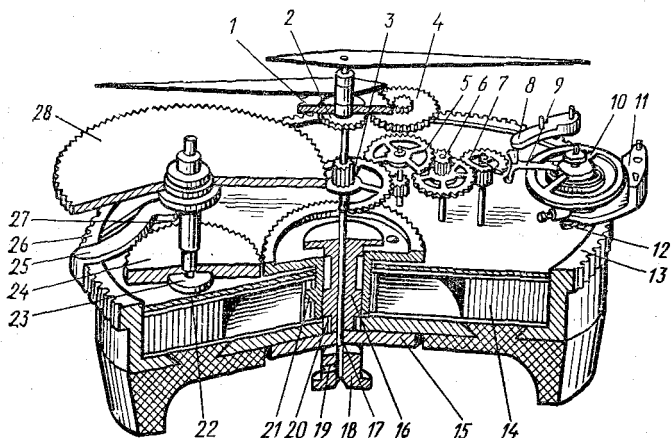


Рис. 83. Кинематическая схема балансовых часов:

1 — часовое колесо, 2 — триб минутный, 3 — колесо центральное, 4 — колесо Вексельное, 5 — колесо промежуточное, 6 — колесо секундное, 7 — колесо анкерное, 8 — мост анкерной вилки, 9 — вилка анкерная, 10 — узел баланса, 11 — мост баланса, 12 — регулятор, 13 — барабан с заводным колесом, 14 — пружина заводная, 15 — гайка, 16 — ось заводного барабана, 17 — ось перевода стрелок, 18 — головка перевода стрелок, 19 — винт головки, 20 — втулка, 21 — колесо недельное, 22 — прокладка, 23 — винт триба заводного, 24 — триб заводной, 25 — собачка, 26 — пружина собачки, 27 — винт собачки, 28 — колесо добавочное

леса. Для перевода стрелок следует оттянуть ободок от корпуса. При этом кольцо 3 сжимается и угловые выступы войдут полностью в канавку ободка. Вместе с ободком переместится зубчатая рейка 4 и войдет в зацепление с переводным колесом 11. Это положение будет зафиксировано в тот момент, когда кольцо, находясь против второй проточки в корпусе, выйдет из канавки и войдет в проточку. При вращении ободка рейка будет вращать переводное колесо, которое передает вращение вексельному колесу 12, а затем часовому колесу 14 и трибу минутной стрелки 13, т. е. произойдет перевод стрелок.

На рис. 83 представлена кинематическая схема настольных балансовых часов с недельным заводом пружины. От



барабана 13 движение через недельное колесо 21 с трибом передается на добавочное колесо 28, от которого через триб центрального колеса и центральное колесо 3 на триб и промежуточное колесо 5 и далее через триб на секундное колесо 6 и триб анкерного колеса 7. На ось центрального колеса надет триб минутной стрелки, через который вращение передается на вексельное колесо и через триб на часовое колесо.

На рис. 84 представлена кинематическая схема более сложных балансовых механических часов с боем. С этим механизмом выпускают не только настольные, но и настенные часы.

Механизм имеет двигатели хода и боя. Двигателями являются заводные пружины, помещенные в барабаны.

Механизм хода работает следующим образом. От барабана 1 движение через триб 2 и дополнительное колесо 3 передается трибу 4 и минутному колесу 5. Далее с минутного колеса через триб 6 и промежуточное колесо 7 движение передается трибу 8 и секундному колесу 9, которое через триб ходового колеса 10 передает движение на ходовое колесо 32 и далее через анкерную вилку 33 на баланс 34. На минутной оси расположен триб минутной стрелки 21, который передает движение вексельному колесу 16 и трибу 17. С триба вексельного колеса движение через часовое колесо 20 передается на часовую стрелку.

Действие механизма боя осуществляется следующим образом. На минутной оси закреплен кулачок 15 с двумя выступами различной длины. Короткий выступ включает бой получасов, а длинный — целых часов. На трубке 19 часового колеса 20 расположен кулачок («улитка») 18, имеющий двенадцать выступов. Радиусы выступов последовательно возрастают. Штифт 22 гребенки 23 лежит на выступах «улитки». Гребенка находится в зацеплении со штифтом 24 кулачка 25. Кулачок, поворачиваясь на один оборот, поднимает гребенку на один зуб. В момент боя рычаг 14, поднятый выступом кулачка 15, одновременно поднимает вверх рычаг 13, который своим выступом освобождает штифт 28 колеса 29. Колесная передача механизма боя будет вращаться до тех пор, пока колесо 29 не сделает пол-оборота и штифт 28 не упрется в выступ 27 рычага 14. Штифт 28 является тормозным. При бое получасов рычаг 14 поднимается так, чтобы допустить падение гребенки только до первого зуба, после чего, соскочив с кулачка 15, он пропустит штифт 28 и система колес механизма боя придет в движение. Кулачок 25 со штифтом 24 поднимет гребенку на один зуб и займет положение, показанное на схеме. Во

Механизм хода

Механизм боя

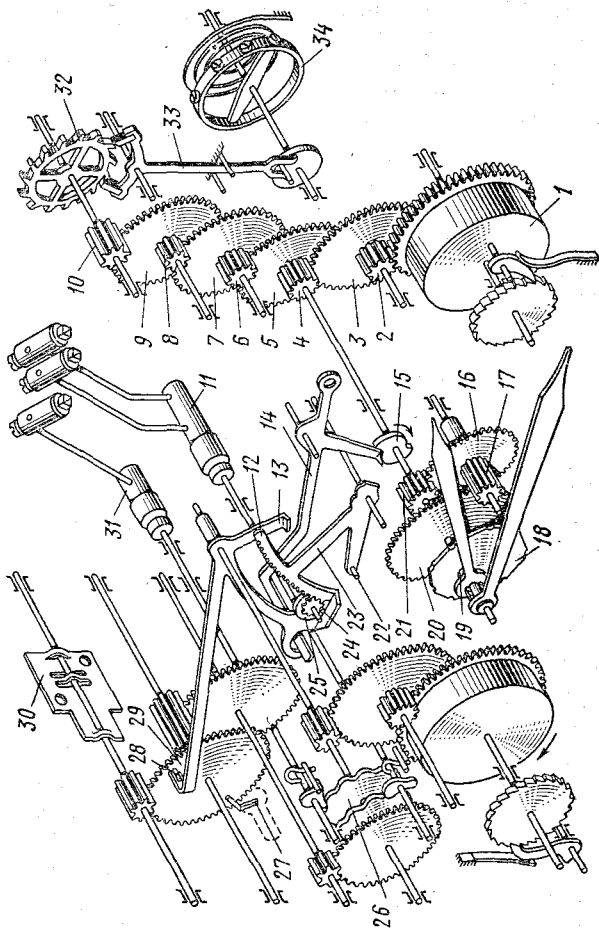


Рис. 84. Кинематическая схема балансовых часов с боем:

1 — барабан, 2 — триб допони-  
тельного колеса, 3 — допони-  
тельное колесо, 4 — триб ми-  
нутное колеса, 5 — минутное  
колесо, 6 — триб промежуточ-  
ного колеса, 7 — промежуточное  
колесо, 8 — триб секундного ко-  
леса, 9 — секундное колесо,  
10 — триб ходового колеса, 11,  
31 — молоточки, 12 — зубчатая  
часть гребенки, 13, 14 — рыча-  
ги, 15, 25 — кулачки, 16 — век-  
сельное колесо, 17 — триб век-  
сельного колеса, 18 — «улитка»,  
19 — трубка часового колеса,  
20 — часовое колесо, 21 — триб  
минутной стрелки, 22 — штифты  
гребенки, 23 — гребенка, 24,  
28 — штифты, 26 — звездочка,  
27 — выступ рычага, 29 — коле-  
со механизма боя, 30 — регуля-  
тор скорости, 32 — ходовое коле-  
со, 33 — анкерная вилка, 34 —  
баланс

время движения колес боя поворачивается звездочка 26, приводящая в движение молоточки 31 и 11, которые, падая, ударяют по звучащим стержням. Бой целых часов происходит аналогично бою полчасов, только рычаг 13 поднимается несколько выше и гребенка 23 перемещается вниз до тех пор, пока штифт 22 не попадает на соответствующий выступ «улитки». Каждый выступ улитки удален от ее центра на разное расстояние, которым определяется число отбиваемых часов. Вслед за падением гребенки кулачок 25 получает вращение и своим штифтом поднимает гребенку с каждым ударом на один зуб.

В перерывах между ударами гребенку поддерживает рычаг 13, входя в это время своими выступами между ее зубьев. Для обеспечения равномерного боя применяется регулятор скорости 30.

Положению кулачка 15 должно соответствовать определенное положение стрелок. Тогда количество ударов боя будет совпадать с показаниями стрелок.

## § 20. Маятниковые часы

Маятниковые часы получили такое название потому, что регулятором в них является маятник. Их изготавливают напольные, настенные и специальные (астрономические и электропервичные).

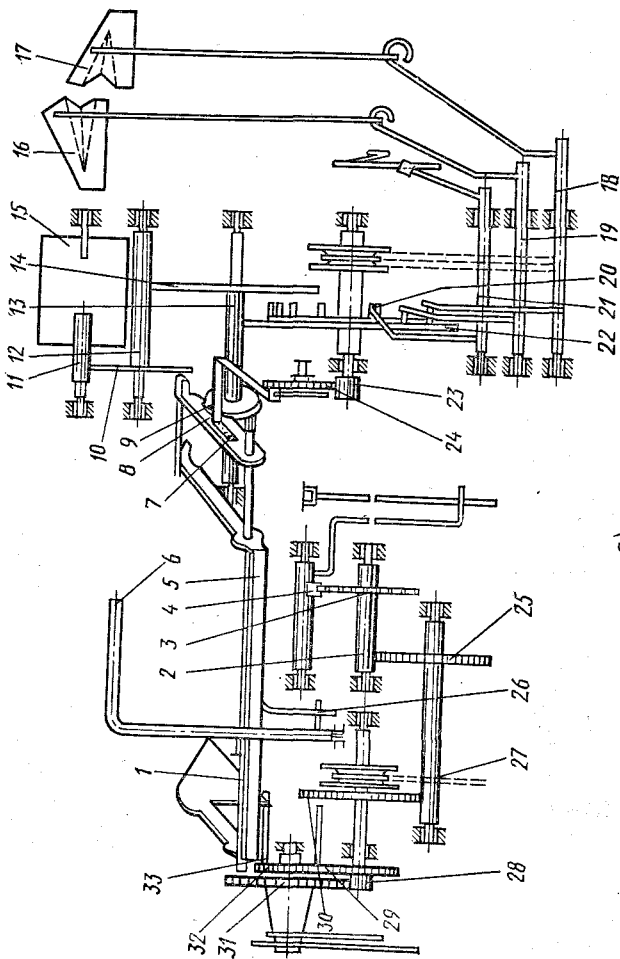
В зависимости от вида двигателя маятниковые часы бывают гиревые и пружинные. Гиревой двигатель применяется в напольных и настенных, а пружинный двигатель — в настенных и настольных часах.

Маятниковые часы выпускаются разных размеров и конструкций, простые и сложные, например, с такими дополнительными устройствами, как бой, календарь. Самой простой конструкцией маятниковых часов являются ходики.

На рис. 85, а представлена кинематическая схема часов с кукушкой, разработанных на базе часов «ходиков» (см. рис. 85, б). Рассмотрим работу механизма боя, который действует в течение короткого промежутка времени после автоматического освобождения его стрелочным механизмом. На центральной оси стрелок вращается минутное колесо 32 с двумя штифтами 33. При повороте колеса на каждые полчаса штифт поднимает двуплечий рычаг включения 5, который, упираясь в штифт оси рычага замыкания 8, поднимает его. При подъеме рычага 8 освобождается штифт стопорного колеса 10, при этом оно поворачивается, пока штифт, находящийся на нем, не попадает на выступ двуплечего рычага

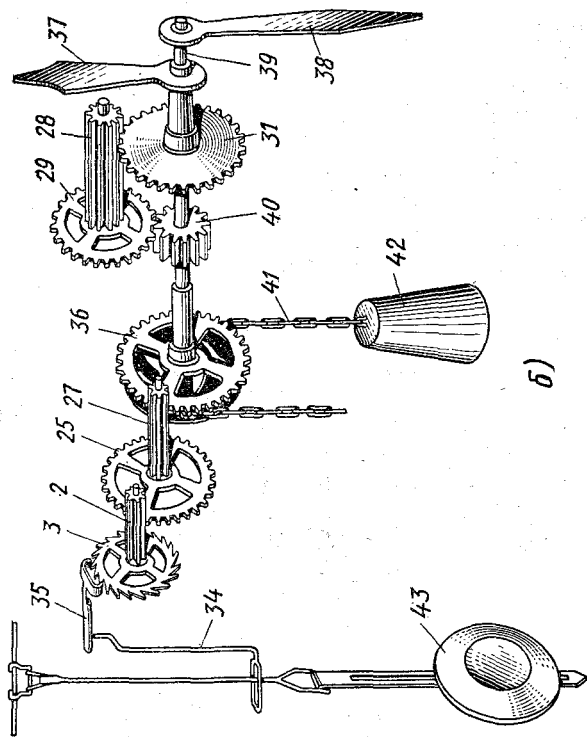
Рис. 85. Кинематическая  
схема часов (ходиков):

*a* — с кукушкой, *б* — с гиревым двигателем; 1 — валик рычагов счетчика, 2 — триб ходового колеса, 3 — колесо ходовое, 4 — вал скобки, 5 — рычаг включения боя, 6 — кронштейн со штифтом, 7 — рычаг счетчика, 8 — рычаг замыкания, 9 — кулачок, 10 — колесо стопорное, 11 — триб ветряка, 12 — триб стопорного колеса, 13 — триб центрального колеса, 14 — колесо центральное, 15 — пластина ветряка, 16 — мех левый, 17 — мех правый, 18 — валик с рычагом подъема правого меха, 19 — валик с рычагом подъема левого меха, 20 — звездочка, 21 — валик рычага боя со спиралью, 22 — колесо боя, 23 — триб счет-



*a)*

ный, 24 — колесо счетное, 25 — колесо промежуточное, 26 — рычаг поворота кукушки, 27 — триб промежуточного колеса, 28 — триб вексельный, 29 — колесо вексельное, 30 — колесо центральное, 31 — колесо часовое, 32 — колесо минутное, 33 — штифты минутного колеса, 34 — поводок, 35 — скоба, 36 — среднее колесо, 37 — часовая стрелка, 38 — минутная стрелка, 39 — валик, 40 — триб минутной стрелки, 41 — цепь, 42 — гиря, 43 — маятник



б)

включения. При подходе минутной стрелки к цифрам «6» и «12» штифт 33 минутного колеса 32 перемещается и освобождает лежащий на нем двуплечий рычаг включения 5, при этом рычаг, падая, возвращается в свое исходное положение, освобождая штифт стопорного колеса 10 и приводя в действие механизм кукушки. В корпусе часов установлено два деревянных свистка, к верхним концам которых присоединены меха 16 и 17 с крышками, изготовленными из мягкой кожи. С помощью валиков 18 и 19 рычагов подъема, взаимодействующих со звездочкой 20, меха приводятся в действие. При подъеме меха вбирают в себя воздух, при опускании они сжимаются под действием массы крышек и свистки издают звук, похожий на кукование. На поворотном кронштейне 6, приводимом в действие от рычага замыкания механизма боя, установлена фигура кукушки. При подъеме рычага 8 (в результате поворота кулачка 9) кронштейн кукушки поворачивается и выдвигает кукушку в окно, одновременно открывая дверцу. Один из мехов при подъеме поднимает изогнутый хвост кукушки, в результате чего фигурка кукушки наклоняется. Механизм боя имеет счетный диск, соединенный со счетным колесом 24, которое вращается счетным трибом 23, закрепленным на оси звездочки 20. На счетном диске имеются неравные выступы, размеры которых определяются числом требуемых звуков кукушки или боя. Счетный диск, поворачиваясь, подставляет очередную выемку под рычаг счетчика 7, который, опускаясь вместе с рычагом замыкания, стопорит колесо 10 и весь механизм.

На рис. 85, б представлена кинематическая схема часов с гиревым двигателем (ходиков). Гиря 42 подвешена на цепи 41. Цепь надета на находящуюся за колесом 36 звездочку. Звездочка, две боковые шайбы, которые не позволяют цепи соскакивать со звездочки, и трехлепестковая пружина-собачка (эти детали на рисунке не видны) неподвижно закреплены на втулке. Весь этот узел называется блочек.

Блочек свободно вращается на втулке среднего колеса 36, закрепленного неподвижно на валике минутного триба 40, на конце которого насажена минутная стрелка. При опускании гири цепь вращает звездочку по часовой стрелке. Вместе со звездочкой вращается весь блочек. Трехлепестковая пружина (собачка) своими согнутыми лепестками входит в окна среднего колеса 36 и вращает его по часовой стрелке. Вместе со средним колесом 36 вращается валик 39 с минутной стрелкой 38. За один час валик делает один оборот.

Через минутный триб 40, колесо 29 и триб 28 движение передается часовому колесу 31, число оборотов которого в 12 раз меньше числа оборотов минутного триба.

На втулке часового колеса 31 насажена часовая стрелка 37, которая делает один оборот за 12 ч. Среднее колесо 36 приводит в движение триб 27 промежуточного колеса 25, которое передает движение трибу 2 ходового колеса 3. С ходового колеса 3 получает импульс скоба 35.

Скоба 35 через поводок 34 передает импульсы на маятник 43, поддерживая его колебания. Скоба 35 периодически затормаживает и освобождает ходовое колесо. Период колебания маятника, числа зубьев колес и трибов рассчитаны так, чтобы минутная стрелка совершала один оборот в час.

При подъеме гири вверх звездочка, а вместе с ней весь блок вращаются в направлении против часовой стрелки.

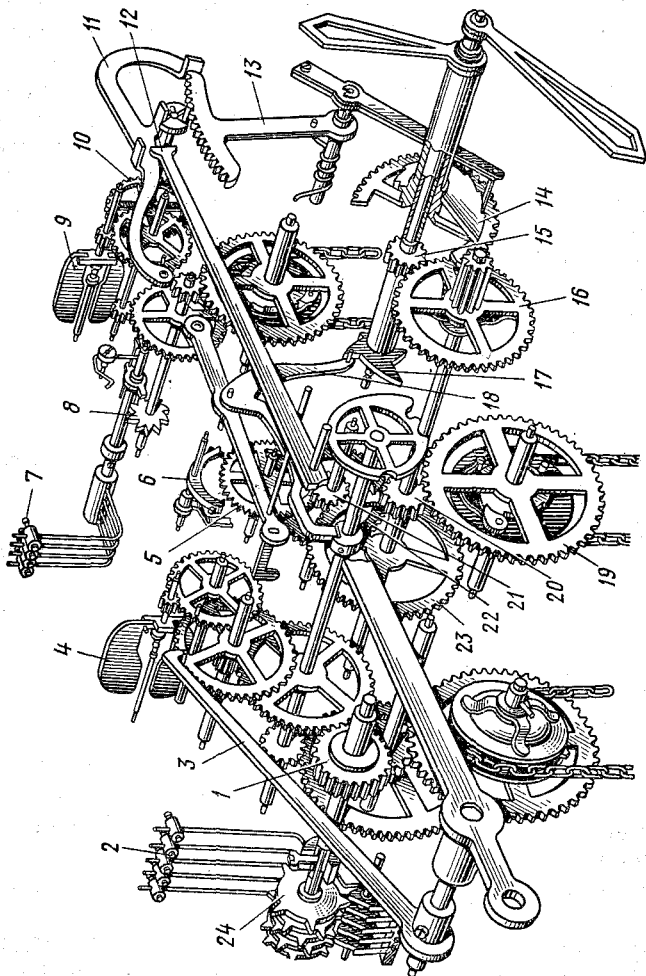
Трехлепестковая пружина скользит своими лепестками по поверхности спиц среднего колеса. В это время маятник не получает импульсов, поддерживающих его колебания. Несмотря на простоту конструкции, часы-ходики работают с высокой точностью, так как момент на ходовом колесе постоянен, а следовательно, и постоянны импульсы, передаваемые маятнику.

На рис. 86 показана кинематическая схема более сложных и точных маятниковых часов, выпускаемых отечественной промышленностью. Это напольные маятниковые часы, которые отбивают целые часы, получасы и четверти часа. В схеме условно изображены не все зубья на колесах и трибах. Передача движения от двигателя к маятнику происходит следующим образом. От гири через цепь, связанную с колесом 19, движение передается на триб 20, дополнительное колесо 23, триб 21, промежуточное колесо 22, триб ходового колеса и на ходовое колесо 5. Ходовое колесо взаимодействует с маятником через скобу 6. С осью дополнительного колеса фрикционно соединено вексельное колесо 16 с трибом, передающее движение на часовую и минутную стрелки.

Механизм боя в часах является самостоятельным и связан с часовым механизмом с помощью специальных кулачков и рычагов. На трибе минутной стрелки 15 закреплен кулачок 17 с четырьмя выступами, которые каждые четверть часа поднимают специальный рычаг 18. При этом отключается стопор 3, удерживающий колесную систему боя четвертей. При помощи специального регулятора скорости 4 колесная система механизма боя приходит в равномерное движение. На оси колеса 1 имеется набор дисков

Рис. 86. Кинематическая схема напольных маятниковых часов с боем:

- 1, 10 — колеса системы боя, 2 — молоточки, 3 — стопор, 4 — регулятор скорости, 5 — ходовое колесо, 6 — скоба, 7 — молоточки, 8 — звездочка, 9 — регулятор скорости, 11 — стопор, 12 — рычаг боя, 13 — зубчатый сектор, 14 — кулачок («улитка»), 15 — триб минутной стрелки, 16 — вексельное колесо, 17 — кулачки, 18 — рычаг боя четвертой часа, 19 — зубчатое колесо, 20 — триб дополнительного колеса, 21 — триб промежуточного колеса, 22 — промежуточное колесо, 23 — дополнительное колесо, 24 — диски с зубцами





с зубцами, которые поднимают молоточки 2, падающие попеременно на звучащие стержни.

В зависимости от показаний часов бой четвертей повторяется один, два, три и четыре раза. После боя четвертей происходит бой целых часов. Один из четырех кулачков 17, имеющих на трибе минутной стрелки, длиннее остальных, т. е. расположен дальше от центра триба минутной стрелки, чем остальные три. При подъеме этого кулачка происходит одновременный подъем рычагов 18, 12, включающих и бой четвертей часа, и целых часов. При этом отключается стопор 11, удерживающий колесную систему 10 боя целых часов. При помощи регулятора скорости 9 колесная система приходит в равномерное движение. Одно из колес системы имеет звездочку 8, которая своими зубцами поднимает молоточки 7, падающие одновременно на звучащие стержни.

Для отсчета боя целых часов служат зубчатый сектор («гребенка») 13 и кулачок («улитка») 14.

В часах с боем других конструкций вместо четырех кулачков на трибе минутной стрелки могут быть только два, расположенные в диаметрально противоположных направлениях относительно оси вращения. В этом случае часы будут «отбивать» получасы и часы.

## Контрольные вопросы

1. В чем заключается отличие между маятниковыми и балансовыми часами?
2. Как работают электронно-механические часы?
3. Как работает электронный будильник?
4. Как работает сигнальное устройство в механических будильниках?

## Глава V

### ДВИГАТЕЛЬ

Двигателем в часах называется источник энергии, обеспечивающий работу часового механизма.

В механических часах применяются два вида двигателей — гиревой и пружинный.

В гиревом двигателе используется энергия поднятой гири, а в пружинном — энергия заведенной пружины.

## § 21. Гиревой двигатель

Принцип действия гиревого двигателя (рис. 87) основан на использовании силы тяжести гири. При подъеме гири ее потенциальная энергия увеличивается пропорционально величине подъема. При опускании гири эта энергия расходуется на приведение в движение механизма часов.

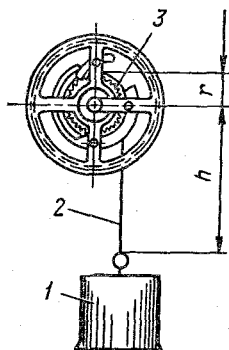


Рис. 87. Гиревой двигатель:  
1 — гиря, 2 — цепь, 3 — звездочка

Гиревой двигатель отличается простотой и стабильностью в работе, так как величина момента, передаваемого на маятник часов во время опускания гири, остается постоянной. Однако такой двигатель отличается громоздкостью, и его можно использовать только в стационарных условиях.

Продолжительность хода гиревых часов определяется высотой подъема гири. Расчет высоты подъема гири производится по формуле:  $H = 2\pi RN$ , где  $H$  — высота подъема гири, мм,  $R$  — средний радиус звездочки, мм,  $N$  — частота вращения звездочки.

Например, в часах-ходиках продолжительность хода часов от одного полного поднятия гири равна 26 ч. За один час звездочка совершает один оборот. Следовательно, высота подъема гири при радиусе звездочки, равном 10 мм, будет равна  $H = 2\pi \cdot 10 \cdot 26 = 1630$  мм, или 1,6 м.

При конструировании длину цепи выбирают несколько больше, примерно 1,7 м.

Момент на оси барабана в зависимости от веса гири определяется по формуле  $M = (P \cdot D)/2$ , где  $M$  — момент на оси барабана, гс·см;  $P$  — вес гири, гс;  $D$  — диаметр барабана, см.

## § 22. Пружинный двигатель

Пружинный двигатель используется как в переносных, так и в стационарных часах.

Пружинные двигатели построены на принципе использования энергии, сообщаемой ленточной пружине при ее заводе и постепенно отдаваемой механизму при ее освобождении (роспуске).

Действие заводных пружин основано на том, что изги-

бающий момент пружины в плоскости, перпендикулярной ее оси, преобразуется в крутящий момент для механизма. Закручивая пружину вокруг валика заводного механизма, ей сообщают изгибающий момент; при роспуске пружина обеспечивает движение механизма.

Существуют две конструкции пружинного двигателя — в одном случае пружина помещается в специальный закрытый барабан (преимущественно в наручных и карманных часах), в другом — применяется пружина без барабана (в будильниках).

Преимущество безбарабанных двигателей заключается в простоте изготовления, благодаря чему снижается стоимость часов. Однако открытый двигатель имеет и существенные недостатки, вследствие чего конструкция открытого пружинного двигателя применяется только в дешевых часах, к точности хода и долговечности которых не предъявляется высоких требований. Недостатками открытого двигателя является то, что витки пружины не защищены от попадания пыли и грязи, смазка пружины может растекаться по всему механизму, пружина разворачивается эксцентрично, что приводит к большим потерям на трение, во время заводки часов регулятор не получает энергии от заводной пружины, что сказывается на точности хода.

В пружинном двигателе, помещенном в барабане, перечисленные недостатки исключены. Барабан надежно защищает пружину от попадания в нее пыли и грязи и препятствует растеканию смазки. Пружина в барабане раскручивается равномерно, витки пружины при раскручивании располагаются концентрично, что дает возможность получить высокий коэффициент полезного действия двигателя. Во время заводки пружины регулятор продолжает получать энергию от двигателя.

Заводная пружина представляет собой плоскую стальную ленту спиральной или S-образной формы (рис. 88). Заводные пружины изготавливаются из специального железокобальтового сплава К40 ТЮ или углеродистой стали У7

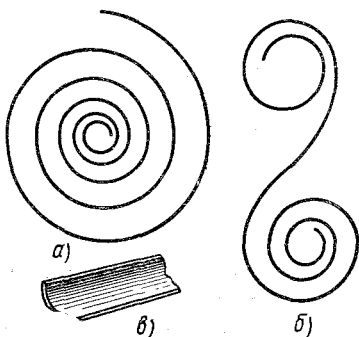


Рис. 88. Форма заводных пружин:

а — спиральная, б — S-образная, в — желобчатая

с последующей специальной термообработкой методом «наклеп — отпуск».

Упругая сила пружины измеряется крутящим моментом, который зависит от поперечного сечения ленты пружины ее длины и упругости материала.

При равном сечении пружина S-образной формы имеет более высокий крутящий момент и более плавный роспуск, что благоприятно влияет на работу механизма.

Недостатком пружинного двигателя является непостоянство момента, передаваемого на регулятор. Наибольший момент пружина имеет в полностью заведенном состоянии. В течение суток пружина постепенно раскручивается и момент ее уменьшается. Изменение момента пружины снижает точность хода часов.

### § 23. Способы крепления заводных пружин

Внутренний конец пружины крепится на крючок вала барабана, а внешний конец — к внутренней поверхности барабана с помощью специальной накладки.

Внутренний конец пружины почти во всех часах крепится одинаково. Наружный конец можно закреплять несколькими способами. Выбор того или иного способа крепления влияет на величину передаваемого момента.

На рис. 89 показаны способы крепления наружных концов пружин и формы накладок для заводных пружин.

При шарнирном креплении пружины после 1,5—2,5 оборотов витки пружины располагаются эксцентрично относительно вала барабана. Возникает большое межвитковое трение. Крутящий момент изменяется скачкообразно. Коэффициент полезного действия заводной пружины с таким креплением — 0,70.

Штифтовое крепление (рис. 89, а) применяется для крупных заводных пружин. Межвитковое трение в этом случае несколько меньше. Коэффициент полезного действия — 0,75.

V-образное крепление (рис. 89, б, в) наиболее простое и применяется довольно часто. При V-образном креплении витки пружины располагаются эксцентрично, межвитковое трение большое, однако коэффициент полезного действия при этом креплении выше — 0,80. Кроме того, при этом креплении создается некоторое перемещение наружного витка, а это устраняет перенапряжение пружины.

Крепление мечевидной накладкой (рис. 89, г) считается в настоящее время лучшим видом крепления наружного

конца пружины. Назначение мечевидной накладки состоит в том, чтобы при работе пружины обеспечить ее равномерное концентрическое раскручивание. Это достигается тем, что крайний виток пружины снизу поддерживается упругой стальной подкладкой, что не позволяет последнему витку создавать излишнее трение. Недостатком этого вида

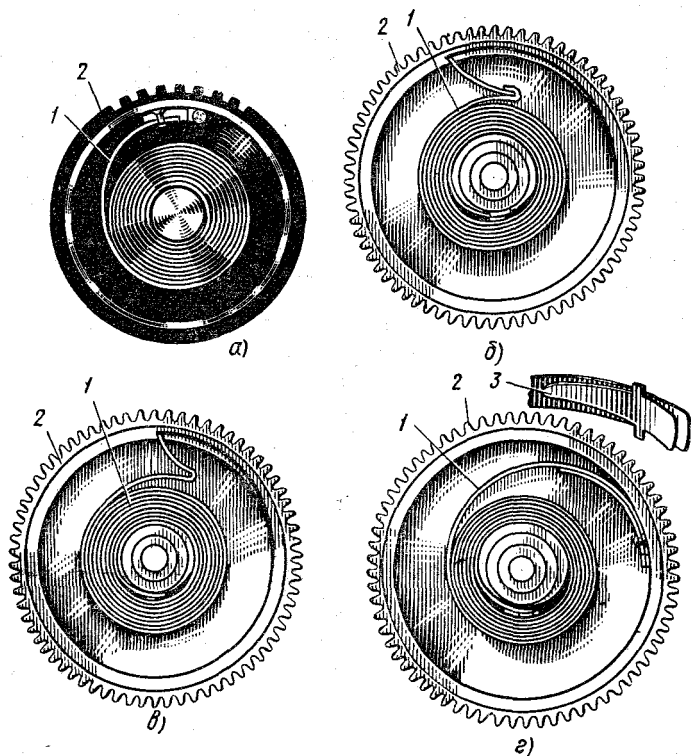


Рис. 89. Способы крепления заводных пружин:

*а* — штифтовое, *б, в* — V-образное, *г* — мечевидной накладкой; 1 — пружина, 2 — барабан, 3 — мечевидная накладдка

крепления является то, что при его применении площадь, занимаемая пружиной вместе с накладкой, несколько увеличивается и продолжительность хода часов от одной полной заводки пружины уменьшается.

Коэффициент полезного действия (к.п.д.) пружины с мечевидной накладкой равен 0,95.

Крепление фрикционной накладкой (рис. 90) применяется в часах с автоматическим подзаводом пружины. К на-

ружному концу пружины с внутренней стороны точечной сваркой крепится фрикционная накладка, которая плотно прилегает к стенке барабана почти по всей окружности и создает равномерное давление по всей длине прилегания.

Крутящий момент заводной пружины меньше момента трения накладки о корпус барабана, поэтому наружный виток будет тормозиться или перемещаться вместе с накладкой. При возникновении избыточного момента фрикци-

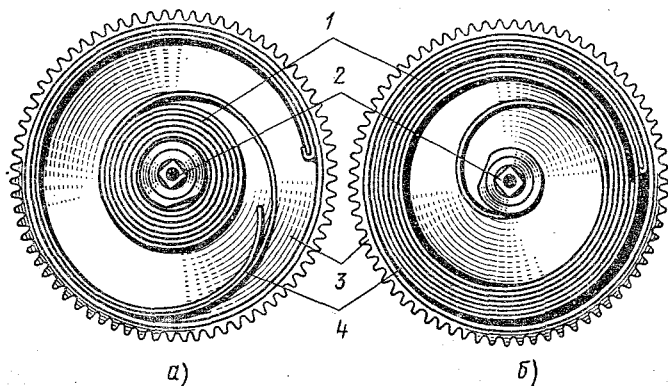


Рис. 90. Крепление пружины фрикционной накладкой:

*a* — в заведенном состоянии, *b* — в спущенном состоянии; 1 — пружина, 2 — вал барабана, 3 — барабан, 4 — фрикционная накладка

онная накладка проскальзывает относительно корпуса барабана. Если размеры накладки подобраны правильно, витки пружины располагаются концентрично относительно вала барабана. Коэффициент полезного действия (к.п.д.) заводной пружины с таким креплением равен 0,8—0,9.

## § 24. Расчет пружинного двигателя

Расчет пружинного двигателя производится, исходя из габаритов проектируемого механизма (калибра, высоты), необходимых энергетических требований, обеспечивающих его нормальную работу. Для расчета пружинного двигателя обычно задаются внутренним радиусом барабана  $R_{\text{бар}}$ , шириной пружины  $b$ , материалом для пружины (с соответствующим модулем упругости  $E$ ) и полезным (рабочим) числом оборотов барабана.

**Расчет крутящего момента.** Крутящий момент пружины должен обеспечивать максимальную продолжительность хода часового механизма.

При расчете величины крутящего момента пружинного двигателя необходимо учитывать коэффициент полезного действия, зависящий от способа крепления пружины в барабане.

Крутящий момент рассчитывают по формуле  $M = \eta(\pi E b h^3 / 6L)n$ , где  $M$  — крутящий момент, гс·см;  $\eta$  — коэффициент полезного действия;  $E$  — модуль упругости материала, кгс/мм<sup>2</sup>;  $b$  — ширина пружины, мм;  $h$  — толщина пружины, мм;  $L$  — длина пружины, мм;  $n$  — расчетное число витков пружины.

Таким образом, величина крутящего момента зависит от свойств материала и размеров пружины. Свойства материала характеризует модуль упругости.

Величина крутящего момента увеличивается при увеличении толщины пружины. Если толщину пружины увеличить в два раза, то момент ее увеличивается в 8 раз. Кроме того, крутящий момент пружины увеличивается с увеличением модуля упругости, ширины пружины и числа витков или оборотов барабана и уменьшается с увеличением длины пружины.

**Расчет параметров.** Параметрами пружины являются ее толщина, длина, число витков в свободном и заведенном состоянии.

В свободном состоянии пружина имеет 2—6 витков. Число витков увеличивается до 10—12, когда ее вставляют в барабан. В заведенном состоянии пружина имеет 18—20 витков:  $n_{\text{бар}} = n_{\text{зав}} - n_{\text{сп}}$ , где  $n_{\text{бар}}$  — число оборотов барабана,  $n_{\text{зав}}$  — число витков пружины в заведенном состоянии,  $n_{\text{сп}}$  — число витков в спущенном состоянии.

Размеры пружины должны обеспечивать не только необходимую величину крутящего момента, но и определенную продолжительность хода часов.

Для получения оптимального числа оборотов барабана необходимо, чтобы внутренний радиус спущенной пружины  $R_{\text{сп}}$  был равен внешнему радиусу заведенной пружины  $R_{\text{зав}}$  (рис. 91).

Если радиус спущенной пружины  $R_{\text{сп}}$  будет больше радиуса заведенной пружины  $R_{\text{зав}}$ , то пружина будет коротка и число витков пружины в спущенном состоянии будет недостаточным. Если же радиус спущенной пружины меньше радиуса заведенной, то пружина будет длинна, т. е. число витков пружины в заведенном состоянии будет больше необходимого, — пружина не сможет полностью распусться.

Пружина в заведенном и спущенном состоянии должна

занимать одну и ту же площадь в барабане, т. е.  $\pi(R_{\text{бар}}^2 - R_{\text{сп}}^2) = \pi(R_{\text{зав}}^2 - r^2)$ , где  $R_{\text{бар}}$  — внутренний радиус барабана;  $R_{\text{сп}}$  — внутренний радиус спущенной пружины;  $R_{\text{зав}}$  — внешний радиус заведенной пружины;  $r$  — радиус вала барабана.

$$R_{\text{зав}} = \sqrt{R_{\text{бар}}^2 + r^2 - R_{\text{сп}}^2}.$$

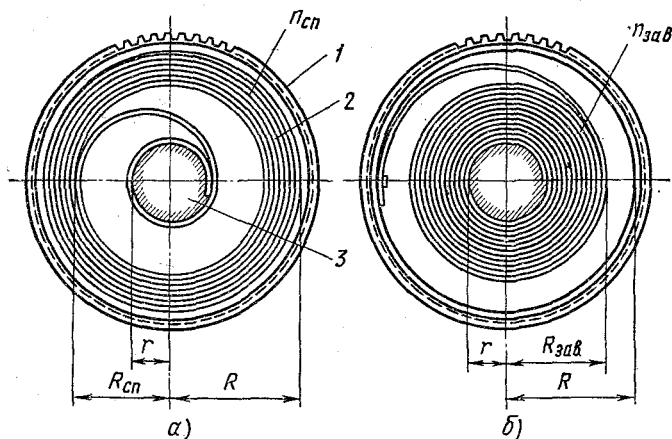


Рис. 91. Положение пружины в барабане:

а — в спущенном состоянии, б — в заведенном состоянии; 1 — барабан, 2 — пружина, 3 — вал барабана

Чтобы определить число витков, пользуются соотношениями:  $n_{\text{сп}}h = R_{\text{бар}} - R_{\text{сп}}$ ,  $n_{\text{зав}}h = R_{\text{зав}} - r$ , где  $h$  — толщина пружины;  $n_{\text{сп}}$  — число витков пружины в спущенном состоянии;  $n_{\text{зав}}$  — число витков пружины в заведенном состоянии;  $n_{\text{бар}}$  — полезное число оборотов барабана.

Из приведенных выше формул определяют  $n_{\text{сп}}$  и  $n_{\text{зав}}$ :

$$n_{\text{сп}} = \frac{R_{\text{бар}} - R_{\text{сп}}}{h}, \quad n_{\text{зав}} = \frac{R_{\text{бар}} - r}{h},$$

$$n_{\text{бар}} = n_{\text{зав}} - n_{\text{сп}} = \frac{1}{h} [R_{\text{зав}} - r - (R_{\text{бар}} - R_{\text{сп}})],$$

подставляя значение  $R_{\text{зав}}$  в формулу, получают

$$n_{\text{бар}} = \frac{1}{h} [\sqrt{R_{\text{бар}}^2 + r^2 - R_{\text{сп}}^2} - r - (R_{\text{бар}} - R_{\text{сп}})],$$

$$R_{\text{сп}} = \sqrt{\frac{R_{\text{бар}}^2 + r^2}{2}},$$



подставляя значение  $R_{\text{сп}}$  в формулу, получают

$$R_{\text{сп}} = R_{\text{зав}} = \sqrt{\frac{R_{\text{бар}}^2 + r^2}{2}}.$$

Таким образом, барабан будет иметь наибольшее число оборотов тогда, когда внешний радиус заводной пружины будет равен внутреннему радиусу спущенной пружины.

Максимальное число оборотов барабана равно

$$n_{\text{бар}} = \frac{1}{h} [V 2 (R_{\text{бар}}^2 + r^2) - (R_{\text{бар}} + r)],$$

но фактически оно несколько меньше из-за неплотного прилегания витков друг к другу:

$$n_{\text{бар}} = \frac{1}{h} [V 2 (R_{\text{бар}}^2 + r^2) - (R_{\text{бар}} + r)] - 0,9,$$

$$h = \frac{V 2 (R_{\text{бар}}^2 + r^2) - (R_{\text{бар}} + r)}{n_{\text{бар}} + 0,9},$$

$$L = \pi (R_{\text{бар}} - R_{\text{сп}}) \cdot n_{\text{сп}} + 2\pi R_{\text{сп}},$$

где  $L$  — длина пружины.

$$M = \frac{E b h^3}{12L} \cdot 2\pi n_{\text{расч}},$$

где  $M$  — крутящий момент пружины;  $E$  — модуль упругости материала;  $b$  — ширина пружины.

Пружина в свободном состоянии имеет некоторое число витков  $n_{\text{св}}$ . При установке в барабан ее закручивают на  $n_{\text{сп}} - n_{\text{св}}$  оборотов.

$$M_{\text{max}} = \frac{E b h^3}{12L} \cdot 2\pi (n_{\text{зав}} - n_{\text{св}}),$$

$$M_{\text{min}} = \frac{E b h^3}{12L} \cdot 2\pi (n_{\text{сп}} - n_{\text{св}}).$$

Учитывая способ крепления, вводим коэффициент  $K$ :

$$M_{\text{max}} = \frac{E b h^3}{12L} \cdot 2\pi (n_{\text{зав}} - n_{\text{св}}) \cdot K,$$

$$M_{\text{min}} = \frac{E b h^3}{12L} \cdot 2\pi (n_{\text{сп}} - n_{\text{св}}) \cdot K.$$

Существует и упрощенный расчет пружины, при котором можно легко определить основные соотношения размеров пружины, барабана и вала.

Если предположить, что

$$R_{\text{сп}} = R_{\text{зав}} = R_1,$$

$$R_1 = \frac{\sqrt{R_{\text{бар}}^2 + r^2}}{2}.$$

На практике радиус валика  $r$  обычно выбирают равным  $\frac{1}{3} R_{\text{бар}}$ , т. е.

$$R_1 = \sqrt{\frac{R_{\text{бар}}^2 + \frac{R_{\text{бар}}^2}{9}}{2}}.$$

преобразовав это выражение, получим

$$R_1 = 0,745 R_{\text{бар}} = \frac{3}{4} R_{\text{бар}}.$$

Толщина пружины  $h$  берется обычно равной  $r/15$  или  $R_{\text{бар}}/45$ .

Чтобы определить число витков пружины в спущенном состоянии, пользуются соотношением  $n_{\text{сп}} h = R_{\text{бар}} - R_1$ .

Заменяя значения  $h$  и  $R_1$  через  $R_{\text{бар}}$ , получим

$$n_{\text{сп}} \cdot \frac{R_{\text{бар}}}{45} = R_{\text{бар}} - \frac{3}{4} R_{\text{бар}};$$

$$n_{\text{сп}} = 11,5 \text{ витков.}$$

Аналогично находим значение  $n_{\text{зав}}$ , которое определяется по формуле  $n_{\text{зав}} \cdot h = R_1 - r$ .

Заменяя значения  $h$  и  $R_1$  через  $R_{\text{бар}}$ , получим

$$n_{\text{зав}} \cdot \frac{R_{\text{бар}}}{45} = \frac{3}{4} R_{\text{бар}} - \frac{1}{3} R_{\text{бар}};$$

$$n_{\text{зав}} = 18,75 \text{ витков;}$$

$$n_{\text{бар}} = n_{\text{зав}} - n_{\text{сп}} = 7,25 \text{ витка.}$$

Длина пружины  $L$  определяется из равенства площадей:  $Lh = \pi (R_{\text{бар}}^2 - R_1^2)$ ,  $L = 64R$ , т. е. полученная длина пружины равна 64 радиусам или 32 внутренним диаметрам барабана.

## § 25. Расчет пружины в барабане

Расчет крутящего момента пружины по формуле  $M = \frac{\pi E b h^3}{6L} n$  производится в предположении, что межвитковое трение при заводке и роспуске пружины стабильно и момент ее пропорционален числу оборотов.

В действительности же межвитковое трение в начале и конце заводки неодинаковое: при закручивании пружины оно больше и увеличивает момент, при спуске — меньше и снижает момент.

На рис. 92 приведена теоретическая и фактическая диаграммы крутящего момента пружины при заводке и спуске. По горизонтальной оси отложены число оборотов пружины, по вертикальной — момент. Точка  $O$  обозначает начало координат и соответствует положению свободной спиральной пружины. Точка  $A$  соответствует прямой пружине. Точка  $B$  соответствует спущенной пружине в бара-

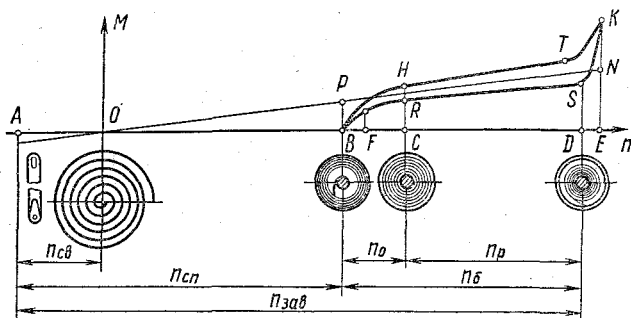


Рис. 92. График крутящего момента заводной пружины

бане. Точка  $C$  соответствует состоянию пружины, при котором только первый и последний витки касаются валика и стенки барабана, остальные витки расположены концентрично. Точка  $D$  соответствует полностью заведенной пружине. Прямой  $OE$  выражена зависимость теоретического момента пружины от числа оборотов барабана. Изменение крутящего момента в зависимости от числа оборотов барабана при заводке пружины выражает кривая  $BHK$ , а при спуске — кривая  $BRSNK$ .

Как видно из графика, барабан значительно уменьшает наружный диаметр пружины. Из-за потерь на трение теоретическая кривая  $BHK$  отличается от фактической кривой  $BRSNK$ . Наиболее точно часы работают тогда, когда момент изменяется незначительно. На графике это будет участок  $RS$ , т. е. интервал наиболее пологой кривой.

На рис. 93 приведены графики крутящих моментов заводных пружин спиральной (рис. 93, а) и S-образной формы (рис. 93, б). Из сопоставления графиков видно, что при одних и тех же размерах заводные пружины S-образной фор-

мы имеют более пологую кривую спуска и, следовательно, меньший перепад крутящих моментов, чем у пружин спиральной формы.

Гистерезис у графика крутящего момента пружины S-образной формы меньше, чем у графика пружины спи-

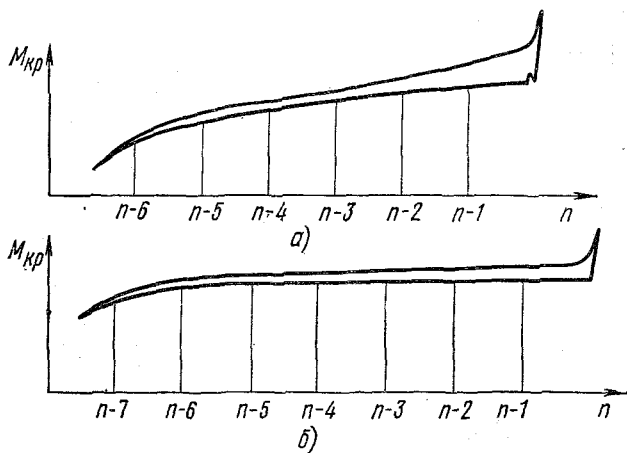


Рис. 93. Графики крутящего момента спиральной (а) и S-образной (б) пружин

ральной формы, следовательно, коэффициент полезного действия пружинного двигателя S-образной формы больше, чем спирального.

## § 26. Пружинные двигатели из двух барабанов

Для увеличения крутящего момента или числа оборотов и, следовательно, продолжительности хода в часах иногда применяют двигатели, состоящие из двух барабанов. Для увеличения крутящего момента  $M_{кр}$  барабаны соединяют параллельно. Для увеличения продолжительности хода барабаны соединяют последовательно.

При последовательном соединении барабанов (рис. 94) пружину заводят через заводной вал 1, а роспуск пружины осуществляют через заводной вал 2.

При двух барабанах, соединенных последовательно, число оборотов увеличивается почти вдвое, а рабочий участок кривой крутящего момента имеет более пологий участок, чем при одном барабане, следовательно, перепад моментов на рабочем участке незначительный.

В некоторых случаях в технических приборах времени применяют многообразные пружинные двигатели с параллельно-последовательным соединением.

### § 27. Требования, предъявляемые к заводным пружинам

Пружина имеет высокий коэффициент полезного действия, если отвечает следующим требованиям:

обладает равномерной упругостью и эластичностью по всей длине;

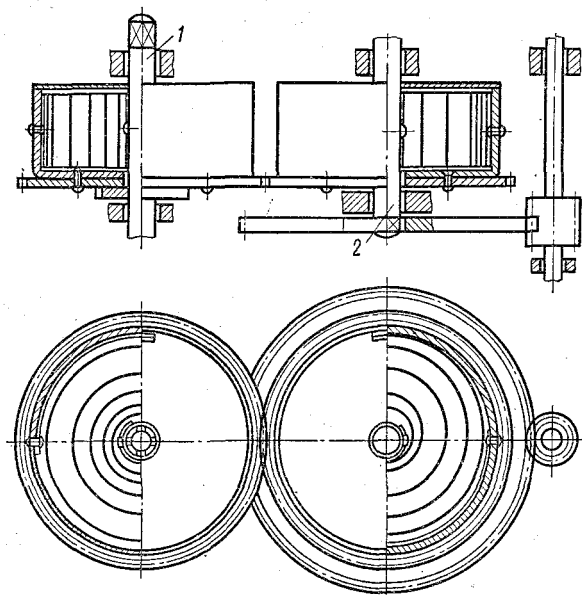


Рис. 94. Схема двигателя с двумя барабанами

не имеет на поверхности никаких царапин и рисок, хорошо отполирована;  
размеры ее сечения постоянны по всей длине;  
закреплена наиболее рациональным способом;  
имеет чистую, смазанную специальным маслом поверхность.

## Контрольные вопросы

1. Какие двигатели используют в часах и каково их назначение в часовом механизме?
2. Как крепят пружину в барабане?
3. Что называется крутящим моментом заводной пружины и как он влияет на работу часового механизма?
4. Какие требования предъявляют к заводной пружине?

## Глава VI

### ОСНОВНАЯ КОЛЕСНАЯ СИСТЕМА

Основная колесная система часов передает энергию двигателя узлам хода и регулятора, изменяя числа оборотов колес и крутящий момент, а также служит для счета колебаний баланса.

#### § 28. Понятие о работе зубчатого зацепления.

##### Передаточное число

Работу основной колесной системы можно представить, рассмотрев основные принципы передачи вращения.

Возьмем два диска, оси которых расположены параллельно (рис. 95). Диски соприкасаются своими цилиндрическими поверхностями. Диаметр большого диска  $D_1$  в два раза больше диаметра малого диска  $D_2$ . Если большой диск будет делать  $n_1$  оборотов в минуту, то малый диск будет делать  $n_2$  оборотов, в два раза больше, чем первый диск. Происходит это потому, что длина окружности большого диска  $S_1$ , равная  $\pi D_1$ , в два раза больше длины окружности малого диска  $S_2$ , равной  $\pi D_2$ . Следовательно, за один оборот большого диска малый диск сделает два оборота. Эту закономерность можно выразить следующим соотношением:  $S_1/S_2 = \pi D_1/\pi D_2 = D_1/D_2 = n_2/n_1 = u$ . Отношение частоты вращения дисков обратно пропорционально отношению диаметров. Эту величину обозначают через  $u$  и называют передаточным числом.

Вращение большого диска передается на малый диск за счет трения, возникающего между их соприкасающимися поверхностями. Такая передача называется фрикционной. Ее недостатком является непостоянство передаточного числа из-за возможного проскальзывания между дисками.

Постоянное передаточное число можно получить с помощью зубчатых колес. Рассмотрим схему зубчатого зацепления (рис. 96). В зубчатой передаче зубья соприкасаются таким образом, что один зуб или несколько зубьев одного

колеса входят во впадины между зубьями другого колеса. Колесо, которое передает вращение, называется *ведущим*. Вращение ведущего колеса передается другому, находящемуся с ним в зацеплении, называемому *ведомым*.

В формуле для определения передаточного числа диаметры или частоту вращения колес можно заменить числом зубьев:  $u = D_2/D_1 = n_1/n_2 = z_2/z_1$ , где  $z_1$  — число зубьев большого колеса;  $z_2$  — число зубьев малого колеса (триба).

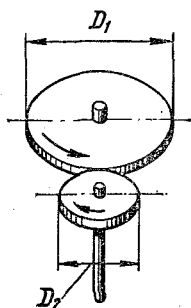


Рис. 95. Схема фрикционной передачи вращения между дисками

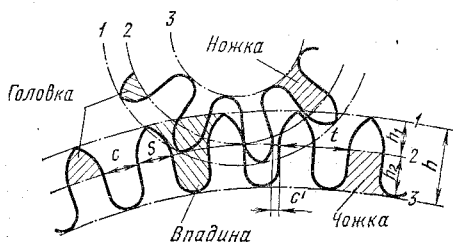


Рис. 96. Элементы зубчатого зацепления:

1 — окружность выступов, 2 — начальная или делительная окружность, 3 — окружность впадин

В машиностроении передаточное число определяется как отношение числа зубьев ведомого колеса к числу зубьев ведущего колеса. Так как ведомым колесом в часах является триб с небольшим числом зубьев, а ведущим колесом, имеющее большее число зубьев, то передаточное число будет очень маленьким (меньше единицы), что неудобно. Поэтому в часовой промышленности под передаточным числом понимают отношение числа зубьев ведущего колеса к числу зубьев триба или отношение частоты вращения триба к частоте вращения колеса, т. е. формулу можно записать так:  $u = z_K/z_T = n_T/n_K$ , где  $u$  — передаточное число;  $z_K$  — число зубьев колеса;  $z_T$  — число зубьев триба;  $n_K$  — частота вращения колеса;  $n_T$  — частота вращения триба.

## § 29. Элементы зубчатых колес.

### Модуль зацепления

Окружности, на базе которых происходит построение профиля зубьев пары колес, называются *начальными* или *делительными*. Их диаметр обозначается  $D$  и  $d$ .

Окружности, ограничивающие высоту зуба  $h$ , называются окружностями вершин зубьев или наружными окружностями. Их диаметр обозначается  $D_a$  и  $d_a$ .

Окружности, ограничивающие глубину впадины зубьев, называются окружностями впадин или внутренними окружностями. Их диаметр обозначается  $D_f$  и  $d_f$ .

Прямая, проведенная между центрами  $O_1$  и  $O_2$  двух находящихся в зацеплении колес, называется межосевой линией, а расстояние между центрами — межосевым расстоянием и обозначается буквой  $a_w$ .

Часть зуба, расположенная между окружностью выступов и начальной окружностью, называется головкой зуба  $h_1$ .

Часть зуба, расположенная между начальной окружностью и окружностью впадин, называется ножкой зуба  $h_2$ .

Толщиной зуба  $s_t$  называется длина дуги по начальной окружности между боковыми сторонами одного и того же зуба. Иногда толщину зуба считают не по дуге, а по стягивающей ее хорде.

Шириной впадины  $e_t$  называется расстояние, измеренное по начальной окружности между сторонами двух соседних зубьев. У колеса ширина впадины равна толщине зуба, у триба — ширина впадины больше, чем толщина зуба.

Шагом зацепления  $p$  называется длина дуги, измеренная по начальной окружности между одноименными сторонами двух смежных зубьев. Шаг включает в себя толщину зуба и ширину впадины.

Разность ширины впадины колеса и толщины зуба триба, находящихся в зацеплении, измеренная по начальной окружности, называется боковым зазором ( $j_t$ ).

Зазор между головкой зуба колеса и дном впадины триба, находящихся в зацеплении, считая по линии центра, называется радиальным зазором  $s$ .

Глубина, на которую зубья триба входят во впадину колеса или зубья колеса во впадину триба по линии центров, называется глубиной зацепления.

Нормальным будет зацепление, при котором ведущее колесо соприкасается с ведомым по начальной окружности, т. е. начальные окружности касаются (рис. 97, а).

Если при работе зубчатых колес их начальные окружности пересекаются (рис. 97, б), зацепление называется



г л у б о к и м. Если при работе зубчатой пары начальные окружности не касаются друг друга (рис. 97, в), зацепление называется м е л к и м.

Число шагов колеса или триба равно числу зубьев. Так как шаг откладывается по начальной окружности, то длина шага равна длине начальной окружности колеса или триба, деленной на число зубьев триба или колеса  $p = \pi D/z$ , где  $p$  — шаг зацепления, мм;  $D$  — диаметр начальной окружности, мм;  $z$  — число зубьев.

При расчете зубчатых передач пользуются понятием м о д у л ь з а ц е п л е н и я. Модулем зацепления назы-

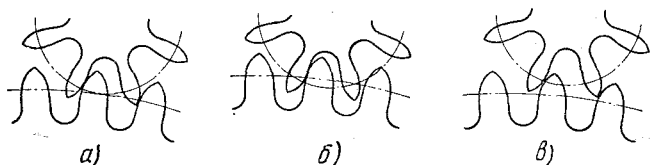


Рис. 97. Зацепление зубчатых передач:  
а — нормальное, б — глубокое, в — мелкое

вается число, полученное от деления шага зацепления  $p$  на величину  $\pi$  ( $\approx 3,14$ ). Обозначается модуль буквой  $m$  и определяется по формуле  $m = p/\pi$  или  $m = D/z$ .

Модуль зацепления выражается в миллиметрах.

В механизмах карманных и наручных часов обычно применяются модули зацепления зубчатых колес от 0,008 до 0,05 мм. Диаметр начальных окружностей колеса и триба определяется по формулам:  $D_K = mz_K$  и  $D_T = mz_T$ , где  $D_K$  — диаметр начальной окружности колеса, мм;  $D_T$  — диаметр начальной окружности триба, мм;  $m$  — модуль зацепления, мм.

Межосевое расстояние  $a_\omega = (D_K + D_T)/2$ . Если в эту формулу подставить значение  $D_K$  и  $D_T$ , то  $a_\omega = (mz_K + mz_T)/2 = m(z_K + z_T)/2$ .

### § 30. Виды зубчатых зацеплений

В приборостроении применяется несколько видов зубчатых зацеплений: эвольвентное, циклоидальное, цевочное, червячное. В эвольвентном зацеплении профиль зуба очерчен кривой, называемой э в о л ь в е н т о й. При качении прямой линии по окружности (рис. 98, а) точка А прямой линии описывает эвольвенту  $O_1A$ .

В циклоидальном зацеплении головка зуба очерчивается кривой, называемой э п и ц и к л о и д о й, а ножка зуба — кривой, называемой г и п о ц и к л о и д о й. При качении окружности *I* по окружности *II*, когда центр окружности *I* располагается вне окружности *II* (рис. 98, б), каждая точка на окружности *I* описывает эпициклоиду. Гипоциклоида образуется точкой окружности *II* при качении ее по окружности *I*, когда центр окружности *II* располагается внутри окружности *I* (рис. 98, в). Если радиус окружности *II* будет равен половине радиуса окружности *I*, то гипоциклоида превратится в прямую линию.

Эвольвентное и циклоидальное зацепления имеют свои преимущества и недостатки.

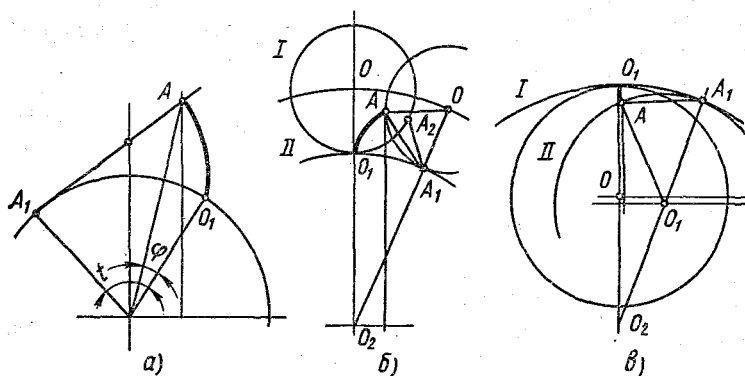


Рис. 98. Кривые, образующие профиль зубьев:  
 а — эвольвента, б — эпициклоида, в — гипоциклоида

При изменении межцентрового расстояния зубчатой пары с эвольвентным профилем зацепление заметно не ухудшается, при циклоидальном зацеплении такое изменение увеличивает трение.

Колеса с эвольвентным профилем зуба имеют более прочную ножку, чем колеса с циклоидальным профилем при одном и том же шаге.

При работе зубчатых колес трение в месте зацепления зубьев с циклоидальным профилем меньше, чем с эвольвентным, а следовательно, и износ зубьев в первом случае меньше. При небольшом количестве зубьев трибов с эвольвентным профилем впадину приходится делать более широкой, что ослабляет зуб триба.

Циклоидальное зацепление позволяет нарезать трибы с небольшим числом зубьев и получать большие передаточные числа.

В зависимости от размеров колес и количества зубьев циклоидальный профиль получается различным. В каждом отдельном случае необходимо новое построение.

В часовых механизмах применяется коррегированное циклоидальное зацепление, которое называется часовым зацеплением.

Применение в часах особого зацепления обусловлено большими передаточными числами и малыми габаритами механизмов. Так, например, в наручных часах трибы имеют от 6 до 12 зубьев.

В таком зацеплении головки зубьев колес и трибов очерчиваются не дугами эпициклоид, а дугами окружностей, близкими к эпициклоидам.

Ножки зубьев образуются прямой линией, направленной к центру окружности, являющейся частным случаем гипоциклоиды.

Часовое зацепление лучше всего удовлетворяет требованиям работы основной колесной системы часового механизма. Применение такого зацепления позволяет не только

значительно снизить частоту вращения при небольшом количестве пар колес и трибов, но и обеспечивает малое трение в зубьях, а следовательно, большой срок службы без существенного износа; плавность работы передачи дает возможность получения трибов с малым числом зубьев и колес с большим числом зубьев.

Профиль зуба в часовом зацеплении при одной и той же толщине  $s_t$  может иметь различные очертания. При  $R(1/2)s_t$  — со скругленным зубом (рис. 99, а); при  $R = (5/6)s_t$  — с полуострым зубом (рис. 99, б); при  $R = s_t$  — с острым зубом (рис. 99, в). Последний очень близок к эпициклоиде.

Колеса со скругленным профилем применяются редко: только в дешевых часовых механизмах.

Наиболее распространен в часовых механизмах профиль зуба полуострой формы.

При работе часовой зубчатой передачи до прохождения линии центров головка зуба триба скользит по ножке зуба

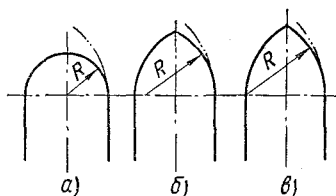


Рис. 99. Форма зубьев часового зацепления:

а — скругленная, б — полуострая, в — острая

колеса. За линией центров головка зуба колеса скользит по ножке зуба триба.

До линии центров наблюдается так называемое входящее трение, которое вызывает износ зубьев и ухудшает плавность передачи. За линией центров трение будет выходящее, оно более благоприятно, чем входящее.

Чтобы снизить входящее трение, надо уменьшить высоту головки зуба триба.

Характерным для работы часового зацепления является то, что одновременно работает только одна пара зубьев. В процессе работы зубчатой пары передаточное число часового зацепления не остается постоянным: в начале зацепления оно больше, чем в конце зацепления. Величина изменения передаточного числа  $\Delta u = u_{\text{нач}} - u_{\text{кон}}$  зависит от межосевого расстояния и других факторов.

### § 31. Расчет передаточных чисел основной колесной системы

В зависимости от конструкции часового механизма его основная колесная система имеет различное число пар.

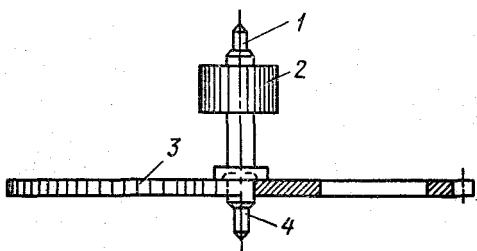


Рис. 100. Зубчатое колесо с трибом:  
1, 4 — цапфы, 2 — триб, 3 — колесо

Наиболее распространенной является кинематическая схема, при которой основная колесная система состоит из четырех пар:

барaban — центральный триб ( $u_1$ ),

центральное колесо — промежуточный триб ( $u_2$ ),

промежуточное колесо — секундный триб ( $u_3$ ),

секундное колесо — анкерный триб ( $u_4$ ).

Конструктивно основная колесная система, состоящая из колеса и триба, выполнена, как показано на рис. 100. Латунное золоченое колесо 3 укреплено неподвижно на оси стального триба 2. Для уменьшения трения и износа цапфы

1 и 4 триба устанавливают в камневых опорах из искусственного рубина.

Каждое колесо находится в зацеплении с трибом следующего колеса. Находящиеся в зацеплении колесо и триб называются зубчатой парой. В механических часах колеса являются ведущими, а трибы ведомыми. В электрических часах, наоборот, трибы являются ведущими, а колеса ведомыми.

Для дальнейших расчетов числу зубьев, числу оборотов, скорости вращения колеса или триба и моменту вращения на колесе или трибе будем присваивать индексы, соответствующие порядковому номеру колеса или триба наиболее распространенной и простой кинематической схемы:

Барaban . . . . .	1	Анкерный триб . . . . .	8
Центральный триб . . . . .	2	Анкерное колесо . . . . .	9
Центральное колесо . . . . .	3	Триб минутной стрелки . . . . .	10
Промежуточный триб . . . . .	4	Вексельное колесо . . . . .	11
Промежуточное колесо . . . . .	5	Вексельный триб . . . . .	12
Секундный триб . . . . .	6	Часовое колесо . . . . .	13
Секундное колесо . . . . .	7		

**Определение передаточного числа через частоту вращения колес.** Для нахождения передаточных чисел задаемся периодом колебаний баланса 0,4 с. При полном колебании баланса происходит освобождение одного зуба анкерного колеса. Так как анкерное колесо имеет 15 зубьев, то при периоде колебаний баланса, равном 0,4 с, оно сделает один оборот за  $0,4 \text{ с} \times 15 = 6 \text{ с}$ , т. е. его частота вращения  $1/6$  об/с. Таковую же частоту имеет и анкерный триб.

Определив частоту вращения анкерного колеса, найдем частоту вращения секундного колеса, которое должно вращаться с той же частотой, что и секундная стрелка. Она всегда должна делать один оборот за 60 с, т. е. частота вращения секундного колеса равна  $1/60$  об/с. Передаточное число между анкерным трибом и секундным колесом можно выразить через частоту вращения секундного колеса и анкерного триба:  $u_{\text{н}} = z_7/z_8 = n_8/n_7$ ;  $u_{\text{н}} = 1/6 : 1/60 = 60/6 = 10$ .

Передаточное число между секундным и центральным колесами можно определить через частоты вращения центрального и секундного колес. Минутная стрелка должна делать один оборот за 60 мин, такое же время затратит на один оборот центральное колесо и триб минутной стрелки, которые с ней связаны.

Следовательно, частота вращения центрального колеса и триба минутной стрелки  $n_7$  равна  $1/60$  об/мин, тогда как  $n_{10}$  равно 1 об/мин:  $u = n_7/n_{10} = 1 : 1/60 = 60$ .

Передаточное число, равное 60, велико и при этом габариты центрального колеса резко увеличены. Для уменьшения габаритов колес передаточное число делится на две пары зубчатых зацеплений, для чего вводится дополнительное промежуточное колесо с трибом. Передаточное число разбивается на два приблизительно равных:  $u_2=8$ ,  $u_3=7,5$ .

В выбранной конструкции часов для расчета передаточных чисел (модель 2409) барабан делает за сутки 3,5 обо-

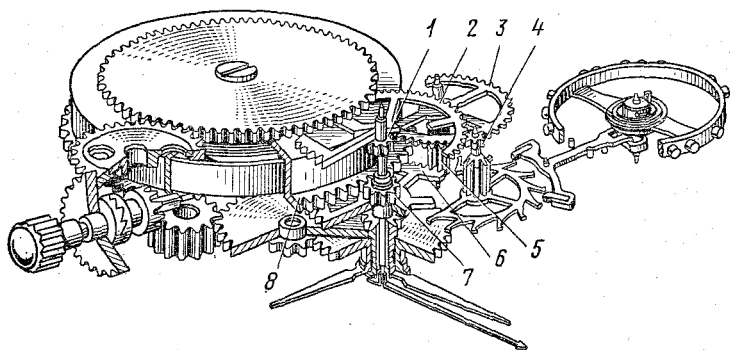


Рис. 101. Кинематическая схема часов с центральной секундной стрелкой:

1 — секундный триб, 2 — секундное колесо, 3 — промежуточное колесо, 4 — триб анкерного колеса, 5 — триб промежуточного колеса, 6 — центральное колесо, 7 — триб центрального колеса, 8 — барабан

рота или один оборот за 7 ч. Следовательно, частота его вращения равна  $1/7$  об/ч.

$$u_1 = \frac{n_2}{n_1} = 1:1/7 = 7;$$

$$u_{\text{общ}} = u_1 \cdot u_2 \cdot u_3 \cdot u_4 = 7 \cdot 8 \cdot 7,5 \cdot 10 = 4200.$$

Одному обороту барабана соответствует 4200 оборотов анкерного колеса. За 6,5 оборотов барабана, что соответствует 47 ч работы часов от полной заводки пружины, анкерное колесо сделает 27 300 оборотов.

При передаточном числе, равном 10, триб анкерного колеса вращается в 600 раз быстрее центрального колеса:  $u_2 \cdot u_3 \cdot u_4 = 8 \cdot 7,5 \cdot 10 = 600$ .

**Определение передаточного числа по числу зубьев колес.** Расчет будем вести на примере часов «Полет» модели 2409, имеющих классическую кинематическую схему (рис. 101). Передаточное число от барабана к центральному трибу равно отношению числа зубьев барабана к числу зубьев

центрального триба:  $u = z_1/z_2$ . Барабан имеет 70 зубьев, а центральный триб — 10, следовательно,  $u = z_1/z_2 = 70/10 = 7$ , т. е. при одном обороте барабана центральный триб делает 7 оборотов.

Передаточное число от центрального колеса к секунднему трибу должно быть равно 60, так как секундный триб с секундной стрелкой делает один оборот в минуту или 60 оборотов в час, а центральное колесо с минутной стрелкой делает один оборот в час.

Передаточное число для одной пары обычно не превышает 10. Следовательно, для того чтобы обеспечить передаточное отношение 60 между центральным колесом и секундным трибом, нужно ввести дополнительную пару: промежуточное колесо с трибом. Тогда передаточное число от центрального колеса к промежуточному трибу будет  $u_2 : u_2 = z_3/z_4 = 64/8 = 8$ ; передаточное число от промежуточного колеса к секунднему трибу  $u_3 : u_3 = z_5/z_6 = 60/8 = 7,5$ .

Передаточное число от секундного колеса к анкерному трибу рассчитывается в зависимости от числа зубьев анкерного колеса и от периода колебаний баланса. Анкерное колесо в большинстве случаев имеет 15 зубьев.

Период колебаний баланса  $T = 0,4$  с, т. е. баланс делает 150 полных колебаний в минуту. За одно полное колебание анкерное колесо поворачивается на один зуб, следовательно, за одну минуту оно должно войти в зацепление со 150 зубьями. Так как анкерное колесо имеет 15 зубьев, то анкерный триб сделает за минуту 10 оборотов. За это же время секундное колесо сделает один оборот, следовательно, передаточное число от секундного колеса к анкерному трибу  $u_4$  должно быть равно 10:  $u_4 = z_7/z_8 = 70/7 = 10$ .

Общее передаточное число зубчатой передачи от барабана к анкерному колесу будет равно произведению передаточных чисел отдельных пар:  $u_{\text{общ}} = u_1 \cdot u_2 \cdot u_3 \cdot u_4 = 70/10 \cdot 64/8 \cdot 60/8 \cdot 70/7 = 4200$ .

## § 32. Определение чисел зубьев колесной системы и момента на анкерном колесе

**Определение чисел зубьев колесной системы.** Для определения числа зубьев колесной системы воспользуемся формулой  $u = z_{\text{ведущ. кол}}/z_{\text{ведом. тр}}$ .

При расчете чисел зубьев колесной системы обычно задаются числом зубьев трибов и, используя полученные ранее передаточные числа, находят необходимое количество зубьев колес. Передаточное число между барабаном и

центральный трибом:  $u_1 = z_1/z_2 = 7$ . Задаемся числом зубьев центрального триба, равным 10, тогда  $z_1 = z_2 u_1 = 10 \cdot 7 = 70$  зубьев. Передаточное число между центральным колесом и промежуточным трибом равно  $u_2 = z_3/z_4 = 8$ . Задаемся числом зубьев промежуточного триба, равным 8, тогда  $z_3 = z_4 u_2 = 8 \cdot 8 = 64$  зуба. Передаточное число между промежуточным колесом и секундным трибом равно  $u_3 = z_5/z_6 = 7,5$ .

Задаемся числом зубьев секундного триба, равным 8, тогда  $z_5 = z_6 u_3 = 8 \cdot 7,5 = 60$  зубьев. Передаточное число между секундным колесом и анкерным трибом равно  $u_4 = z_7/z_8 = 10$ . Задаемся числом зубьев анкерного триба, равным 7, тогда  $z_7 = z_8 u_4 = 7 \cdot 10 = 70$  зубьев.

**Определение момента на анкерном колесе.** Для обеспечения нормальной работы механизма необходим определенный крутящий момент. Этот момент барабана  $M_1$  при передаче на центральный триб уменьшается во столько раз, во сколько увеличивается частота вращения триба по сравнению с барабаном, т. е. можно записать соотношение:  $M_1/M_2 = n_2/n_1$ , заменяя  $n_2/n_1$  через  $u$ , получим  $M_2 = M_1/u_1$ .

Центральное колесо, неподвижно закрепленное на трибе, передает крутящий момент промежуточному трибу, т. е.  $M_4 = M_3/u_2$ . Для других пар колес также можно записать аналогичные выражения. Для секундного триба и промежуточного колеса:  $M_6 = M_5/u_3$ . Для анкерного триба и секундного колеса:  $M_8 = M_7/u_4$ . Для анкерного колеса и барабана:  $M_9 = M_1/u_{\text{общ}}$ .

Следовательно, момент на анкерном колесе будет во столько раз меньше момента на барабанае, во сколько раз частота вращения анкерного колеса больше частоты вращения барабана.

В приведенном расчете не учтены потери на трение между зубьями и в опорах трибов. Если ввести в расчет коэффициент полезного действия зубчатой передачи  $\eta$ , то формула может иметь такой вид:  $M_9 = (M_1/u_{\text{общ}})\eta$ .

### § 33. Расчет передаточных чисел стрелочного механизма

Для получения правильного счета времени в часах необходимо, чтобы часовое колесо с часовой стрелкой вращалось в 12 раз медленней триба минутной стрелки с минутной стрелкой, т. е. передаточное число зубчатой передачи от триба минутной стрелки к часовому колесу  $u_{\text{общ}}$  должно равняться  $1/12$ . Между трибом минутной стрелки и часовым колесом имеется вексельное колесо с трибом (рис. 102).



Триб минутной стрелки 2 передает вращение на вексельное колесо 5, а вексельное колесо через свой триб 4 на часовое колесо 3.

Например, в механизме модели 2409 передаточное отношение первой пары триб минутной стрелки — вексельное колесо будет равно  $u_5 = z_{10}/z_{11} = 12/32$ . Передаточное число второй пары триб вексельного колеса — часовое колесо будет равно  $u_6 = z_{12}/z_{13} = 8/36$ .

Общее передаточное число передачи на стрелки равно  $u_{\text{общ}} = u_5 u_6 = 12/32 \cdot 8/36 = 1/12$ .

### § 34. Колесная система электронно-механических кварцевых часов

В отличие от колесной системы механических часов колесная система электронно-механических кварцевых часов с шаговым двигателем предназначена для передачи вращения с понижением его частоты от триба ротора шагового двигателя до выходных осей.

Если в механических часах ведущими являются колеса, а трибы ведомыми, то в электронно-механических часах с шаговым двигателем ведущими являются трибы, а ведомыми колеса. На рис. 103 представлена кинематическая схема электронно-механических часов с шаговым двигателем, имеющих центральную секундную стрелку (часы модели 2456). Колесная система (редуктор) предназначена для передачи вращения с понижением его частоты от триба ротора до выходных осей (часовой, минутной и секундной) стрелочного индикатора. С учетом средней частоты вращения этих звеньев колесной системы передаточное число:

от триба ротора до секундного колеса  $u_1 = z_{10}/z_{12} \cdot z_3/z_{13} = 60/8 \cdot 60/15 = 30$ ;

от триба секундного колеса до центрального колеса  $u_2 = z_7/z_9 \cdot z_5/z_6 = 60/7 \cdot 56/8 = 60$ ;

от триба минутной стрелки до часового колеса  $u_3 = z_1/z_4 \cdot z_3/z_2 = 40/15 \cdot 40/10 = 12$ . Общее передаточное отношение всех степеней колесной системы равно  $u_{\text{общ}} = 21\,600$ .

В таком же порядке (с учетом к.п.д.) возрастает вращающий момент при передаче его от триба ротора до часового

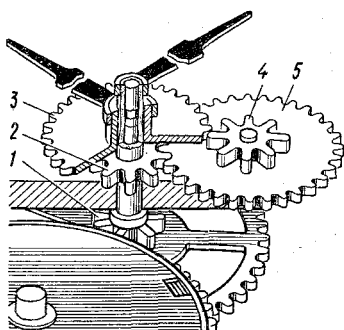


Рис. 102. Кинематическая схема стрелочного механизма:

1 — триб центрального колеса, 2 — триб минутной стрелки, 3 — часовое колесо, 4 — триб вексельного колеса, 5 — вексельное колесо

колеса. Коэффициент полезного действия (к.п.д.) зубчатых передач циклически меняется в каждой зубчатой паре, поэтому к.п.д. передачи при повороте системы ротор — стрелочный индикатор на один шаг может соответствовать произведению минимальных к.п.д. каждой зубчатой пары. Минимальный мгновенный к.п.д. зубчатой передачи электронно-механических часов с шаговым двигателем составляет

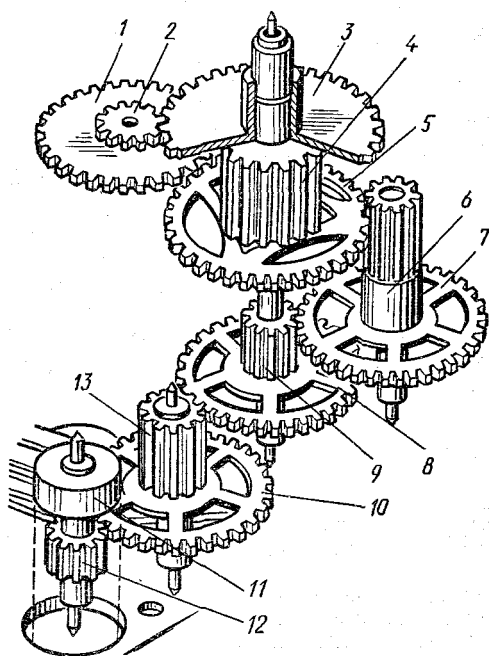


Рис. 103. Кинематическая схема колесной системы электронно-механических кварцевых часов с шаговым двигателем:

1 — минутное колесо, 2 — триб минутного колеса, 3 — часовое колесо, 4 — триб минутной стрелки, 5 — центральное колесо, 6 — триб промежуточного колеса, 7 — промежуточное колесо, 8 — триб секундного колеса, 9 — секундное колесо, 10 — передаточное колесо, 11 — ротор, 12 — триб ротора, 13 — триб передаточного колеса

$\sim 0,25-0,4$  в зависимости от конструкции и качества изготовления деталей.

Колесная система (редуктор) нагружена только во время передачи импульса, а не постоянно, как в механических часах, поэтому нагрузка на зубчатую передачу кварцевых часов в 5—10 раз меньше. Крутящий момент, развиваемый шаговым двигателем, также не велик, учитывая это, к колесной системе предъявляют требования по достижению максимального к.п.д. Замедляющая передача с часовым профилем колес и трибов не отвечает этому требованию, поэтому в кварцевых электронно-механических часах применяют эвольвентное зацепление, что дает возможность повысить к.п.д.

Стопорение секундной оси при переводе стрелок осуществляется рычагом за секундное колесо. Стопорение секундной стрелки предъявляет более жесткие требования к стабильности момента фрикционности. Момент фрикционности между трибом минутной стрелки и минутным колесом выражается неравенством:  $M_{н.ч.к}/12\eta_1 < M_{ф} < (M_{т.с.к} \times 60)/\eta_2$ , где  $M_{н.ч.к}$  — момент нагрузки на часовом колесе;  $M_{т.с.к}$  — момент торможения секундного колеса;  $\eta_1$  — к.п.д. передачи от триба минутной стрелки до часового колеса;  $\eta_2$  — к.п.д. от секундного триба до минутного (центрального) колеса.

Стопорение секундной стрелки в часах других конструкций может осуществляться различными способами: рычагом за передаточное колесо или его триб, а также за промежуточное колесо.

### Контрольные вопросы

1. Для чего служит основная колесная система в часах?
2. Что называется передаточным числом часового механизма?
3. Что такое модуль зацепления зубчатых колес?
4. Какие существуют виды зубчатых зацеплений, каковы их преимущества и недостатки?
5. Как снижается или повышается частота вращения в часовом механизме?
6. Как меняется крутящий момент, передаваемый заводной пружиной от барабана на анкерное колесо?
7. Сколько оборотов в минуту делает секундное колесо и как такое число оборотов получают в часовом механизме?
8. Сколько стрелок в часах и сколько оборотов делает каждая стрелка за один час?
9. Как рассчитать передаточное число по частотам вращения колес для часов с периодом колебания 0,33 (3)?
10. Какое различие в работе колесных систем механических и электронно-механических кварцевых часов?

## Глава VII

### АНКЕРНЫЙ ХОД

Анкерный ход, или спуск, — часть механизма, предназначенная для передачи энергии от двигателя к регулятору для поддержания его колебаний и управления движением колес, т. е. для превращения равномерных колебаний регуляторов в равномерное вращение колес.

При помощи хода регулятор управляет вращением зубчатой передачи так, что при каждом колебании регулятора колеса поворачиваются на определенные углы.

## § 35. Виды ходов

Ходы можно разделить на две основные группы: свободные и несвободные.

Несвободный анкерный ход применяется в маятниковых часах. В этом ходе действует постоянная кинематическая связь между ходом и регулятором.

Свободный ход (анкерный, хронометровый) применяется в часах с регулятором баланс — спираль.

В этом ходе кинематическая связь между регулятором и ходом осуществляется только в момент передачи импульса балансу, в остальное время регулятор свободно колеблется, а ход неподвижен.

Детальями несвободного анкерного хода (рис. 104) являются ходовое колесо 1 и скобка (анкер) 2, закрепленная на оси 3.

Левый конец скобки называется палетой входа,

правый — палетой выхода. При колебании маятника одна палета освобождает, а другая останавливает ходовое колесо. Через палеты с ходового колеса передается маятнику импульс.

За время полного колебания маятника ходовое колесо поворачивается на один зуб.

Энергия, передаваемая зубом ходового колеса, достаточна для поддержания колебаний маятника, но ее недостаточно для того, чтобы привести ход в движение. Для этого маятник нужно вывести из положения равновесия, сообщить ему принудительный начальный импульс.

Детальями свободного анкерного хода является анкерное колесо 1, анкерная вилка 3 с палетами 2 или штифтами и двойной ролик 4 с импульсным камнем 5 (рис. 105, а, б).

Зубья анкерного колеса имеют сложную форму.

Импульс с зуба анкерного колеса на палету может передаваться различными способами: по зубу анкерного колеса и по палете, только по зубу анкерного колеса или только по палете. По способу передачи импульса различают английский, швейцарский и штифтовый ход.

В английском ходе (см. рис. 105, а) зуб анкерного колеса

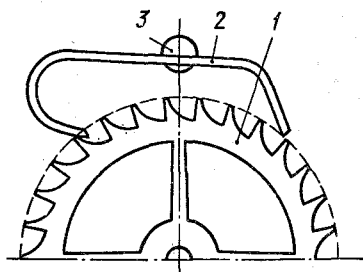


Рис. 104. Схема несвободного анкерного хода:

1 — ходовое колесо, 2 — скобка, 3 — ось

заострен и имеет только плоскость покоя, а передача импульса происходит путем скольжения острия зуба по плоскости импульса палеты. Английский ход не нашел широкого распространения.

В швейцарском ходе (см. рис. 105, б) зуб анкерного колеса 1 имеет широкую импульсную плоскость Б (на торце

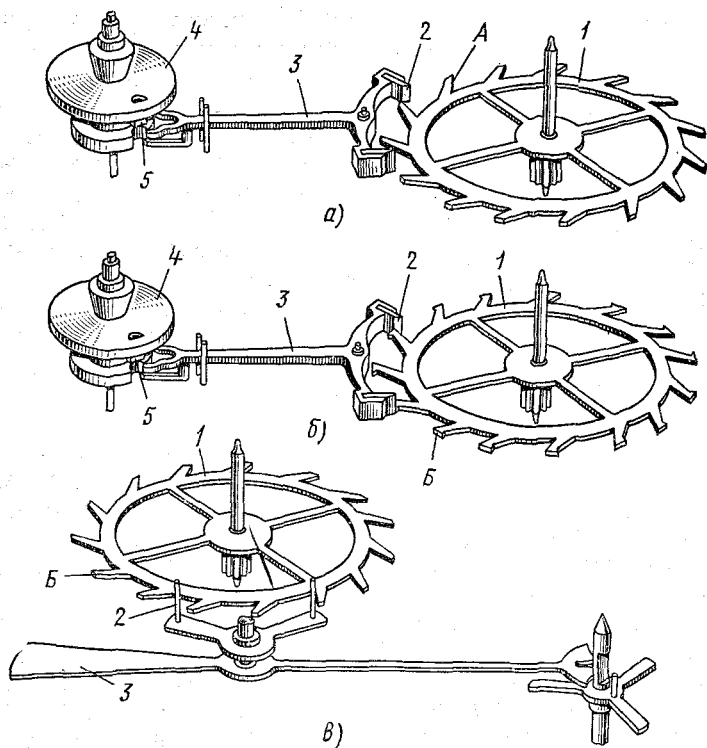


Рис. 105. Виды свободного анкерного хода:

*а* — английский, *б* — швейцарский, *в* — штифтовый; 1 — анкерное колесо, 2 — палеты (или штифты) анкерной вилки, 3 — анкерная вилка, 4 — двойной ролик, 5 — импульсный камень, А — плоскость покоя зуба, Б — плоскость импульса зуба

зуба). Импульс сначала передается при скольжении острия зуба по импульсной плоскости палеты 2, а затем при скольжении палеты по импульсной плоскости зуба. Импульс в этом ходе распределяется по зубу и по палете. Такая конструкция позволяет сделать зуб и палету с широкой импульсной плоскостью, уменьшить износ деталей, лучше

сохранить смазку и таким образом увеличить срок службы часов. Швейцарский ход наиболее распространен.

В штифтовом ходе (рис. 105, *в*) вместо палет используют стальные цилиндрические штифты 2. Импульс передается при скольжении импульсной плоскости зуба *Б* по поверхности штифтов. Штифтовый ход наиболее простой и применяется обычно в будильниках и дешевых настольных часах.

В зависимости от положения плоскостей покоя швейцарские анкерные хода разделяются на три группы:

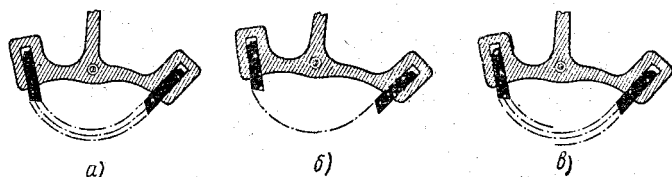


Рис. 106. Расположение плоскостей покоя анкерного колеса:

*а* — равноплечий ход, *б* — неравноплечий ход, *в* — полуравноплечий или смешанный ход

равноплечие (рис. 106, *а*), у которых середины импульсных плоскостей палет находятся на равном расстоянии от центра вращения анкерной вилки;

неравноплечие (рис. 106, *б*), у которых плоскости покоя палет находятся на равном расстоянии от центра вращения анкерной вилки;

полуравноплечие, или смешанные (рис. 106, *в*), у которых плоскости покоя сдвинуты в одну сторону на одинаковую величину.

### § 36. Работа анкерного хода

Во время работы хода анкерное колесо, анкерная вилка и баланс находятся в восьми различных положениях. Схема работы хода представлена на рис. 107.

Большую часть пути баланс проходит свободно и только при подходе к равновесному положению начинается его взаимодействие с анкерной вилкой. Часть пути, проходимая балансом свободно, называется *дополнительной дугой*.

Возвращение баланса из крайнего положения в равновесное происходит под действием спирали.

**Положение I.** Анкерная вилка прижата к ограничительному штифту, зуб анкерного колеса лежит на плоскости

покоя палеты входа. Между копьем и предохранительным роликом имеется зазор. Баланс проходит дополнительную дугу, двигаясь против часовой стрелки к положению равновесия. Анкерное колесо и анкерная вилка при этом неподвижны.

**Положение II.** Баланс закончил прохождение дополнительной дуги, импульсный камень вошел в паз анкерной

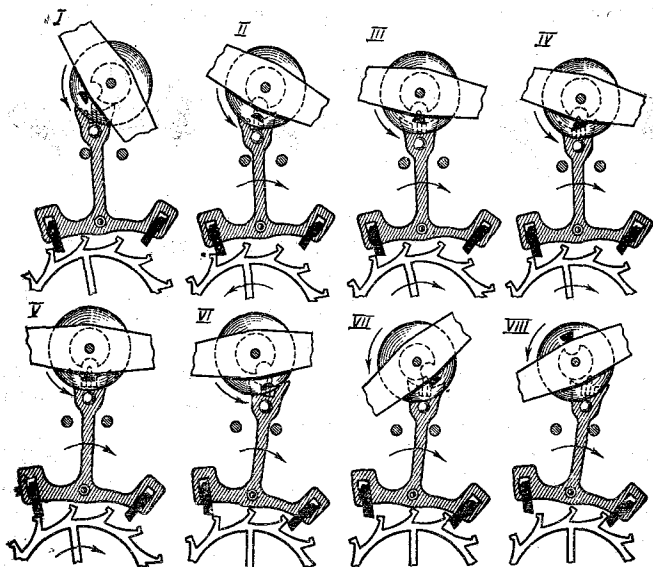


Рис. 107. Положения (I—VIII) деталей хода при работе

вилки. Происходит удар импульсного камня о правую стенку паза анкерной вилки. После удара скорость баланса уменьшается, но он продолжает двигаться в том же направлении. В результате удара вилка поворачивается по часовой стрелке, палета входа освобождается из-под зуба анкерного колеса. Анкерное колесо в это время поворачивается назад на некоторый угол, преодолевая силу заводной пружины, зуб колеса скользит по плоскости покоя палеты.

**Положение III.** Анкерная вилка потеряла часть своей энергии и, освободившись от давления анкерного колеса, находится в свободном состоянии. Импульсный камень догоняет анкерную вилку, вновь ударяет по той же стенке паза. Этот удар слабее первого, но вполне достаточен, чтобы полностью вытащить палету из-под зуба анкерного коле-

са. Анкерное колесо под действием заводной пружины начинает двигаться по часовой стрелке. зуб анкерного колеса падает на плоскость импульса палеты — происходит удар зуба по плоскости импульса палеты.

**Положение IV.** Под действием удара зуба анкерного колеса о палету вилка быстро поворачивается по часовой стрелке. Острие зуба колеса движется по плоскости импульса палеты, передавая ей импульс. Левая стенка паза анкерной вилки, догоняя импульсный камень, ударяет по нему, передавая импульс балансу.

**Положение V.** Острие зуба анкерного колеса продолжает движение по плоскости импульса палеты, затем палета скользит по плоскости импульса зуба, анкерная вилка продолжает двигаться к ограничительному штифту, передавая через импульсный камень импульс балансу до тех пор, пока пятка зуба не сойдет с плоскости импульса палеты.

**Положение VI.** зуб анкерного колеса сошел с плоскости импульса палеты — передача импульса заканчивается. Анкерная вилка еще не дошла до ограничительного штифта. Импульсный камень начинает выходить из паза анкерной вилки.

**Положение VII.** После того как зуб анкерного колеса отошел от палеты входа, другой зуб анкерного колеса падает на плоскость покоя палеты выхода. Вилка, пройдя угол потерянного пути, притягивается к ограничительному штифту. Импульсный камень, покинув паз анкерной вилки, проходит мимо рожка, баланс выходит на дополнительную дугу.

**Положение VIII.** Баланс проходит дополнительную дугу, двигаясь к крайнему положению. Анкерная вилка прижата к ограничительному штифту. Анкерное колесо и анкерная вилка неподвижны.

Дойдя до крайнего положения, баланс под действием спирали возвращается к среднему положению, и работа хода повторяется, но уже со стороны палеты выхода.

На осциллограмме, записанной в течение полупериода колебания баланса, можно различить три основных удара или шума. На рис. 108 темными пятнами выделены участки осциллограммы, соответствующие основным ударам. Первый удар (рис. 108, а) происходит в начале подъема анкерной вилки, когда импульсный камень ударяется о паз вилки. Этот удар слышен отчетливо и называется шумом освобождения.

Второй удар (рис. 108, б) происходит при переходе зуба анкерного колеса с плоскости покоя палеты на плоскость



импульса. Звук, получаемый при этом, называется шумом и м п у л ь с а. Одновременно возникает вторичный шум в пазу анкерной вилки, но он значительно слабее первого. Третий шум (рис. 108, в) возникает при падении зуба анкерного колеса на плоскость покоя палеты и одновременно при ударе анкерной вилки об ограничительный штифт. Этот шум называют шумом падения.

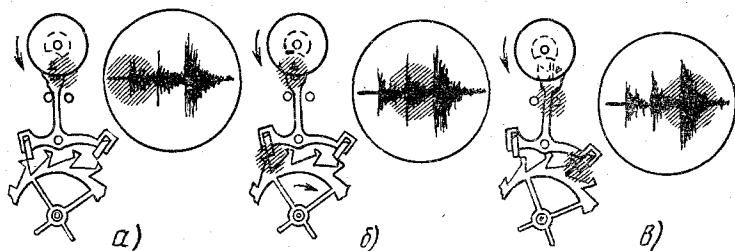


Рис. 108. Осциллограмма ударов при различных положениях хода: а — шум освобождения, б — шум импульса, в — шум падения

Удары или шумы хода используются как основная информация часового механизма при разработке современных контрольных электронных приборов для проверки мгновенного суточного хода и амплитуды колебаний баланса.

### § 37. Углы, проходимые анкерным колесом

**Угол отхода назад.** Получая энергию от баланса, анкерная вилка, поворачиваясь на своей оси, поворачивает анкерное колесо против часовой стрелки, при этом зуб анкерного колеса скользит по плоскости покоя палеты. Это видно на рис. 109. Чтобы определить величину, на которую колесо отходит назад, из центра вращения анкерной вилки  $O$  проведем окружности через острие зуба  $A$  и начало плоскости импульса палеты  $B$ . Из построения видно, что геометрическая линейная величина обратного хода колеса равна разности радиусов проведенных окружностей:  $n = OB - OA$ . Величина угла отхода анкерного колеса назад обычно очень незначительна и на глаз почти не заметна, примерно  $15'$ .

**Угол импульса анкерного колеса.** После отхода назад зуб анкерного колеса скользит по плоскости импульса палеты. Импульс продолжается до тех пор, пока пятка зуба анкерного колеса не пройдет плоскости импульса палеты. Угол, пройденный за это время анкерным колесом, называется углом импульса колеса.

**Угол падения.** Углом падения называется угол, на который поворачивается анкерное колесо после того, как пятка зуба сходит с плоскости импульса палеты. Характеризуется угол падения величиной  $n$  (рис. 110). Различают

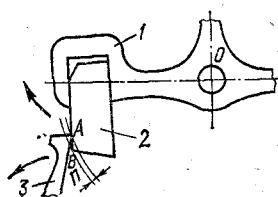


Рис. 109. Угол отхода анкерного колеса назад:

1 — анкерная вилка, 2 — палета, 3 — зуб анкерного колеса

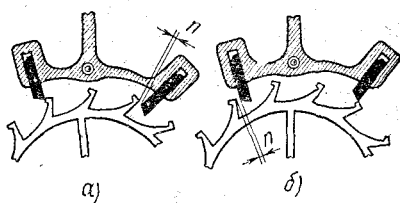


Рис. 110. Углы падения анкерного колеса:

а — внутренний, б — внешний

два угла падения: внутренний (рис. 110, а) и внешний (рис. 110, б). Внутренним углом падения называется угол, на который поворачивается анкерное колесо после того, как его зуб сходит с плоскости импульса палеты входа. При правильно отрегулированном механизме хода величина

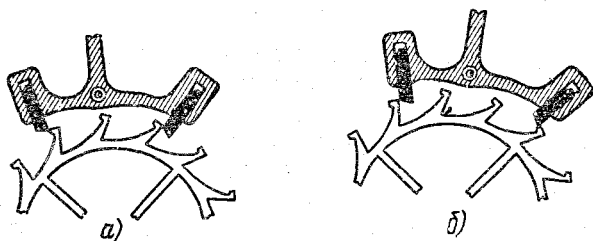


Рис. 111. Скобки:  
а — узкая, б — широкая

внешнего и внутреннего углов падения должна быть одна и та же. Поворот анкерного колеса на угол падения необходим для обеспечения правильной работы хода. Без этого был бы невозможен отход анкерного колеса назад. Кроме того, в случае неточного изготовления анкерного колеса и анкерной вилки могло бы произойти заклинивание хода.

Если внутренний угол падения мал, анкерную вилку называют узкой (рис. 111, а). Если внешний угол падения мал, анкерную вилку называют широкой (рис. 111, б).

### § 38. Углы, проходимые анкерной вилкой

Угол, на который поворачивается анкерная вилка от ограничительного штифта до падения зуба анкерного колеса на плоскость импульса палеты, называется полным углом покоя или углом освобождения. Практически угол полного покоя больше угла покоя на величину угла потерянного пути. При угле покоя  $1^{\circ}30'$  и угле потерянного пути  $30'$  полный угол покоя равен  $2^{\circ}$ . На рис. 112 угол покоя определяется величиной  $A$ .

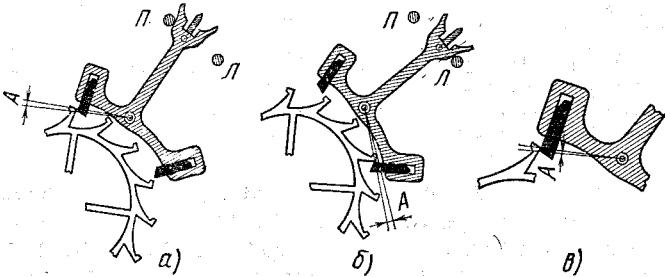


Рис. 112. Углы покоя:

$a$  — угол полного покоя на палете входа,  $b$  — угол полного покоя на палете выхода,  $v$  — определение угла покоя по положению острия зуба на плоскости покоя палеты

Угол, на который поворачивается анкерная вилка в момент, когда зуб анкерного колеса движется по плоскости импульса палеты, называется углом импульса. Поворот на этот угол занимает время, за которое зуб анкерного колеса падает на импульсную плоскость палеты и проходит по ней. Сумма угла импульса и угла покоя составляет угол подъема анкерной вилки.

Угол, на который поворачивается анкерная вилка после импульса до падения на ограничительный штифт, называется углом потерянного пути. Угол потерянного пути необходим для компенсации неточности изготовления деталей хода и гарантирует надежность работы узла. Величина угла потерянного пути обычно равна  $30'$ . Увеличение и уменьшение угла потерянного пути может привести к нарушению правильной работы хода.

### § 39. Углы, проходимые балансом

Угол, проходимый балансом от своего крайнего положения до встречи импульсного камня с пазом анкерной вилки, или угол, проходимый балансом после выхода импульс-

ного камня из паза анкерной вилки до своего крайнего положения, называется **дополнительным углом**.

При прохождении дополнительного угла баланс совершает свободное движение без взаимодействия с ходом.

Угол, пройденный балансом с момента встречи импульсного камня с пазом анкерной вилки до того, как зуб анкерного колеса упадет на плоскость импульса палеты, называется **углом освобождения баланса**. Когда баланс проходит угол освобождения, он еще не достигает положения равновесия.

Угол, пройденный балансом с момента падения зуба анкерного колеса на плоскость импульса палеты до того, как пятка зуба сойдет с плоскости импульса палеты, называется **углом импульса баланса**. Баланс начинает поворачиваться на угол импульса до того, как входит в положение равновесия, и заканчивает поворот, выйдя из положения равновесия.

Сумма угла освобождения и угла импульса составляет **угол подъема баланса**.

Величины угла подъема баланса в часах разных конструкций различны и колеблются от 33 до 58°. Так, например, для мужских наручных часов «Полет» и «Слава» он равен 49°, а для женских часов «Слава» — 47°.

Величина угла подъема учитывается при определении мгновенного суточного хода и амплитуды колебаний баланса на современных контрольных электронных приборах.

## § 40. Угол притяжки

Зуб анкерного колеса, падая на плоскость покоя палеты, притягивает вилку к ограничительному штифту. Если отвести вилку от ограничительного штифта так, чтобы зуб колеса оставался на плоскости покоя палеты, а затем отпустить ее, то вилка сразу же вернется к ограничительному штифту. Это явление называется **притяжкой**.

Притяжка необходима для того, чтобы обеспечить зазор между копьем и предохранительным роликом во время прохождения балансом дополнительной дуги. При отсутствии притяжки копье будет касаться предохранительного ролика, создавая дополнительное трение и ухудшая точность хода часов.

Притяжка вилки к ограничительным штифтам происходит следующим образом. Плоскости покоя палет расположены под определенным углом к направлению силы, с которой зуб анкерного колеса давит на палеты. Он обеспечи-

вает моменты, поворачивающие вилку к ограничительным штифтам.

Для того чтобы определить угол притяжки, необходимо соединить центр качания анкерной вилки с точкой  $B$  на палете, в которую падает зуб анкерного колеса (рис. 113). Если из точки  $B$  восстановить перпендикуляр  $AB$  к линии  $OB$ , то угол между перпендикуляром  $AB$  и плоскостью по-

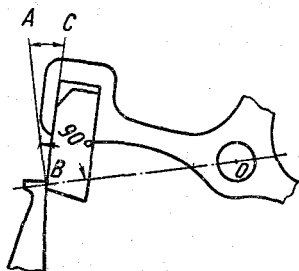


Рис. 113. Определение угла притяжки

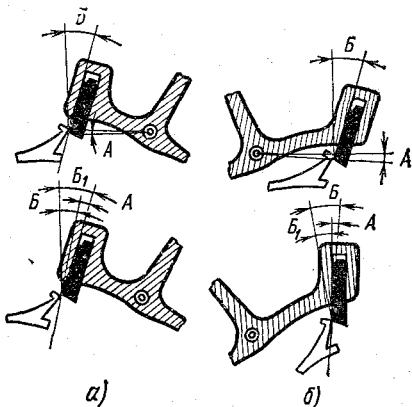


Рис. 114. Изменение угла притяжки: а — на палете входа, б — на палете выхода

кой палеты  $BC$  и будет так называемым углом притяжки.

Угол притяжки должен быть больше угла трения (угол трения стали, из которой изготовлено колесо, по рубину, из которого сделана палета, равен  $8^{\circ}30'$ ).

Значение угла притяжки  $B$  во время освобождения анкерной вилки меняется: на палете входа (рис. 114, а) угол притяжки  $B$  увеличивается на угол  $A$ , а на палете выхода (рис. 114, б) — уменьшается на то же значение  $A$ . Разность между углом притяжки в начале освобождения и углом в конце освобождения равна углу покоя  $A$ . Для часов «Полет» (модель 2409) угол притяжки равен на палете входа  $14^{\circ}$ , а на палете выхода  $16^{\circ}$ .

## § 41. Предохранительные устройства хода

Назначение всех предохранительных устройств хода заключается в том, чтобы не дать анкерной вилке произвольно без помощи баланса вернуться от одного ограничительного штифта к другому. В конструкции хода имеются

три предохранительных устройства: копье и предохранительный ролик, рожки анкерной вилки и импульсный камень, ограничительные штифты. Кроме того, благодаря притяжке анкерная вилка прижата к ограничительному штифту, поэтому при прохождении балансом дополнительной дуги обеспечивается его свободное колебание.

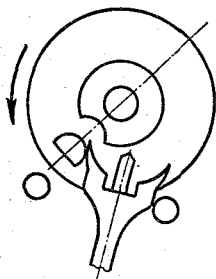


Рис. 115. «Заскок» импульсного камня за внешнюю сторону рожка

Если анкерная вилка при сотрясении повернется на больший угол, чем угол покоя, зуб анкерного колеса упадет на плоскость импульса палеты и произойдет «холостой» ход анкерной вилки. В этом случае импульсный камень баланса, двигаясь к положению равновесия, попадет не в паз анкерной вилки, а на внешнюю сторону ее рожка (рис. 115). Удар будет довольно сильный, часы могут остановиться, в худшем случае может сломаться импульсный камень.

Копье и предохранительный ролик служат для того, чтобы предупредить самопроизвольный переброс вилки от одного ограничительного штифта к другому при сотрясении часов. В этом случае вилка, отойдя от ограничительного штифта во время прохождения балансом по дополнительной дуге, копьем коснется предохранительного ролика.

Рожки анкерной вилки взаимодействуют с импульсным камнем и предохраняют анкерную вилку от самопроизвольного переброса в тот момент, когда копье проходит мимо выемки предохранительного ролика и не может предохранить вилку. Ограничительные штифты не позволяют анкерной вилке отклоняться в сторону.

## § 42. Работа предохранительных устройств

При прохождении балансом дополнительной дуги анкерную вилку в нормальном положении во время случайных толчков и ударов, которым подвергаются часы в эксплуатации, удерживает сила притяжки. Но, как уже было сказано, притяжка действует только в пределах угла покоя. Если вилка повернется на угол, больший угла покоя, то предохранять вилку будет копье и предохранительный ролик. Во время работы часов между копьем и предохранительным роликом имеется зазор, который позволяет предохранительному ролику свободно проходить мимо копия.

Если произойдет сильный толчок, анкерная вилка повернется и копые коснется предохранительного ролика, предохранив тем самым вилку от дальнейшего поворота и перехода ее к другому ограничительному штифту. Под действием притяжки анкерная вилка снова вернется к ограничительному штифту, от которого она отошла при толчке.

Зазор между копыем и предохранительным роликом должен быть таким, чтобы при повороте анкерной вилки на величину этого зазора зуб анкерного колеса оставался на плоскости покоя палеты, т. е. угловая величина зазора не должна быть больше полного угла покоя. Если эта величина будет больше, то зуб анкерного колеса может перейти на плоскость импульса палеты и прижать копые к предохранительному ролику.

Правильный (своевременный) переброс анкерной вилки от одного штифта к другому осуществляется балансом с помощью импульсного камня. Чтобы осуществился переброс вилки во время работы, в предохранительном ролике имеется вырез, очертания которого соответствуют очертаниям импульсного камня. Такая конструкция обеспечивает беспрепятственный проход копыя. Когда копые проходит выемку ролика, роль предохранительного устройства выполняют рожки и импульсный камень, который в этот момент проходит мимо рожков. В случае резкого толчка анкерная вилка повернется, и ее рожок коснется импульсного камня. Под действием притяжки анкерная вилка вернется к ограничительному штифту. Зазор между импульсным камнем и рожком должен быть меньше полного угла покоя, чтобы зуб анкерного колеса не сошел с плоскости покоя палеты.

Для нормальной работы предохранительных устройств необходимо, чтобы зазор между копыем и предохранительным роликом был меньше, чем зазор между импульсным камнем и рожком. Если этот зазор будет больше, то может произойти «наскок» импульсного камня на конец рожка (рис. 116). Кроме того, такое соотношение зазоров необходимо также и для того, чтобы при обратном переводе стрелок импульсный камень мог свободно пройти мимо рожков.

Зазор в рожках должен быть больше, чем угол потерянного пути. Это вызывается тем, что движение баланса в кон-

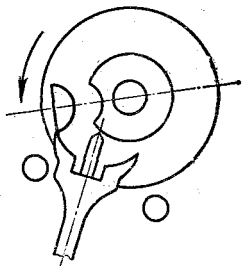


Рис. 116. «Наскок» импульсного камня на рожок

це импульса очень быстрое и импульсный камень может покинуть паз анкерной вилки раньше, чем будет пройден угол падения колеса и начнется прохождение потерянного пути. Если этот зазор будет меньше, чем угол потерянного пути, может возникнуть трение импульсного камня о рожек прежде, чем анкерная вилка дойдет до ограничительного штифта.

### § 43. Построение швейцарского анкерного хода

Построим полуравноплечий швейцарский анкерный ход (рис. 117) по следующим параметрам:

число зубьев анкерного колеса  $z=15$ ;

анкерная вилка охватывает 2,5 шага зубьев анкерного колеса;

угол подъема анкерной вилки  $11^\circ$  состоит из угла импульса на палете  $6^\circ$ , угла импульса на зубе  $3^\circ$  и угла покая  $2^\circ$ ;

угол падения  $1^\circ 30'$ .

Шаг анкерного колеса  $t$  определяем по формуле  $t = 360^\circ / 15 = 24^\circ$ .

Половина шага анкерного колеса равна  $12^\circ$ . Вычитая из половины шага угол падения, получим  $12^\circ - 1^\circ 30' = 10^\circ 30'$ . Угол  $10^\circ 30'$  соответствует сумме угловой ширины зуба анкерного колеса и палеты.

Примем угловую ширину палеты равной  $6^\circ$ , тогда угловая ширина зуба анкерного колеса будет равна  $4^\circ 30'$ . Угол сдвига палет влево примем равным  $1^\circ$ .

Так как анкерная вилка охватывает 2,5 шага зубьев анкерного колеса, то, умножив шаг на 2,5, получим угол обхвата, равный  $60^\circ$ .

Из точки  $O$  осей координат  $X$  и  $Y$  в выбранном масштабе проводим действующую окружность, по которой перемещаются острия зубьев. По обе стороны оси  $OY$  откладываем по половине угла обхвата, т. е. по  $30^\circ$ , и проводим лучи  $Op$  и  $Op_1$ , которые пересекают действующую окружность в точках  $A$  и  $B$ . Через точки  $A$  и  $B$  проводим касательные к действующей окружности  $Ca$  и  $Ca_1$ , пересекающиеся на оси  $OY$ . Точка  $C$  определяет положение центра вращения анкерной вилки.

От лучей  $Op$  и  $Op_1$  влево откладываем угол сдвига  $1^\circ$  и проводим лучи  $Oi$  и  $Oh$ , пересекающие действующую окружность в точках  $N$  и  $P$ . От этих лучей вправо откладываем угловую ширину палеты  $6^\circ$  и получаем лучи  $Ov$  и  $ow$ , которые пересекают действующую окружность в точках



$R$  и  $G$ . Из центра  $C$  через точки  $N_1, R_1, P$  и  $G$  проводим соответствующими радиусами палетные окружности  $zz, mm, nn, ss$ .

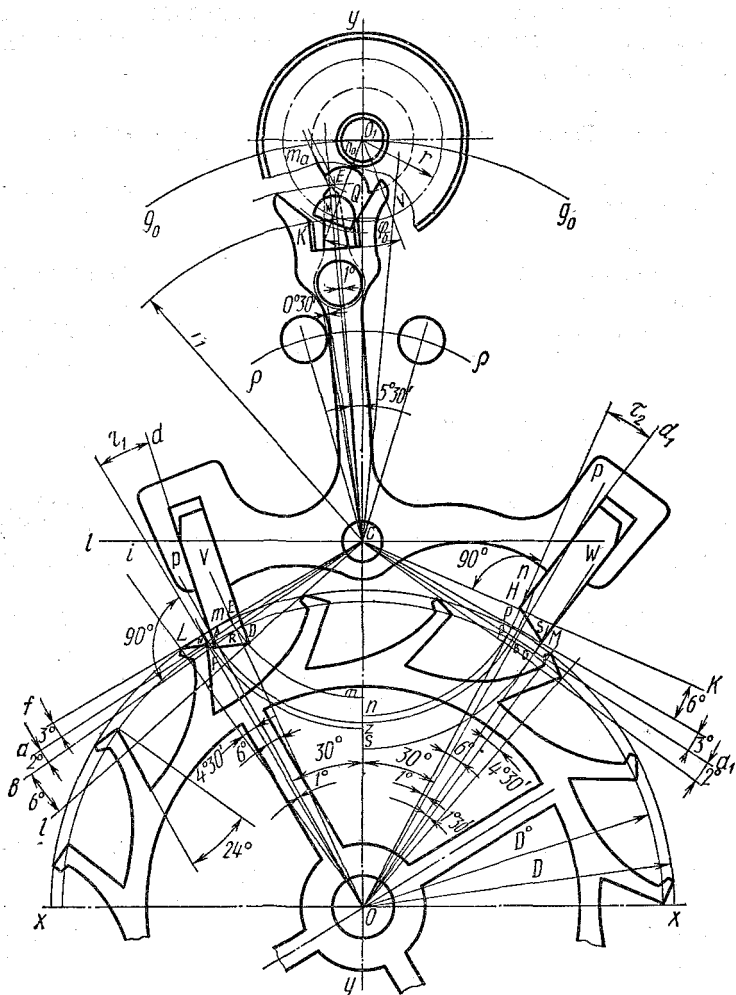


Рис. 117. Построение свободного анкерного хода

Для определения внешней окружности колеса откладываем вверх угол импульса на зубе, равный  $3^\circ$ , и проводим луч  $Cf$ , пересекающий палетную окружность  $mm$  в точке  $E$ .

Через эту точку радиусом  $OE$  проводим из центра  $O$  внешнюю окружность анкерного колеса.

Построение хода ведем в положении, когда зуб анкерного колеса лежит на плоскости покоя палеты входа. Для этого от касательной  $aC$  откладываем вниз угол покоя, равный  $2^\circ$ , а затем угол импульса палеты —  $6^\circ$  и получаем лучи  $Cb$  и  $Cl$ , пересекающие палетные окружности  $zz$  и  $mm$  в точках  $F$  и  $D$ . Прямая  $FD$  является проекцией плоскости импульса палеты входа на плоскость чертежа. От луча  $Oi$  влево откладываем угловую ширину зуба, равную  $4^\circ 30'$ , и проводим луч  $Or$ , который пересекает внешнюю окружность анкерного колеса в точке  $Z$ . Прямая  $ZN$  является проекцией плоскости импульса зуба анкерного колеса. Для построения плоскости импульса палеты выхода от касательной  $Ca$  откладываем вверх полный угол импульса, равный  $9^\circ$ , и получаем луч  $Ck$ , пересекающий палетную окружность  $nn$  в точке  $H$ . Отмечаем точку  $M$  пересечения внешней окружности колеса с палетной окружностью  $ss$ . Прямая  $HM$  является проекцией плоскости импульса палеты выхода.

Для построения плоскостей покоя палет из точек  $F$  и  $H$  к лучам  $Cb$  и  $Ck$  восстанавливаем перпендикуляры, вправо от них откладываем углы притяжки, равные  $16^\circ$  и  $14^\circ$ . Полученные прямые  $Fd$  и  $Hd_1$  представляют собой проекции плоскостей покоя палет. Задние стороны палет параллельны их плоскостям покоя. Так как зуб анкерного колеса должен касаться плоскостей покоя палеты только своим острием, то переднюю плоскость зуба делают с наклоном к радиусу. Угол наклона равен  $24^\circ$ .

Тыльную сторону зуба ограничивает радиальная прямая, плавно переходящая в кривую, что исключает возможность встречи задней грани палеты с тыльной стороной зуба. Начиная от точки  $Z$ , действующая окружность делится на 15 равных частей (шагов). Каждый зуб строится в соответствии с рассмотренным выше порядком.

Для построения контуров вилки откладываем расстояние от центра вращения вилки  $C$  до центра вращения баланса  $O_1$ . Из центра  $C$  по обе стороны оси  $OY$  откладываем по половине угла подъема вилки, а из центра  $O_1$  откладываем от оси  $OY$  по половине угла подъема баланса. Откладываемые лучи пересекутся в точках  $V$  и  $W$ . Через эти точки из центра  $O_1$  радиусом  $r = OV = OW$  проводим действующую окружность импульсного камня, а из центра  $C$  радиусом  $r_1 = CV = CW$  — действующую окружность анкерной вилки. Радиус  $r_1$  называется действующей длиной вилки. По обе

стороны от оси вилки  $Cf$  проводим параллельные прямые, образующие контур хвостовика. Из конструктивных соображений выбираем радиус дуги  $\rho\rho$ , на которой расположены ограничительные штифты. Центр окружности левого ограничительного штифта смещен несколько левее, а правого штифта — правее по дуге для образования угла потерянного пути, равного  $0^\circ 30'$ .

Радиус импульсного камня можно ориентировочно определить, приняв его ширину за половину угла подъема вилки. Затем следует уточнить значение радиуса импульсного камня и его толщину. Паз вилки строится симметрично относительно оси и ограничен параллельными линиями, пересекающими действующую окружность вилки в точках  $K$  и  $Q$ . Зазор импульсного камня в пазу приблизительно равен удвоенному радиальному зазору цапф оси вилки в камнях. Для построения рожков вилки из центра  $C$  через центр  $O_1$  проводим дугу  $g_0g_0$  и из точек  $K$  и  $Q$  радиусом  $r$  делаются засечки на дуге  $g_0g_0$ : получаем точки  $n_0$  и  $m_0$ . Из полученных точек  $m_0$  и  $n_0$  тем же радиусом описываем дуги рожков, длина которых может составлять  $(0,75—1,0) 2R$  им. к. Радиус предохранительного ролика  $r_n = 2/3r$ . Вправо от оси вилки  $Cf$  откладываем угловой зазор в копье, равный  $1^\circ$ , и проводим прямую до пересечения с окружностью предохранительного ролика в точке  $E$ . Через точку  $E$  проводим радиусом  $CE$  дугу, ограничивающую высоту копья. Полный угловой зазор в копье, равный  $1^\circ 30'$ , должен быть меньше полного угла покоя (угол покоя равен  $2^\circ 30'$ ).

Снаружи рожки могут иметь произвольную форму, при этом следует иметь в виду, что вилка должна быть легкой и иметь малый момент инерции.

### К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы

1. Каково назначение анкерного хода, какова его роль в часовом механизме?
2. Каково различие между свободным и несвободным анкерными ходами?
3. Каким требованиям должны удовлетворять детали хода?
4. Как работает свободный анкерный ход?
5. Какую функцию в анкерном устройстве выполняет притяжка?
6. Как работают предохранительные устройства и каково их назначение?

## РЕГУЛЯТОР

Регулятор — узел часового механизма, который регулирует спуск пружины или опускание гири и создает колебательное движение со строго определенным периодом, измеряющим время.

В бытовых часах применяются маятниковые, балансовые и камертонные регуляторы.

## § 44. Маятниковый регулятор

Маятник как регулятор часового механизма может быть применен только в часах, которые установлены неподвижно, т. е. в напольных, настенных и настольных часах.

**Математический маятник.** Под математическим маятником (рис. 118) понимают невесомый и нерастяжимый стержень (нить), к одному концу которого подвешен груз.

Остановленный маятник находится в положении равновесия. При получении энергии извне маятник будет совершать колебательное движение, отклоняясь от положения равновесия на определенный угол. Угол  $\varphi$ , на который отклоняется маятник от равновесного положения, называется амплитудой колебания. Время, в течение которого маятник совершает одно полное колебание, т. е. из одного крайнего положения перемещается в другое и обратно, пройдя два раза через положение равновесия, называется периодом колебания. Период колебания маятника выражается в секундах, а амплитуда — в градусах.

Периоды колебания одного и того же маятника равны между собой.

Период колебания маятника  $T$  определяется по формуле

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}},$$

где  $T$  — период колебания, с;  $L$  — длина маятника, м;  $g$  — ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>.

Из формулы видно, что период колебания маятника прямо пропорционален длине маятника и обратно пропорционален ускорению силы тяжести. Так как в формуле переменной величиной является длина маятника, то и период колебания будет зависеть только от длины маятника и не будет зависеть от амплитуды колебаний. Независимость

периода колебаний от амплитуды называется **и з о х р о н о с т ь ю**. Приведенная формула справедлива лишь при небольших амплитудах колебаний маятника (до  $30^\circ$ ). При увеличении амплитуды колебаний период определяется по формуле

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g} \left[ 1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 \cdot \sin^2 \frac{\varphi}{2} + \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4}\right)^2 \cdot \sin^4 \frac{\varphi}{2} + \dots \right]},$$

где  $\varphi$  — амплитуда колебания маятника.

В эту формулу входит амплитуда колебания, т. е. период зависит не только от длины, но и от амплитуды колебания

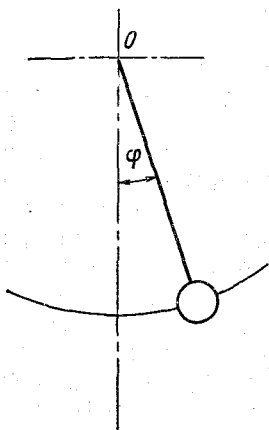


Рис. 118. Математический маятник

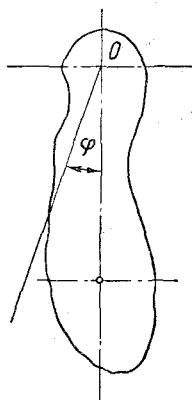


Рис. 119. Физический маятник

маятника. Следовательно, при больших амплитудах изохронизм нарушается.

Под действием сил трения (трение в точке подвеса и сопротивление воздуха) колебания маятника будут постепенно затухать и через некоторое время, если не будет нового импульса, маятник остановится в положении равновесия.

**Физический маятник.** Физический маятник представляет собой твердое тело, имеющее неподвижную горизонтальную ось (ось подвеса) и могущее под действием собственного веса совершать вокруг этой оси движения колебательного характера (рис. 119).

При малой амплитуде колебания период колебания физического маятника определяют по формуле

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L_{\text{прив}}}{g}},$$

где  $L_{\text{прив}}$  — приведенная длина физического маятника,  $m$ ;  
 $g$  — ускорение силы тяжести,  $m/c^2$ .

Приведенной длиной физического маятника называется длина математического маятника с таким же

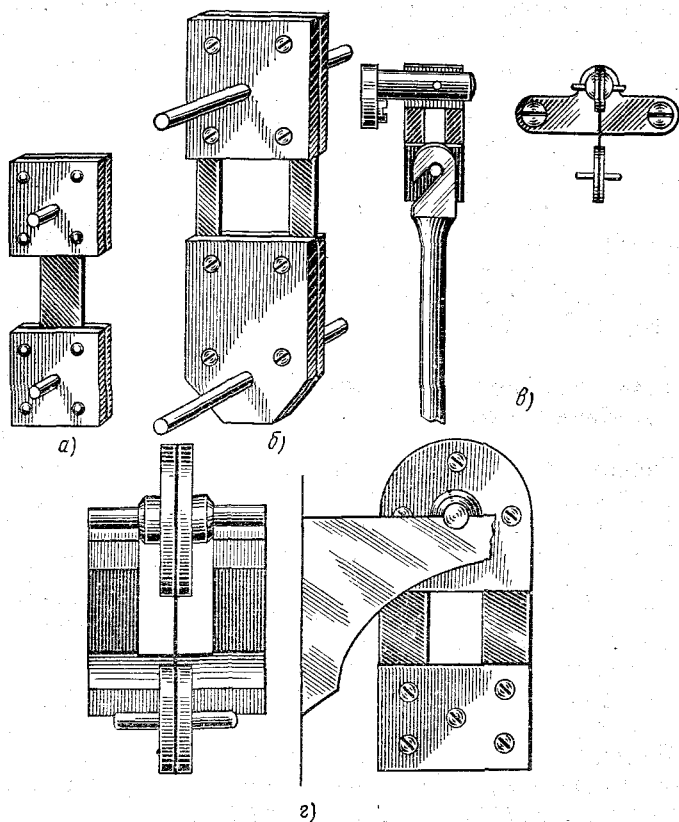


Рис. 120. Виды подвесов маятника:

*a* — в дешевых часах, *б* — в часах Рифлера, *в* — в часах повышенного качества, *г* — в точных часах

периодом колебания, как и данный физический маятник. Эта формула справедлива лишь при небольших амплитудах. При увеличении амплитуды колебания период определяется по формуле, приведенной для математического маятника.

## § 45. Способы подвеса маятника

Маятник, применяемый в часах, состоит из легкого стержня с грузом на конце, т. е. ему стараются придать форму, близкую к математическому маятнику.

Маятник подвешивается обычно на тонких стальных пружинах-подвесках, заключенных в специальные обоймы или оправки. Пружинные подвески улучшают изохронизм колебания маятника, так как во время его колебания могут изгибаться. При этом маятник получает дополнительный импульс, его приведенная длина изменяется в сторону улучшения изохронности колебания. Подвесы маятника могут иметь различное конструктивное исполнение в зависимости от назначения и типа часов (рис. 120).

Толщину пружин для подвесок обычно выбирают от 0,2 до 0,5 мм при ширине и длине от 2 до 10 мм.

## § 46. Регулировка периода колебаний маятника

Период колебания маятника можно регулировать, поднимая или опуская груз, который находится на его стержне.

Груз 2 (рис. 121) можно перемещать вдоль стержня 3 поворотом гайки 1, поддерживающей груз. Каждому обороту гайки соответствует определенное изменение приведенной длины маятника и, следовательно, определенная величина изменения суточного хода (например, 1 с в сутки).

Регулировать период колебания можно и за счет прибавления к маятнику добавочных грузиков, которые располагаются на специальной полочке маятника.

## § 47. Влияние температуры на период колебания маятника

Температура окружающей среды влияет на точность хода часов, так как в зависимости от температуры могут изменяться линейные размеры стержня маятника, что приводит к изменению периода колебаний. Повышение температуры вызывает удлинение стержня и приводит к отставанию часов. Понижение температуры вызывает уменьшение длины стержня и приводит к опережению часов.

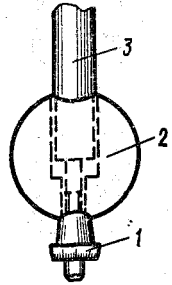


Рис. 121. Устройство для изменения приведенной длины маятника:

1 — гайка, 2 — груз, 3 — стержень

Изменение суточного хода при повышении температуры на  $1^{\circ}\text{C}$  называется температурным коэффициентом маятника.

Для устранения влияния температуры на суточный ход часов применяются специальные конструкции маятников, в которых компенсируется изменение длины стержня при изменении температуры окружающей среды.

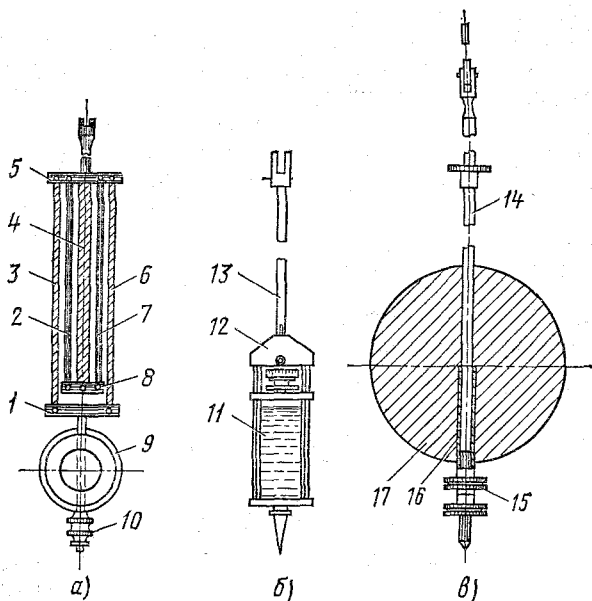


Рис. 122. Конструкция маятника с температурным компенсационным устройством:

*а* — маятник со стержневой компенсацией, *б* — ртутный маятник, *в* — инварный маятник; 1, 5, 8 — переключатели, 2, 7 — латунный стержень, 3, 4, 6 — стальные стержни, 9, 17 — линза, 10 — гайка, 11 — стакан с ртутью, 12 — груз, 13, 14 — стержни, 15 — гайка, 16 — компенсационная трубка

Существует несколько конструкций маятников с компенсационными устройствами (рис. 122).

**Маятник со стержневой компенсацией (маятник Гарсиона).** В маятнике со стержневой компенсацией (рис. 122, *а*) на стальном стержне 4 укреплен переключатель 8, на который опираются латунные стержни 2 и 7. В верхней части латунные стержни соединяются переключателем 5 со стальными стержнями 3 и 6, внизу связанными между собой переключателем 1. К переключателю 1 прикреплен линза 9, поддерживаемая гайкой 10. Компенсация длины маятника при



температурных изменениях происходит за счет различного изменения длины латунных и стальных стержней при нагревании, охлаждении.

**Ртутный маятник (маятник Грагама).** В ртутном маятнике (рис. 122, б) роль компенсационного устройства выполняет стакан 11 с ртутью, укрепленный на грузе 12, подвешенном к стержню 13.

**Инварный маятник (маятник Рифлера).** Стержень 14 (рис. 122, в) этого маятника изготовлен из специального сплава — инвара, имеющего малый коэффициент линейного расширения. На стержне внутри линзы 17 гайкой 15 закреплена компенсационная трубка 16.

Коэффициент расширения компенсационной трубки подбирается так, чтобы компенсировать изменение длины инварного стержня. Компенсационную трубку чаще всего изготовляют составной из двух разных металлов, чтобы установить средний коэффициент расширения.

#### § 48. Влияние атмосферного давления на период колебания маятника

Период колебания маятника зависит и от атмосферного давления. Повышение атмосферного давления вызывает увеличение периода колебания маятника и, следовательно, отставание хода часов. Понижение атмосферного давления вызывает уменьшение периода колебания маятника и как результат — опережение хода часов.

Суточная ошибка хода при изменении давления окружающей среды на 1 мм рт. ст. (133 Па) называется барометрической постоянной маятника.

На величину барометрической постоянной влияет и форма маятника. Чтобы обеспечить наименьшую ошибку

суточного хода в различных атмосферных условиях, в часах применяют специальные устройства.

Барометрическую компенсацию осуществляют либо при помощи ртутного манометра Клюгера (рис. 123, а), либо анероидом Рифлера (рис. 123, б). Эти устройства закрепляют на стержне маятника,

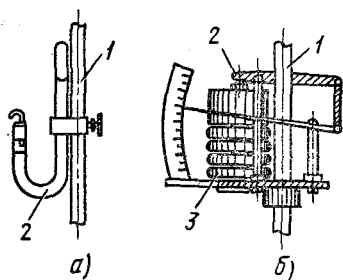


Рис. 123. Устройство для барометрической компенсации маятника:

а — ртутный манометр, б — анероид; 1, 2 — манометрическая трубка, 3 — коробка анероида

Лучшим способом устранения влияния атмосферного давления на точность хода является установка часов вместе с маятником в воздухонепроницаемом футляре.

## § 49. Регулятор баланс — спираль

Регулятор баланс — спираль применяется в переносных, наручных, карманных, настольных и специальных часах. Основными деталями регулятора баланс — спираль (рис. 124) являются: баланс 1, ось баланса 4, спираль 2, колодка 3 спирали, колонка спирали, градусник со штифтами (на рисунке не показан). Баланс изготовляют из сплавов нейзильбера, латуни или бериллиевой бронзы. Он состоит из тяжелого обода, перекладки или спиц, с помощью которых обод крепится на оси. Обод баланса может быть гладким (безвинтовой баланс) или иметь 12 и более винтов, ввинчиваемых в него с внешней стороны.

Для изготовления спирали используют специальный никелевый сплав. Часовая спираль имеет форму спирали Архимеда. Внутренний конец ее крепится в колодке, которая плотно надета на ось баланса и может на ней поворачиваться благодаря пружинящей прорези. Внутренний конец спирали может быть закреплен в колодке коническим штифтом или зачеканен в прорези. Внешний конец спирали крепится в колонке, которая вставлена в отверстие балансового моста и закреплена там винтом. Спирали бывают с правой и левой навивкой (рис. 125).

Для регулирования точности хода часов путем изменения действующей длины спирали служит градусник (рис. 126). В рычаге градусника 1 запрессованы два штифта 4, между которыми проходит наружный виток спирали 3. Рычаг насажен на верхнюю накладку баланса. Благодаря пружинному разрезу 2 рычаг градусника может поворачиваться вокруг накладки. При повороте рычага влево или вправо длина спирали увеличивается или уменьшается. Чтобы другие витки спирали не попадали между штифтами при случайных ударах или сотрясениях, применяют градусники, в которых имеется штифт (или два штифта) и замок (рис. 127).

Для улучшения качества регулировки хода часов часто применяют градусник с подвижной колонкой (рис. 128). Он состоит из регулятора колонки и собственно градусника со штифтом и замком. При повороте регулятора колонки

вместе с ним поворачивается и градусник. Такая конструкция дает возможность точной установки равновесного по-

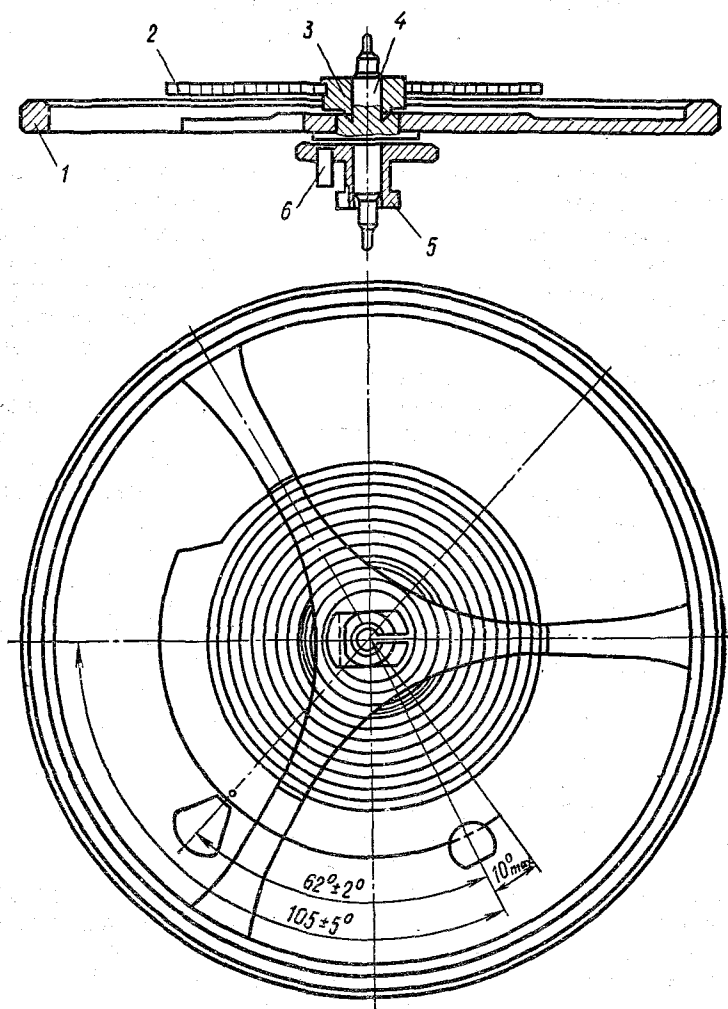


Рис. 124. Балансовый регулятор:

1 — баланс, 2 — спираль, 3 — колодка, 4 — ось, 5 — двойной ролик, 6 — импульсный камень

ложения баланса, так называемую «выкачку баланса». Действующую длину спирали изменяют поворотом градусника относительно регулятора колонки спирали.

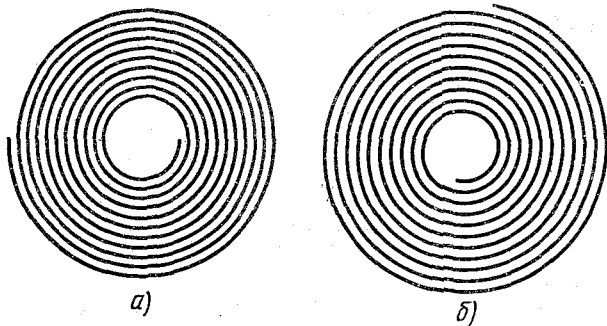


Рис. 125. Спираль:  
*a* — с правой навивкой, *б* — с левой навивкой

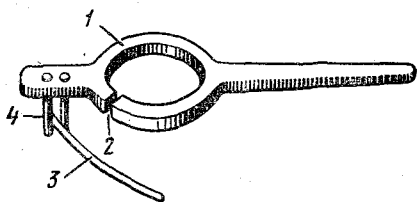


Рис. 126. Градусник со штифтами:  
 1 — градусник, 2 — разрез градусника, 3 — спираль, 4 — штифты

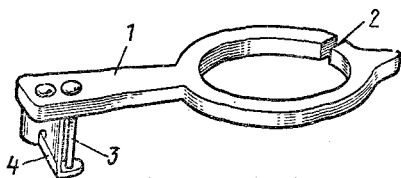


Рис. 127. Градусник с замком:  
 1 — градусник, 2 — разрез градусника, 3 — штифт, 4 — замок градусника

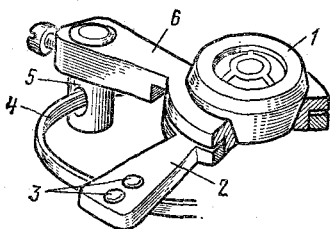


Рис. 128. Градусник с подвижной колонкой:  
 1 — накладка, 2 — градусник, 3 — штифты, 4 — спираль, 5 — колонка, 6 — регулятор колонки

## § 50. Период колебания баланса

Регулятор баланс — спираль совершает периодическое колебательное движение.

Время, в течение которого баланс совершает полное колебание, т. е. отклоняется от положения равновесия в одну

сторону, возвращается обратно, проходит положение равновесия, отклоняется в другую сторону и возвращается обратно в положение равновесия, называется периодом колебания баланса.

Максимальный угол отклонения баланса от положения равновесия называется амплитудой колебания баланса.

Число полных колебаний баланса за 1 с называется частотой колебания. Период  $T$  и частота  $N$  связаны между собой отношением  $N=1/T$ .

Период колебания  $T$  определяют по формуле

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{M}},$$

где  $I$  — момент инерции баланса;  $M$  — жесткость спирали (момент упругости).

Жесткость спирали определяется по формуле

$$M = \frac{Ebh^3}{12L},$$

где  $L$ ,  $b$ ,  $h$  — соответственно длина, ширина и толщина спирали;  $E$  — модуль упругости материала, из которого изготовлена спираль.

Подставляя значение  $M$  в формулу периода колебаний, получим

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{12IL}{Ebh^3}},$$

т. е. период колебания баланса прямо пропорционален корню квадратному из момента инерции баланса и длины спирали и обратно пропорционален корню квадратному из модуля упругости материала спирали, ее ширины и толщины в третьей степени;  $I=mr^2$ , где  $I$  — момент инерции баланса;  $m$  — масса баланса;  $r$  — радиус инерции баланса.

Подставляя значение  $I$  в формулу периода колебаний, получим

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{12mr^2L}{Ebh^3}}, \text{ или } T = 4\pi \sqrt{\frac{3mL}{Ebh^3}}.$$

Следовательно, период колебаний баланса зависит от массы баланса, его геометрических размеров, модуля упругости материала и геометрических размеров спирали.

Период колебаний баланса увеличивается при увеличении массы баланса, его геометрических размеров и длины спирали.

При увеличении модуля упругости спирали, ее толщины и ширины период колебания уменьшается.

**Расчет спирали.** Из формулы периода колебания баланса определяем

$$M = \frac{4\pi^2 I_{\text{бал}}}{T^2}.$$

Подставляя это значение  $M$  в формулу жесткости  $M = Ebh^3/(12L)$ , определяем длину спирали

$$L = \frac{Ebh^3}{12M}.$$

Шаг спирали  $t$  определяем по формуле  $t = \pi(R^2 - r^2)/L$ , где  $R$  — наружный радиус спирали;  $r$  — внутренний радиус спирали.

$$\text{Отсюда } R = \sqrt{\frac{tL}{\pi} + r^2}.$$

Внутренний радиус спирали обычно задается, исходя из конструктивных соображений. Расчетное количество витков спирали определяем по формуле  $n = (R - r)/t$ .

Большинство часов изготавливается с периодом колебания, равным 0,4 с. Часы малого калибра, как правило, изготавливаются с периодом, равным 0,333 с. В последнее время появляются часы с периодом 0,363 и 0,2 с.

Изолированный от взаимодействия с ходом регулятор баланс — спираль по сравнению с маятником обладает и тем преимуществом, что его период колебания не зависит от амплитуды.

При взаимодействии регулятора баланс — спираль с ходом появляется нарушение изохронности (погрешность изохронности). Эти нарушения происходят в результате ряда факторов: трение в узлах хода и зубчатой передачи, неоднородности материала спирали и др. **Изохронной погрешностью** называется разность в секундах между мгновенными суточными ходами, зарегистрированными через 24 ч после заводки и при полном заводе.

При нарушении изохронизма появляется зависимость периода колебания баланса от величины амплитуды. Инерция спирали расстраивает изохронизм, вызывая опережение хода на малых амплитудах (эффект Каспари). Э. Каспари математически доказал, что характер зависимости периода колебания баланса от амплитуды можно менять при помощи изменения угла между точками крепления спирали в колодке и колонке, т. е. при помощи подбора

угла между точками крепления спирали можно уменьшить изохронную погрешность. Кроме того, для уменьшения изохронной погрешности необходимо, чтобы упругая сила спирали была пропорциональна углу поворота баланса. Практически это означает, что толщина и ширина спирали по всей ее длине должны быть постоянными.

Форма спирали должна быть правильной, т. е. ее витки должны располагаться концентрично, не имея перегибов и других повреждений. Расстояние между витками (шаг) должно быть одинаковым.

Все витки спирали должны находиться в одной плоскости, перпендикулярной оси баланса.

Центр тяжести узла баланс — спираль должен находиться на оси его вращения.

Соблюдение этих условий позволяет достичь постоянной продолжительности колебаний, при большой ( $270—300^\circ$ ) и малой ( $160—180^\circ$ ) амплитудах колебаний баланса, что, в свою очередь, обеспечивает высокую точность хода часов независимо от степени заводки пружины.

## § 51. Трение в регуляторе. Добротность

Характер сил трения в часовом регуляторе (осцилляторе), совершающем свободные колебания, зависит от многих факторов: частоты колебания, конструкции узла и его элементов, материала спирали, величины зазоров в трущихся поверхностях, характера смазки и т. п.

В часовом механизме можно различить три вида трения: постоянное трение цапф в камневых опорах (трение Кулона), сила сопротивления внешней среды — обода баланса и спирали о воздух (вязкое или линейное трение) и внутреннее трение в спирали.

Постоянное трение можно определить по формуле  $F=fN$ , где  $F$  — постоянное трение;  $N$  — нормальное давление на соприкасающиеся поверхности;  $f$  — коэффициент трения.

Коэффициент трения соответствует углу, при котором происходит соскальзывание тела по наклонной плоскости под действием силы тяжести. Величина коэффициента трения зависит от материала и шероховатости соприкасающихся поверхностей.

В большинстве случаев коэффициент трения между разнородными деталями меньше, чем между однородными. Поэтому обычно цапфы, подшипники колеса и трибы делают из разных материалов.

При смазке трущихся поверхностей коэффициент трения снижается в несколько раз. Масло заполняет все неровности трущихся поверхностей, располагается между ними тонким слоем, и поверхности как бы перестают касаться друг друга, а скользят друг относительно друга слои смазки.

Величина и постоянство сил трения в часовом механизме оказывают большое влияние на качество хода часов. Скорость вращения баланса периодически возрастает от нуля до максимума и соответственно этому меняется величина трения цапф в опорах.

Однако момент постоянного и вязкого трения не характеризует энергетические возможности колебательной системы.

В теории колебаний показателем качества колебательной системы принимается отношение полной колебательной энергии к сумме потерь энергии в колебательной системе за один период. Эта величина называется добротностью колебательной системы.

Добротность определяется по формуле  $D = 2\pi (P_0/S_0)$ , где  $P_0$  — полная колебательная энергия системы;  $S_0$  — сумма потерь энергии за период.

Чем выше добротность колебательной системы, тем выше точность и стабильность часов.

На основании экспериментальных данных принято считать, что добротность балансового регулятора (осциллятора) малогабаритных часов равна  $(0,75 \div 2,5) \cdot 10^2$ , камертонного малогабаритного регулятора (осциллятора) —  $(0,5 \div 1,0) \cdot 10^4$  и кварцевого малогабаритного регулятора (осциллятора) —  $(1,5 \div 2,0) \cdot 10^5$ .

## § 52. Неуравновешенность баланса

При смещении центра тяжести баланса относительно его оси вращения возникает неуравновешенность. Проверку уравновешенности баланса (без спирали) производят на специальных параллельных горизонтальных ножевых опорах, на которые помещают цапфы оси баланса.

Если центр тяжести баланса не совпадает с осью вращения, т. е. баланс неуравновешен, то под влиянием силы тяжести он повернется тяжелым участком вниз и займет положение устойчивого равновесия.

Если центр тяжести баланса совпадает с осью вращения, т. е. баланс уравновешен, то, находясь на ножевых опорах, он займет положение безразличного равновесия.



Неуравновешенность баланса может быть вызвана различными причинами. К ним относятся следующие:

обод баланса в разных местах имеет разную толщину или ширину;

с одной стороны обода баланса ввернуты более тяжелые винты;

баланс насажен на ось эксцентрично.

Неуравновешенность баланса нарушает точность хода часов в тех случаях, когда ось баланса расположена горизонтально, т. е. часы находятся в вертикальных положениях.

Точность хода часов при горизонтально расположенном неуравновешенном балансе зависит от положения его центра тяжести и от амплитуды колебаний. Например, при положении центра тяжести баланса выше оси вращения часы при амплитуде менее  $220^\circ$  будут отставать, при амплитуде, равной  $220^\circ$ , — идти точно, а при амплитуде более  $220^\circ$  — спешить.

Если центр тяжести баланса расположен ниже оси, часы будут при амплитуде менее  $220^\circ$  спешить, при амплитуде  $220^\circ$  — идти точно, и при амплитуде более  $220^\circ$  — отставать.









Производя проверку точности хода часов в вертикальных положениях при различных амплитудах, можно установить неуравновешенность баланса и направление смещения центра тяжести.








В табл. 1 указаны изменения точности хода в вертикальных положениях в зависимости от размещения центра тяжести баланса.

Неуравновешенность баланса вызывает изменение периода колебания баланса. Допустим, что избыточный вес расположен на нижней части баланса, находящегося в положении равновесия. При колебании баланса с амплитудой менее  $220^\circ$  избыточный вес будет располагаться в верхнем положении. Когда баланс возвратится в положение равновесия, спираль получит дополнительную энергию от избыточного веса. Следовательно, возвращается в положение равновесия несколько быстрее, чем только под действием упругой силы спирали, — часы будут спешить.

Теперь допустим, что избыточный вес после возврата в нижнее положение будет продолжать движение в противоположную сторону. В этом случае избыточный вес является дополнительной силой, действующей вместе с упругой силой спирали, т. е. колебания баланса уменьшатся — часы будут отставать.

# 1. Зависимость точности хода часов в вертикальных положениях от размещения центра тяжести баланса

Амплитуда	Если смотреть со стороны диферблата, заводная головка находится				Баланс виден со стороны мостов в положении равновесия, центр тяжести находится	Эскиз
	вверху	справа	внизу	слева		
Средняя больше $220^\circ$	-	-	+	+	В I четверти	
	-	0	+	0	На вертикали вверху	
Средняя больше $220^\circ$	-	+	+	-	Во II четверти	
	0	-	0	+	На горизонтали справа	
	0	+	0	-	На горизонтали слева	
	+	-	-	+	В IV четверти	
	+	0	-	0	На вертикали внизу	
	+	+	-	-	В III четверти	

Амплитуда	Если смотреть со стороны циферблата, заводная головка находится				Баланс виден со стороны мостов в положении равновесия, центр тяжести находится	Эскиз
	вверху	справа	внизу	слева		
Средняя больше 220°	-	-	+	+	В III четверти	
Средняя меньше 220°	-	0	+	0	На вертикали внизу	
	-	+	+	-	В IV четверти	
Средняя меньше 220°	0	-	0	+	На горизонтали слева	
	0	+	0	-	На горизонтали справа	
Средняя меньше 220°	+	-	-	+	Во II четверти	
	+	0	-	0	На вертикали вверху	
Средняя меньше 220°	+	+	-	-	В I четверти	

Примечание. В таблице знак «-» показывает опережение хода, знак «+» — отставание, 0 — нормальный ход.

Если амплитуда колебания баланса превышает  $220^\circ$ , то при движении баланса вверх из положения равновесия усилие спирали встретит сопротивление силы тяжести избыточного веса в то время, когда она начинает свое движение вверх. После прохождения балансом верхней точки избыточный вес будет создавать дополнительное усилие при движении баланса вниз. В результате этого период колебания будет удлиняться в первой части пути и укорачиваться во второй. Причем в этом случае увеличение и уменьшение периода колебаний таковы, что в результате период колебаний будет удлиняться, т. е. часы будут от-

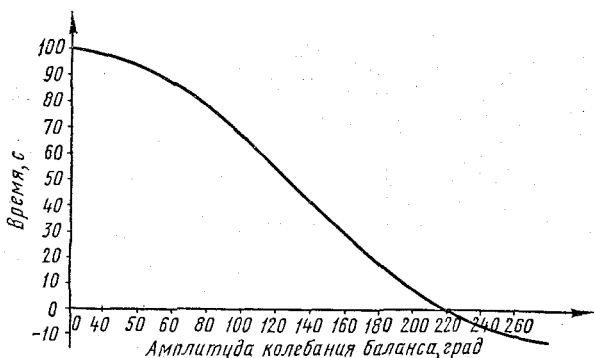


Рис. 129. График изменения суточного хода, вызванного неуравновешенностью баланса

ставать. Зависимость отклонения хода часов от неуравновешенности баланса при разных амплитудах его колебаний можно выразить графически (рис. 129). Кривая, расположенная ниже горизонтальной оси, показывает опережение. Кривая, расположенная выше горизонтальной оси, показывает отставание.

Изменение точности хода часов на графике показано для часов, заводная головка которых повернута вверх. Точность хода в горизонтальном положении часов равна нулю.

### § 53. Спираль

При колебании баланса происходит раскручивание и закручивание спирали, т. е. радиус кривизны ее витков изменяется. Это возможно за счет упругой деформации материала, из которого изготовлена спираль. На участке спирали от колонки до штифтов градусника межвитковое

расстояние изменяется меньше, чем на противоположном участке спирали. В результате этого центр тяжести спирали постоянно перемещается около оси вращения баланса. По этой же причине возникает добавочное давление цапф оси баланса на стенки отверстий балансовых камней, т. е. увеличивается трение в опорах и добавочный момент на колодке спирали. Добавочный момент уменьшает или увеличивает момент спирали, нарушая изохронизм.

Если центр тяжести спирали не находится на оси вращения баланса, получается неуравновешенность всей системы баланс — спираль. Эта неуравновешенность вызывает отклонения в ходе часов, которую можно определить при

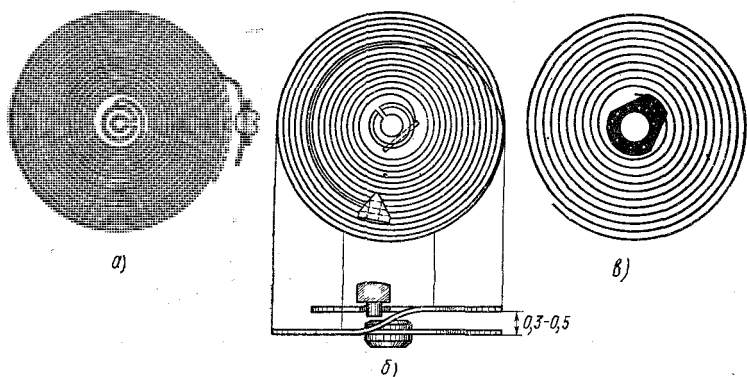


Рис. 130. Виды спиралей:  
*а, в* — плоские, *б* — брегетированная

их проверке в вертикальных положениях. Отклонение точности хода при этом зависит от амплитуды колебания баланса и от положения места крепления внутреннего витка спирали по отношению к колонке спирали. Чтобы уменьшить влияние добавочного момента и совместить центр тяжести спирали с осью вращения, внешний и внутренний концы спирали выполнены по определенным кривым. Концевые кривые уменьшают влияние смещения центра тяжести баланса со спиралью относительно оси вращения во время хода часов.

В наручных и карманных часах применяются плоская спираль и брегетированная, которая названа по имени французского часовщика Луи Бреге, применившего ее впервые. В часах с плоской спиралью (рис. 130, *а, в*) бо-

ковая колонка находится в той же плоскости, что и сама спираль.

У брегетированной спирали (рис. 130, б) внешний виток приподнят на 0,3—0,5 мм, а конец концевой кривой, работающей в штифтах градусника, является дугой окружности, проведенной радиусом из центра оси баланса. Теорию концевых кривых спирали разработал французский инженер Филлипс. Он рассчитал концевые кривые спирали таким образом, что витки спирали при работе, развертываясь, оставались концентричными.

Внутреннюю концевую кривую спирали изгибают радиусом так, чтобы ее начальная часть не касалась колодки спирали при закручивании на  $330^\circ$  и в то же время находилась бы от колодки спирали на расстоянии, не превыша-

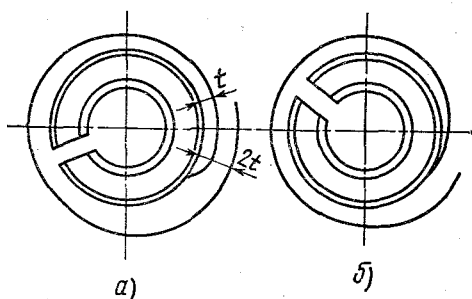


Рис. 131. Расположение внутренней концевой кривой относительно колодки:

а — правильное, б — неправильное

ющем шаг спирали  $t$  (рис. 131). Если внутренний виток спирали расположен слишком близко к колодке, во время работы она будет касаться колодки тем больше, чем больше амплитуда колебания баланса. При этом будет изменяться действующая длина спирали, что повлечет за собой изменение периода колебания баланса. При больших амплитудах часы будут спешить, а при малых отставать. Если внутренний виток спирали будет установлен эксцентрично относительно колодки, то при работе часов спираль будет задевать за колодку, что также приведет к нарушению точности хода часов. Кроме того, спираль будет раскручиваться во время работы часов неравномерно.

Для выполнения внешней концевой кривой спирали необходимо знать радиус спирали  $R_0$  в штифтах градусника при среднем его положении и максимальный радиус спирали  $R$ . Подсчитав отношение  $R_0/R$  по таблицам, можно определить концевую кривую, которая должна иметь плавные геометрические формы.

## § 54. Влияние крепления внешнего и внутреннего концов плоской спирали на период колебания баланса

При работе витки спирали будут раскручиваться равномерно, располагаясь все время концентрично, если положение точек крепления внутреннего и внешнего витков спирали выбрано правильно.

Пусть плоская спираль (некоторое число полных витков плюс дополнительная дуга  $\beta$ ) закреплена в точке  $K$  колодки и в точке  $P$  колонки (рис. 132). Во время работы происходит закручивание и раскручивание спирали. Можно предположить, что при натяжении спирали или толчке ось баланса остается как бы неподвижной, а происходит перемещение колонки из точки  $P$  в точку  $P'$  или  $P''$ . В первом случае при смещении колонки баланс повернется на угол  $\varphi$ , отложенный от точки  $K$  к точке  $K'$ , т. е. при этом спираль будет накручиваться на ось. Во втором случае баланс повернется на тот же угол  $\varphi$ , но в направлении к точке  $K$ , т. е. произойдет раскручивание спирали.

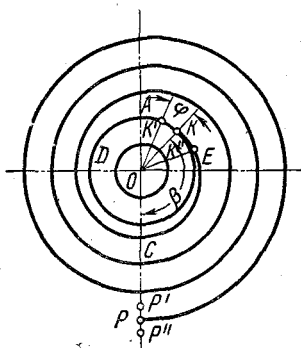


Рис. 132. Влияние крепления спирали на период колебания баланса

Угол  $\varphi$  смещения колодки непостоянен и зависит от длины дуги  $\beta$ , т. е. от крепления внутреннего и внешнего витков спирали.

Точность хода часов зависит от начального положения точки крепления внутреннего витка, т. е. когда она находится по отношению к точке крепления внешнего витка под углом  $0, 90, 180$  и  $270^\circ$  (в точках  $A, D, C$  и  $E$ ). Графики зависимости точности хода часов от положения точек крепления спирали приведены на рис. 116. По оси  $OX$  отложены значения амплитуды колебания баланса, по оси  $OY$  — значения суточного хода. Когда кривая проходит под осью  $OX$  — это означает отставание часов, а над осью  $OX$  — опережение.

Четыре кривые, представленные на рисунке, соответствуют четырем различным положениям точек крепления спирали через каждые  $90^\circ$ .

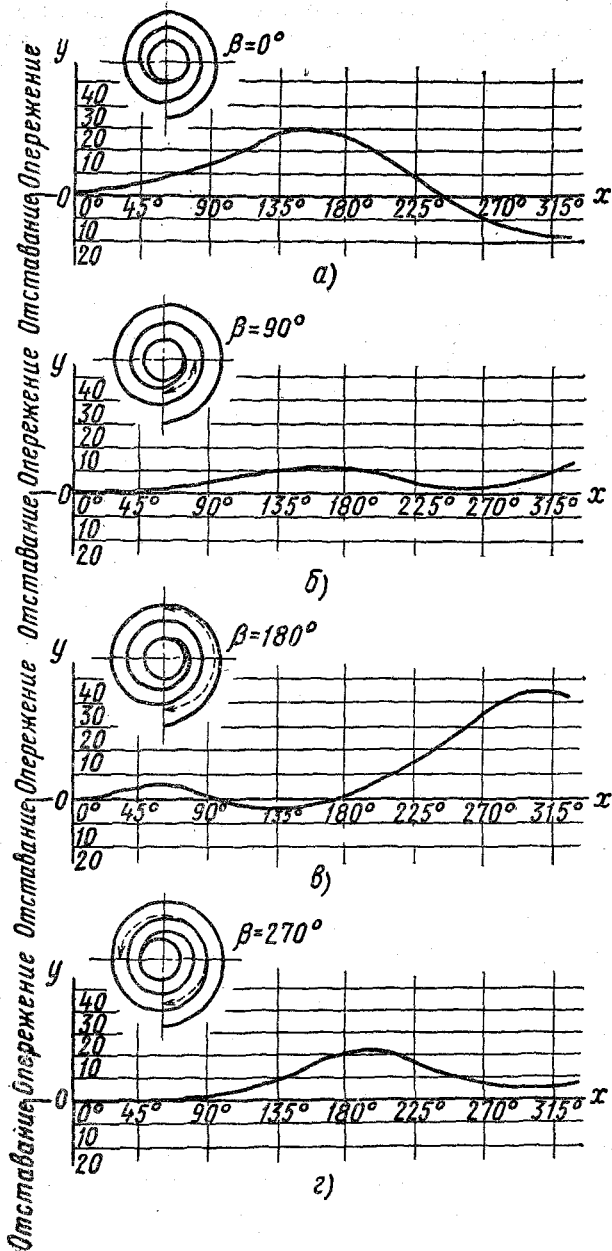


Рис. 133. График зависимости точности хода часов от места крепления концевых кривых



Если угол  $\beta=0^\circ$  (рис. 133, а), т. е. спираль имеет целое число витков, точка крепления внутреннего витка спирали расположена против колонки, ошибка изохронности (отклонение точности хода) достигает 40 с.

Если угол  $\beta=90^\circ$  (рис. 133, б), т. е. точка крепления внутреннего витка спирали повернута относительно колонки на  $90^\circ$ , ошибка изохронности равна 10 с.

Если угол  $\beta=180^\circ$  (рис. 133, в), т. е. точка крепления спирали повернута по отношению к колонке на  $180^\circ$ , ошибка изохронности равна 55 с.

Если угол  $\beta=270^\circ$  (рис. 133, г), т. е. точка крепления спирали повернута по отношению к колонке на  $270^\circ$ , ошибка изохронности будет равна 20 с.

Рассматривая эти графики, видим, что ни в одном случае мы не имеем изохронных колебаний. Наиболее близкой к изохронным колебаниям будет кривая, показанная на рис. 95, б при угле  $\beta=90^\circ$ . Наилучшее взаимное расположение точек крепления концевых кривых обеспечивает наименьшую изохронную ошибку, т. е. наилучшую зависимость точности хода часов от изменения амплитуды, а следовательно, и меньшее изменение суточного хода при изменении положения часов в пространстве.

## § 55. Действующая длина спирали

Спираль работает свободно на длине от колодки до штифтов градусника. Часть спирали от штифтов до колонки также принимает некоторое участие в работе, так как спираль между штифтами не закреплена жестко, а имеет некоторый зазор — «игру».

Действующей (рабочей) длиной спирали называется ее длина от колодки до штифтов градусника плюс  $\frac{1}{3}$  длины от штифтов градусника до колонки. Известно, что при изменении длины спирали изменяется и период колебания баланса. Если повернуть градусник, т. е. передвинуть ее штифты к колонке спирали, действующая длина спирали увеличивается, а следовательно, период колебания баланса также увеличится — часы будут отставать. Если передвинуть штифты градусника от колонки спирали, действующая длина спирали уменьшится, а следовательно, уменьшится и период колебания баланса — часы будут спешить.

## § 56. Влияние зазора между спиралью и штифтами градусника на период колебания баланса

С помощью градусника можно удлинять и укорачивать рабочую длину спирали, т. е. изменять точность хода часов. От положения спирали в штифтах градусника в некоторой степени зависит и изохронизм системы баланс — спираль. Зазор между спиралью и штифтами градусника должен быть минимальным (не превышать половины толщины спирали) и в то же время позволять штифтам при повороте градусника скользить по спирали, не нарушая ее формы. Чтобы зазор между спиралью и штифтами сохранялся постоянным, дуга спирали, по которой движутся штифты при перемещении градусника, должна быть выполнена по радиусу. Штифты должны быть строго перпендикулярны плоскости градусника и параллельны между собой (рис. 134).

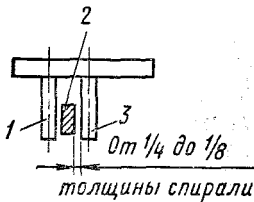


Рис. 134. Правильное расположение спирали в штифтах градусника:

1, 3 — штифты, 2 — спираль

В положении равновесия баланса спираль не должна касаться штифтов градусника, а располагаться между ними. На штифтах градусника не должно быть заусенцев. В случае нарушения указанных требований будет нарушаться изохронизм системы.

Если зазор между штифтами и спиралью превысит половину толщины спирали, то ее рабочая длина станет переменной. При малых амплитудах спираль не будет касаться штифтов регулятора, следовательно, ее рабочая длина не будет ограничиваться штифтами (рис. 135, а).

При увеличении амплитуды колебания баланса спираль будет касаться штифтов градусника, ее рабочая длина уменьшится, а следовательно, уменьшится и период колебания баланса. В таком случае часы в горизонтальном положении при больших амплитудах будут спешить, а в вертикальном положении при малых амплитудах — отставать.

Если спираль в положении равновесия окажется прижатой к одному из штифтов, то ее рабочая длина также не будет постоянной. На рис. 135, б пунктирной линией показано положение, которое заняла бы свободная спираль. При малых амплитудах спираль будет касаться штифта градусника. Следовательно, ее рабочая длина будет ограничиваться штифтами. При увеличении амплитуды спи-

раль будет отходить от штифта, и если второй штифт расположен так, что спираль в крайнем положении при колебании не будет его касаться, то в этом случае рабочей длиной спирали будет являться ее длина до колонки, т. е. период колебания увеличится. В этом случае часы будут спешить на малых амплитудах и отставать на больших. Разница в точности хода часов при разных амплитудах будет тем меньше, чем меньше длина спирали между штифтами и колонкой.

Если штифты градусника не параллельны между собой, то зазор между штифтами и спиралью в вертикальном

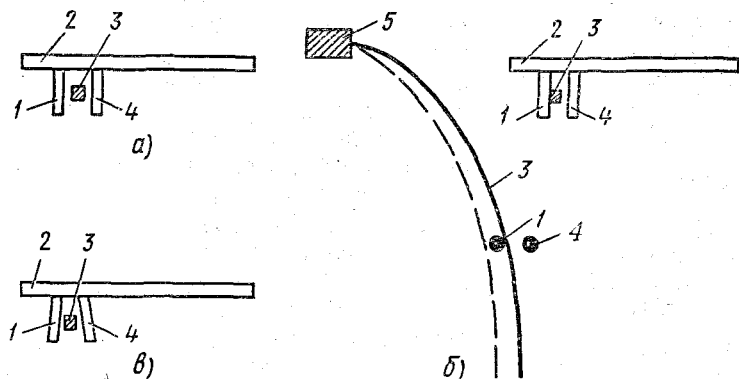


Рис. 135. Неправильное расположение спирали в штифтах градусника:

*а* — зазор между штифтами больше допустимого, *б* — спираль прижата к одному из штифтов, *в* — штифты градусника не параллельны между собой; 1, 4 — штифты, 2 — градусник, 3 — спираль, 5 — колонка

направлении не будет постоянным (рис. 135, *в*). При смене горизонтальных положений спираль будет перемещаться в штифтах на величину вертикального зазора баланса. При этом зазор между спиралью и штифтами градусника будет изменяться, что приведет к изменению точности хода часов.

## § 57. Противоударное устройство

Надежность и точность часов во многом зависят от диаметра цапфы оси баланса: чем меньше диаметр цапфы, тем меньше потери на трение и выше точность хода. В то же время цапфы баланса являются самой чувствительной частью часового механизма. В обычных часах даже при случайных ударах и толчках цапфы часто ломаются (рис.

136). Чтобы предотвратить поломки или деформацию оси баланса часов при ударах, применяют специальное противоударное устройство. На рис. 137, *а* показано противо-

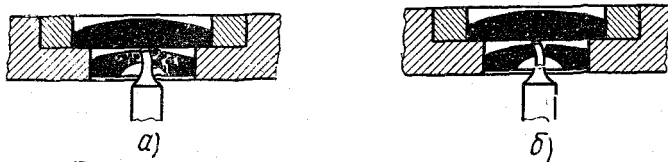


Рис. 136. Возможные поломки при ударе в узле баланса часов без противоударного устройства:

*а* — поломка сквозного камня, *б* — поломка цапф оси баланса

ударное устройство оси баланса, применяемое в большинстве наручных часов. Камни запрессованы в специальных подвижных опорах: в накладку 1, имеющую сложную геометрическую форму, вставлена специальная ступенча-

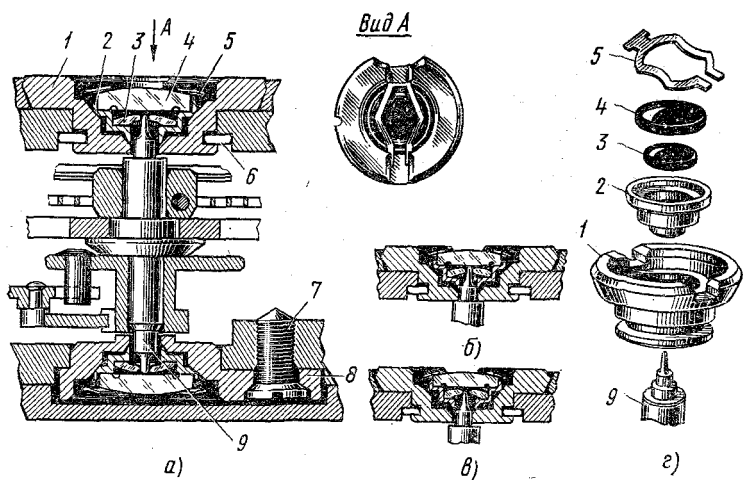


Рис. 137. Схема противоударного устройства оси баланса:

*а* — общий вид, *б* — работа противоударного устройства при осевом ударе, *в* — работа противоударного устройства при боковом ударе, *г* — детали противоударного устройства: 1 — накладка, 2 — бушон, 3 — сквозной камень, 4 — накладной камень, 5 — фиксирующая пружинка, 6 — штифт, 7 — винт, 8 — нижняя накладка, 9 — ось баланса

тая втулка — бушон 2, а в бушон запрессован сквозной камень 3 (рис. 137, *г*). В верхнем уступе бушона установлен накладной камень 4, который сверху прижат фиксирующей пружинкой 5. Пружина одним своим концом входит в специальный паз накладки, а другим разрезным концом

скользит по направляющей накладке. Бушон имеет конические опорные фаски, а накладка является коническим гнездом для бушона. Это сделано для того, чтобы происходило самоцентрирование бушона при скольжении его по внутренней конической поверхности накладки.

Верхняя накладка в большинстве случаев крепится с помощью U-образного штифта 6. Нижняя накладка 8 баланса крепится к платине часов винтом 7.

При ударе в осевом направлении (рис. 137, б) ось баланса своей цапфой давит на накладной камень, отчего последний перемещается вверх. Пружинка 5 при этом изгибается, а затем вновь возвращает камень в исходное положение. Подъем оси происходит до тех пор, пока утолщенная часть оси баланса не упрется в торец накладки. Расстояние от утолщенной части оси баланса до верхней накладки называется **осевым противоударным зазором**. Для нижней накладки этот зазор равен расстоянию от нее до двойного ролика.

При ударе в боковом направлении (рис. 137, в) ось баланса давит на камень 4 с шатоном, т. е. бушон с запрессованным камнем. Шатон перемещается по накладке. Ось баланса перемещается в сторону до тех пор, пока не упрется своей утолщенной частью в стенку накладки. Разность между внутренним диаметром накладки и диаметром утолщенной части оси баланса называется **радиальным противоударным зазором**. Утолщенные части оси баланса воспринимают на себя силу удара и предохраняют тем самым тонкие цапфы от поломки или изгиба.

#### Контрольные вопросы

1. Каково назначение регулятора в часах?
2. В чем различие между математическим и физическим маятником?
3. Что такое период колебания и от каких параметров он зависит?
4. Что такое амплитуда колебания и от чего она зависит?
5. Чем отличается маятниковый регулятор от балансового?
6. Как неуравновешенность баланса влияет на период его колебания?
7. Какие причины вызывают неуравновешенность баланса?
8. Каково назначение концевых кривых спирали?
9. Каково влияние зазора между спиралью и штифтами градусника на точность хода часов?
10. Для чего в часах применяют противоударные устройства?