

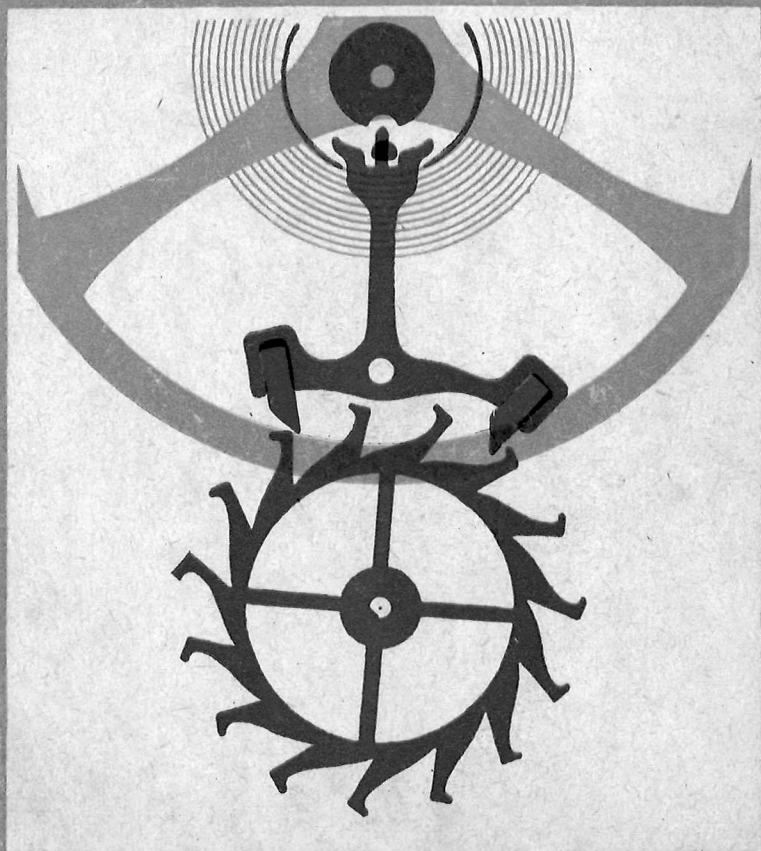
ПРОФТЕХОБРАЗОВАНИЕ

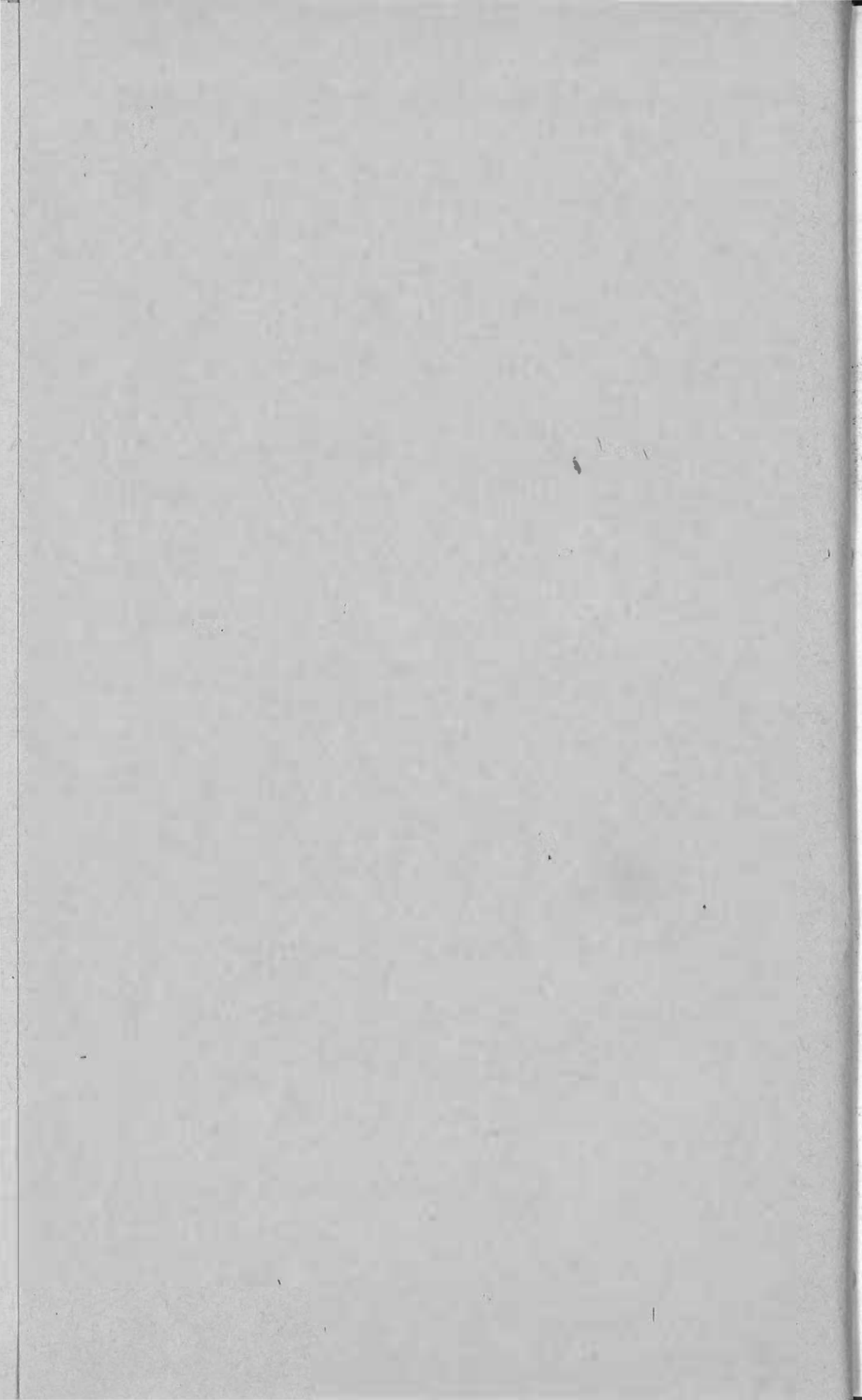


ТОЧНАЯ МЕХАНИКА

В.Д.ПОПОВА Н.Б.ГОЛЬДБЕРГ

# УСТРОЙСТВО И ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ ЧАСОВ







В. Д. ПОПОВА, Н. Б. ГОЛЬДБЕРГ

# УСТРОЙСТВО И ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ ЧАСОВ

ИЗДАНИЕ ТРЕТЬЕ, ДОПОЛНЕННОЕ

Одобрено  
Ученым советом при  
Государственном комитете  
Совета Министров СССР  
по профессионально-  
техническому образованию  
в качестве учебника  
для средних профессионально-  
технических училищ



МОСКВА «ВЫСШАЯ ШКОЛА» 1976

6П5.8

П58

Замечания и пожелания просим направлять по адресу: Москва, К-51, Неглинная ул., 29/14, издательство «Высшая школа».

**Попова В. Д. и Гольдберг Н. Б.**

**П58** Устройство и технология сборки часов. Учебник для средних проф.-техн. училищ. Изд. 3-е, доп. М., «Высш. школа», 1976.

480 с.: с ил.

В книге содержатся сведения по устройству различных моделей наручных, настольных и напольных часов, рассмотрены схемы и принципы действия наручных часов, механических и электрических, с автоматическим подзаводом, защитными устройствами, устройство и работа секундомеров, будильников, настенных часов и часов особого назначения. В книге изложен типовой технологический процесс сборки наручных мужских часов и способы регулировки отдельных узлов и часового механизма в целом.

Третье издание дополнено новыми конструкциями часов с автоматическим заводом и календарем и сведениями о технологическом процессе их сборки, а также понятиями о контроле изделий и их качестве.

П  $\frac{31305-183}{052(01)-76}$  77-76

6П5.8

© Издательство «Высшая школа», 1976.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

По количеству выпускаемых бытовых часов СССР занимает одно из первых мест в мире. Часовая промышленность нашей страны изготавливает все основные виды часов — наручные, карманные, настольные, настенные и напольные. Часы могут быть механические, электронные и электрические. Механические часы выпускаются с различными дополнительными устройствами, крупные часы — с боем, сигнальным и другими устройствами, наручные часы — с автоматическим подзаводом пружины, календарем, секундомером, сигнальным устройством и т. д.

С ростом часовой промышленности возникает потребность в новых квалифицированных рабочих-часовщиках. Их готовят на производстве и в профессионально-технических училищах.

Сборку часов осуществляют на конвейерах различного типа. Рабочий-сборщик специализируется на выполнении одной или ряда смежных операций, но для успешной работы ему необходимо иметь представление об устройстве и работе всего часового механизма, знать особенности сборки всех его узлов.

В книге приведены общие сведения о часах, дана их классификация, принципиальная схема часового механизма, рассмотрены конструкции наручных, карманных, настенных и напольных часов, будильников, секундомеров и т. д. Наиболее подробно рассматривается устройство и работа наручных часов, составляющих наибольший процент в объеме часового производства. Современное часовое производство требует, чтобы сборщики знали конструкцию часов, основные сведения о их регулировке основы взаимозаменяемости, сведения о материалах, применяемых при изготовлении часов. Большое разнообразие конструкций часовых механизмов требует создания различных технологических процессов их сборки.

В книге изложен типовой технологический процесс сборки мужских наручных часов с автоматическим подзаводом и календарем. Сборщики часов современного часового производства должны знать ГОСТы и технические условия на изготавливаемые часы, методы их испытаний. Эти сведения также представлены в книге в объеме, необходимом для выполнения работ 2—3-го разряда. Кроме того, в книге даны краткие сведения о механизации и автоматизации сборочных процессов.

С каждым годом совершенствуются сборочные конвейеры, внедряются высокопроизводительные приспособления, новые приборы и инструменты, позволяющие улучшить качество сборки часов, сократить время на отдельные операции, облегчить труд рабочих. Поэтому при составлении учебника были учтены не только достижения часовых заводов в области разработки и усовершенствования конструкций часов, технологии их сборки, но и оснащения часового производства приборами, приспособлениями и инструментами.

Большое значение в производстве имеет и правильная его организация, рациональная организация рабочего места. Научная организация труда является залогом повышения производительности, сокращения времени, затрачиваемого на отдельные операции, обеспечивает сознательное выполнение рабочими своих обязанностей, предусматривает отбор, изучение, обобщение и распространение наиболее рациональных трудовых приемов, улучшает условия и совершенствует формы разделения и кооперации труда.

В последующие годы в развитии часовой промышленности произошли существенные изменения. Появились новые конструкции часов, отвечающие современным требованиям — часы с двойным календарем (показывающим дни, недели и числа), часы с поясным временем, часы для подводного плавания, электронные будильники и т. п. В технологическом процессе сборки часов появились новые методы обработки узлов, новые виды автоматизированного и механизированного оборудования, что позволило изменить на многих участках технологический процесс сборки. Например, создан новый технологический процесс обработки узла баланс-спираль, оснащенный необходимым количеством автоматизированного оборудования, разработан технологический процесс элементарной сборки на механизированных столах, вводится новое оборудование для промывки и смазки часов.

В основу изложения технологического процесса сборки часов, как и в первом издании учебника, положен опыт 1-го Московского часового завода имени С. М. Кирова.

Настоящая книга предназначена в качестве учебника для средних профессионально-технических училищ, готовящих сборщиков часов 2—3-го разряда. Учебный материал излагается в книге в соответствии с учебной программой, утвержденной Государственным комитетом Совета Министров СССР по профессионально-техническому образованию.

## 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, которые дробили на часы.

За основную единицу измерения времени были приняты сутки — 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 измерения времени является год — период обращения Земли вокруг Солнца.

Различают звездные (тропические) и солнечные (календарные) сутки, соответственно звездный и солнечный год. Звездные сутки равны полному обороту Земли вокруг своей оси относительно звезд. Солнечные сутки равны обороту Земли вокруг своей оси относительно Солнца.

Солнечные сутки на 4 мин больше звездных суток, а солнечный год на одни 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 и 56,5~~5~~ 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 часу. Отсчет времени принято вести от нулевого меридиана, проходящего через предместье Лондона Гринвич. Гринвичское время называется м и р о в ы м в р е м е н е м.

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 д е к р е т н о е в р е м я, которое на один час 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, Египте, Риме, 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

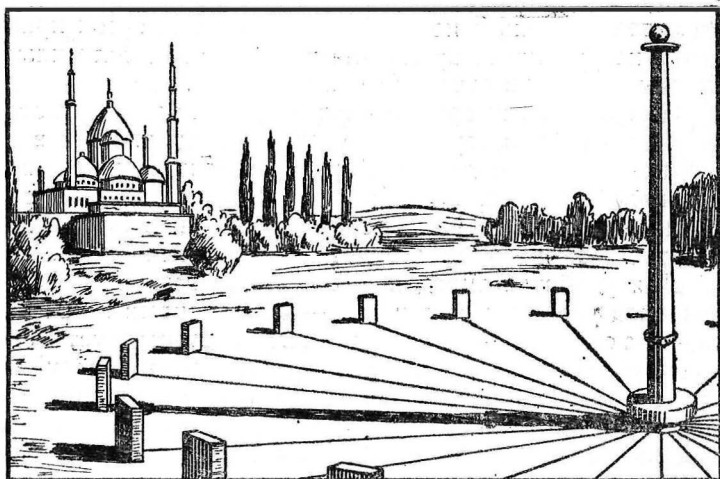


Рис. 1. Солнечные часы

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 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 специальный сосуд с отверстием в дне (рис. 2). Сосуд имел форму конуса, в нижней части его находилась трубка, через которую вытекала вода в специальный прием-



ник. 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.

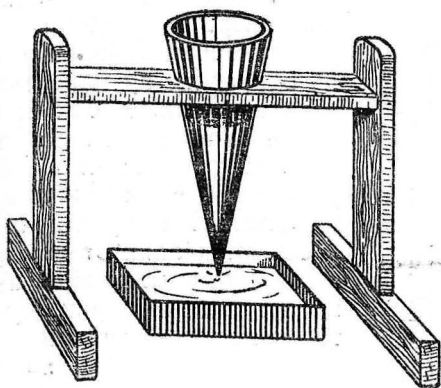


Рис. 2. Водяные часы

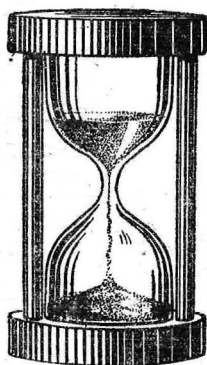


Рис. 3. Песочные часы

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 зубчатых 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 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 минут — песочными часами пользуются и в настоящее время, например, в медицинских учреждениях, лабораториях.

В древние времена пользовались также огневыми часами (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, водяным, песочным и огненным часам пришли механические часы. Первые упоминания о механических

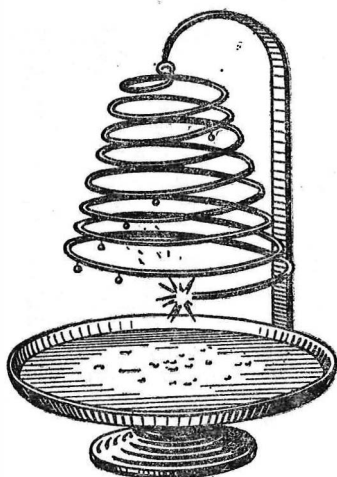


Рис. 4. Огневые часы

часов относятся к VI в. н. э. В качестве источника энергии в них использовалась сила падающей 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 башенных. Первые башенные часы имели одну часовую стрелку.

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 ход, или спуск.

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 возможно лишь тогда, когда ученые Гюйгенс и Гук изобрели колебательную систему баланс — спираль (см. гл. VIII, § 49). 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

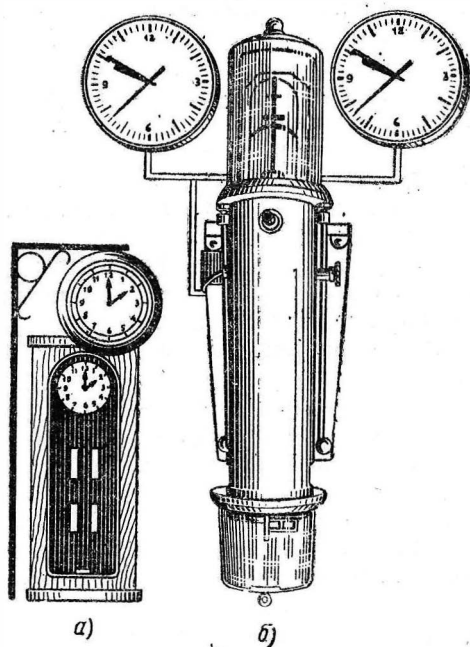


Рис. 5. Электрические часы системы единого времени (а) и астрономические часы АЧФ (б)

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 пьезоэлектрический эффект\*. Пьезоэлектрический

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

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 своеобразного электрического маятника.

Кварцевые часы имеют суточную погрешность лишь в десятитысячную долю секунды. За 30 лет накапливается ошибка в одну секунду. Эти часы удобны еще и тем, что не боятся толчков, сотрясений и резких перемен атмосферного давления и температуры воздуха. 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).

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 Сербии 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 Бутенюп в 1852 г. установили в этих часах механизмы, вызывающие в 3, 6, 9 и 12 ч 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.

Первые карманные часы попали в Россию в XVI в., т. е. вскоре после их изобретения. Со временем и русские мастера начали создавать такие часы.

Гений русской науки 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 изготавливались 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 Шарапovo под Москвой и очень небольшого количества морских хронометров и других специальных прибо-

ров, 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, готовящие 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.

Выпускаются наручные часы 11 различных калибров (от 13 до 30 мм) только с анкерным спуском и наручные часы с различными дополнительными устройствами: календарем, автоматическим под заводом пружины, сигналом, секундомером в обычных, пыле- и водозащитных и водонепроницаемых корпусах, а также напольные, настенные, настольные, карманные часы и будильники.

Основная тенденция развития крупногабаритных часов — это применение электроники, создание часов с различными дополнительными устройствами, повышающими информативность часов. В ближайшие годы выпуск часов с применением средств электроники будет значительно увеличен.

Кроме бытовых часов, выпускаются морские и авиационные хронометры, морские, авиационные и автомобильные часы, секундомеры и хроноскопы, а также различные приборы бытового и технического назначения.

#### Контрольные вопросы

1. Когда появились механические часы и каков принцип их работы?
2. Какое явление положено в основу работ кварцевых и атомных часов?
3. К какому времени относится появление часов в России?
4. Как развивалась часовая промышленность Советского Союза?
5. Какая разница между звездными и солнечными сутками?
6. Что такое поясное время?



# ГЛАВА I

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЧАСАХ

### § 1. КЛАССИФИКАЦИЯ ЧАСОВ ПО НАЗНАЧЕНИЮ И ИХ ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

**Классификация.** Часы можно разделить на группы:

1. По принципу действия:

механические, электромеханические, электронно-механические, электронные.

2. По способу применения:

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

технические — автомобильные, авиационные, морские и т. п.;

для отсчета промежутков времени — секундомеры, хроноскопы;

хранители точного времени — астрономические, кварцевые, атомные;

электрические системы единого времени — первичные, вторичные.

В свою очередь наручные часы по конструктивным признакам также можно разделить на несколько групп:

часы без секундной стрелки;

часы с боковой секундной стрелкой;

часы с центральной секундной стрелкой;

часы с дополнительными устройствами;

часы с защитными устройствами.

К дополнительным устройствам относятся: календарь (одинарный или двойной), звуковое сигнальное устройство, автоматический подзавод пружины.

К защитным устройствам относятся: противоударное устройство оси баланса, пылезащищенный, брызгозащищенный и водонепроницаемый корпус и т. п.

**Параметры.** К основным параметрам, характеризующим качество часов, относятся: суточный ход, средний суточный ход, продолжительность хода от одной заводки пружины.

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

*Поправкой* называется отклонение показаний часов от точного времени в момент проверки часов. Если часы показывают время больше эталонного, то поправка имеет знак (+), если меньше — (—) (ГОСТ 10733—73).

*Средним суточным ходом* называется алгебраическая сумма смежных суточных ходов, деленная на число суток, в течение которых измерялись суточные хода и определяется 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 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 мин 45 с) — (+1 мин 15 с) = +30 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 сигналом 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 мин 30 с) — (—30 с) = —1 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 с) — (—30 с) = +15 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 с) — (+1 мин 15 с) = —30 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 с) — (+20 с) = 0, т. е. за сутки часы не сделали разницы и идут точно.

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:

$$\frac{(-32) + (-45) + (-38) + (-33) + (-56) + (-45)}{6} = -41,7 \text{ с.}$$

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  $n$ -ое число суток и деленный на число суток при испытаниях.

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

*Мгновенным суточным ходом* называется ход часов, полученный при проверке часового механизма на приборе проверки хода часов.

## § 2. СИСТЕМА ИНДЕКСАЦИИ ЧАСОВ

При большом разнообразии выпускаемых механизмов и корпусов часов существенное значение имеет система индексации. Эта система позволяет по цифровому обозначению модели часов получить полное представление об их размерах и основных конструктивных харак-

теристиках. Такую систему удобно использовать при планировании производства часов, при заказе часов торговыми организациями, при заказе запасных частей и при переписке с покупателями часов. В основу системы индексации часов положен калибр часового механизма и его отличительные конструктивные особенности.

Часовой механизм обозначается четырехзначным числом, первые две цифры соответствуют определенному калибру механизма в миллиметрах, а последующие две

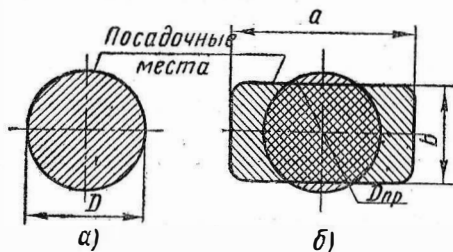


Рис. 6. Калибры часового механизма:  
а — круглый, б — некруглый

цифры — конструктивным особенностям. Например, обозначение механизма цифрами 2209 расшифровывается следующим образом: калибр механизма 22 мм (цифра 22), механизм имеет центральную секундную стрелку и противоударное устройство (цифры «09»).

Калибр часового механизма характеризуется посадочным размером платины. *Платиной* называется основание часового механизма, на котором монтируются все его детали. В круглых механизмах калибр соответствует посадочному диаметру платины (рис 6). Калибр некруглого механизма определяют приведенным диаметром механизма.

Калибры некруглых механизмов приводятся к калибрам круглых механизмов по формуле

$$D_{\text{пр}} = \sqrt{\frac{4S}{\pi}}; S = a \cdot b,$$

где  $a$  — длина, мм;  $b$  — ширина, мм;  $D_{\text{пр}}$  — приведенный диаметр механизма;  $S$  — площадь некруглой платины часового механизма.

В соответствии с отраслевой нормалью ОН6-126-62

изготавливают часы следующих калибров: 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 34, 36 и 40 мм. При отступлении размера калибра от нормы необходимо обоснование. Это относится главным образом к часам малого калибра (женским). Часовыми заводами выпускаются часы с некруглыми механизмами, имеющими приведенные калибры 13, 15, 17 мм и т. д.

Приведенный калибр 13 мм соответствует размерам  $15 \times 11,5$ ; 15 мм —  $16 \times 13,5$ .

Наручные часы по конструктивным особенностям имеют следующую индексацию:

- 00 — без секундной стрелки;
- 01 — без секундной стрелки, с противоударным устройством;
- 02 — с боковой секундной стрелкой;
- 03 — с боковой секундной стрелкой и противоударным устройством;
- 04 — с боковой секундной стрелкой и календарным устройством;
- 05 — с боковой секундной стрелкой, противоударным устройством и календарным устройством;
- 06 — с цифровым показателем времени;
- 07 — с вращающимся диском, заменяющим секундную стрелку, и противоударным устройством;
- 08 — с центральной секундной стрелкой;
- 09 — с центральной секундной стрелкой и противоударным устройством;
- 10 — с центральной секундной стрелкой и противоударным устройством и антимагнитные;
- 11 — с центральной секундной стрелкой, противоударным устройством и подсветом циферблата;
- 12 — с центральной секундной стрелкой, противоударным устройством и сигнальным устройством (звонок);
- 13 — с центральной секундной стрелкой и календарным устройством;
- 14 — с центральной секундной стрелкой, противоударным устройством и календарным устройством;
- 15 — с центральной секундной стрелкой, противоударным устройством и автоматическим подзаводом пружины;
- 16 — с центральной секундной стрелкой, противоударным устройством, автоматическим подзаводом пружины и календарным устройством;

- 17 — с однострелочным секундомером, центральной секундомерной стрелкой, с боковой секундной стрелкой текущего времени и стрелкой счета минут;
- 18 — с центральной секундной стрелкой, противоударным устройством, с удлинителем покоя секундной стрелки до одной секунды;
- 19 — без секундной стрелки, с противоударным устройством и календарем;
- 20 — без секундной стрелки, с противоударным устройством и автоподзаводом;
- 21 — без секундной стрелки, с противоударным устройством, с автоподзаводом и календарем;
- 22 — без секундной стрелки, с противоударным устройством и вращающимся диском, заменяющим часовую стрелку;
- 23 — с центральной секундной стрелкой, с противоударным устройством и часовой стрелкой, делающей 1 оборот за 24 ч;
- 24 — с центральной секундной стрелкой, с противоударным устройством, с календарем и часовой стрелкой, делающей 1 оборот за 24 ч;
- 25 — с центральной секундной стрелкой, с противоударным устройством, с календарем и указателем поясного времени;
- 26 — с центральной секундной стрелкой, с противоударным устройством, с автоподзаводом, с календарем и указанием поясного времени;
- 27 — с центральной секундной стрелкой, с противоударным устройством, с автоподзаводом и двойным календарем (показывает дату и день недели);
- 28 — с центральной секундной стрелкой, с противоударным устройством, двойным календарем (показывает дату и день недели);
- 29 — без секундной стрелки, с противоударным устройством и двойным календарем (показывает дату и день недели);
- 30 — без секундной стрелки, с противоударным устройством, автоподзаводом и двойным календарем (показывает дату и день недели);
- 36 — балансовые электроконтактные, с центральной секундной стрелкой, с противоударным устройством и питанием от батареи, продолжительностью работы от 6 месяцев до 2 лет;

37 — с камертонным регулятором, с питанием от батареи и центральной секундной стрелкой.

Внешнее оформление часов обозначается шестизначным числом. Первые две цифры обозначают конструкцию корпуса. Присваивают номер, начиная с 01, в порядке создания новых конструктивных корпусов. Третья цифра обозначает вид покрытия, отделки корпуса и материал, из которого он изготовлен: 0 — нержавеющая сталь, 1 — хромирование, 2 — золото, 3 — толстослойное золочение, 4 — анодирование, 5 — пластмасса, 6 — окраска, комбинированное покрытие, 7 — дерево, 8 — художественное литье, 9 — стекло, хрусталь, керамика, мрамор.

Последними тремя цифрами обозначают группу циферблатов и стрелок. Присваивают номер, начиная с 001, в порядке создания новых конструкций.

Полное обозначение часов записывается дробью, где цифры в числителе характеризуют механизм, а в знаменателе — внешнее оформление.

1. Например, 2415/483251. Это обозначение расшифровывается так: 24 — калибр, 15 — часы имеют центральную секундную стрелку, противоударное устройство, автоматический завод пружины, 48 — порядковый номер корпусного оформления, соответствующий заводскому чертежу, 3 — толстослойное золочение корпуса, 251 — порядковый номер оформления циферблата и стрелок, соответствующий заводскому чертежу.

2. 2612/261062. Это обозначение расшифровывается так: калибр 26 мм, 12 — часы имеют центральную секундную стрелку, противоударное устройство, сигнальное устройство, 26 — порядковый номер корпусного оформления, 1 — хромированный корпус, 062 — порядковый номер оформления циферблата и стрелок.

3. 2409/140038. Это обозначение расшифровывается так: калибр 24 мм, 09 — часы имеют центральную секундную стрелку и противоударное устройство, 14 — порядковый номер корпусного оформления, 0 — корпус из нержавеющей стали, 038 — порядковый номер оформления циферблата и стрелок.

4. 2408/062019. Это обозначение расшифровывается так: калибр 24 мм, 08 — часы имеют центральную секундную стрелку, 06 — порядковый номер корпусного оформления, 2 — корпус из золотого сплава, 019 — порядковый номер оформления циферблата и стрелок.

### § 3. СИСТЕМА НАИМЕНОВАНИЙ ЧАСОВ

Для ограничения количества названий часов и для удобства потребителей продукции часы каждого часового завода имеют фирменное наименование (свою марку выпускаемых часов).

Часовые заводы выпускают часы следующих марок:

<i>Часовой завод</i>	<i>Фирменное наименование часов</i>
1-й Московский . . . . .	«Полет»
2-й Московский . . . . .	«Слава»
Пензенский . . . . .	«Заря»
Чистопольский . . . . .	«Восток»
Петродворцовый . . . . .	«Ракета»
Угличский . . . . .	«Чайка»
Минский . . . . .	«Луч»
Орловский . . . . .	«Янтарь»
Сердобский . . . . .	«Маяк»
Челябинский . . . . .	«Молния»
Опытный завод электронных приборов времени «Хронотрон . . . . .	«Хронотрон»
Ереванский . . . . .	«Севани»
Ереванский завод художественных часов . . . . .	«Наири»
Златоустовский . . . . .	«Агат»
Ростовский . . . . .	«Витязь»

### § 4. ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ЧАСОВОГО МЕХАНИЗМА

Основными узлами часового механизма являются: двигатель, основная колесная система, ход (спуск), регулятор, стрелочный механизм, механизм заводки часов и перевода стрелок. Принципиальная схема часового механизма представлена на рис. 7.

**Д в и г а т е л ь** — гири или заводная пружина является источником энергии в часах. Он запасает (аккумулирует) энергию, а затем в течение длительного времени отдает ее через колесную систему для приведения в действие регулятора (колебательной системы) и поддержания его колебаний, а также для вращения стрелок.

**О с н о в н а я к о л е с н а я с и с т е м а** состоит из зубчатых колес. Она выполняет две функции: передает энергию от двигателя через ход к регулятору и отсчитывает число колебаний регулятора. Через основную колесную систему движение передается стрелочному механизму.

**Х о д**, или спуск является промежуточным узлом



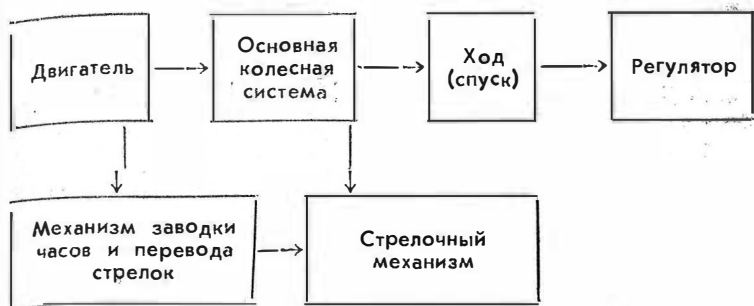


Рис. 7. Принципиальная схема часового механизма

механизма. Он взаимодействует с основной колесной системой и с регулятором. Ход периодически освобождает зубчатую передачу и преобразует энергию пружины в импульсы, передаваемые регулятору для поддержания его колебаний. При помощи хода регулятор управляет вращением зубчатой передачи так, что при каждом полуколебании регулятора колеса поворачиваются на определенные углы, величина которых зависит от конструкции хода и числа зубьев колес.

Регулятор управляет работой хода, регулирует распускание пружины или опускание гири. Колебания регулятора, обеспечивающего равномерность хода часов, строго периодичны.

Стрелочный механизм передает движение от основной колесной системы стрелкам, состоит из системы зубчатых колес и трибов.

Механизм заводки часов и перевода стрелок дает возможность вручную завести пружину часов и установить стрелки в нужное положение. Этот механизм состоит из заводной головки, заводного вала и системы рычагов и зубчатых колес.

## § 5. ДЕТАЛИ ЧАСОВОГО МЕХАНИЗМА

**Платина и мосты.** Детали основного механизма часов, как уже было сказано выше, монтируются на специальном основании — платине, изготовленной из латуни марки ЛС-63-3Т. Форма и размеры платины соответствуют форме и размерам часового механизма. Форма платины может быть круглой (рис. 8, а) или некруглой (рис. 8, б).

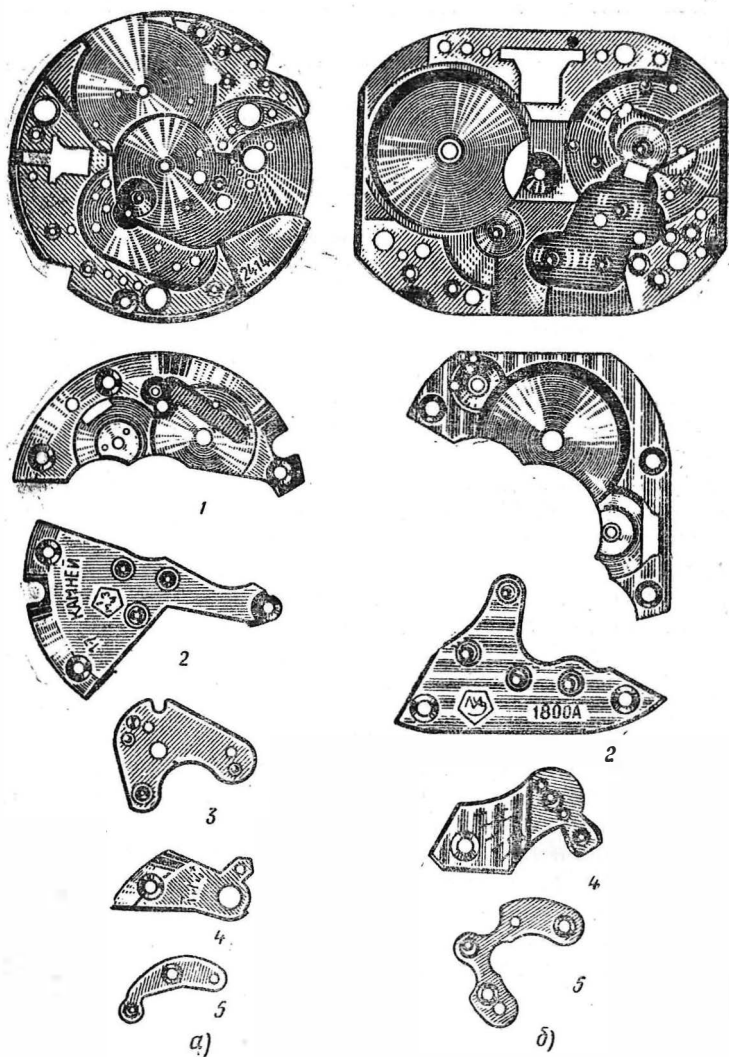


Рис. 8. Платины и мосты часовых механизмов:

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

На одной стороне платины располагают основные узлы часового механизма: двигатель, основную колесную систему (ангренаж), ход, или спуск, узел баланс — спираль, а на другой — стрелочный механизм, механизм заводки часов и перевода стрелок (ремонтур), календарный механизм у часов с календарным устройством. Для установки деталей в платине делают специальные отверстия и расточки (углубления и выступы различной формы). Так как вращающиеся детали (барабан, зубчатые колеса, баланс) должны иметь опору в двух подшипниках, то для установки второго подшипника служат специальные латунные пластины, называемые *мостами*. Размеры и форма мостов соответствуют размерам и форме механизма. В мостах тоже имеются отверстия и расточки, служащие для установки деталей.

В зависимости от конструкции часов количество мостов может быть различным. Чаще всего бывает 4—5 мостов для крепления основных узлов часового механизма и один мост для крепления деталей узлов перевода стрелок.

Для крепления основных узлов (см. рис. 8) служат мосты барабана 1, колесной передачи 2 (ангренажный), балансый 4, анкерной вилки 5 и иногда дополнительный центральный мост 3 для центрального колеса.

В часах с дополнительными устройствами увеличивается количество мостов. Появляется, например, мост под завода, мост календаря и т. п.

Отверстия для одной и той же детали в платине и мостах должны быть строго соосны, чтобы обеспечить правильное положение этих деталей при работе, т. е. чтобы оси и трибы располагались в механизме без перекосов. Для обеспечения соосности отверстий в платине и мостах имеются базовые отверстия, в которые вставляют посадочные штифты или в платину запрессовывают втулки, на которые надевают мосты. Неподвижные детали закрепляют на платине винтами.

Платину и мосты обычно никелируют для придания им красивого внешнего вида и защиты их от окисления. В отдельных случаях платину и мосты подвергают золочению.

Платина и мосты составляют комплект механизма. Высота часового механизма считается обычно по высоте комплекта. Размер механизма определяется по размеру посадочного уступа в платине.

**Детали двигателя.** Пружинный двигатель состоит обычно из заводной пружины с накладкой, корпуса, крышки барабана и вала барабана.

Заводная пружина (рис. 9, а) представляет собой плоскую стальную ленту спиральной или S-образной формы. Изготавливается заводная пружина из специального железокобальтового сплава К40ТЮ или из угле-

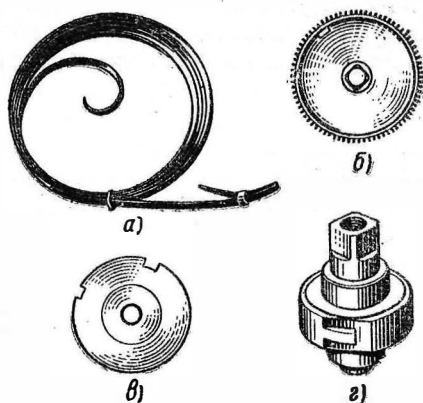


Рис. 9. Детали двигателя:

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

родистой стали У7, проходящей в дальнейшем специальную термическую обработку. Для изготовления пружины могут быть использованы и некоторые другие марки нержавеющей стали.

Пружину располагают в закрытом барабане. Внутренний ее конец крепится на крючке вала барабана, а внешний к внутренней поверхности корпуса и крышке барабана.

Барабан состоит из корпуса (рис. 9, б) и крышки (рис. 9, в).

Корпус барабана изготавливают из латуни ЛС-63-30Т и покрывают тонким слоем золота или никеля. С наружной стороны на корпусе барабана нарезан зубчатый венец. В дне корпуса имеется прямоугольное отверстие для крепления накладки заводной пружины.

Крышку барабана изготавливают из латуни марки ЛС-63-30Т и покрывают тонким слоем золота или

никеля. На крышке имеется два прямоугольных отверстия, одно для крепления накладки заводной пружины, другое для съема крышки при разборке узла барабана.

Вал барабана (рис. 9, з) изготавливают из стали марки У7АВ с последующей термической обработкой. Вал барабана имеет две цилиндрические цапфы. На утолщенной части вала сделан специальный крючок для крепления внутреннего витка пружины. Верхняя цапфа вала заканчивается квадратной частью, на нее устанавливают барабанное колесо. Отверстие с резьбой в вале барабана служит для закрепления барабанного колеса винтом.

Вал барабана должен свободно вращаться относительно его корпуса и крышки. Верхняя и нижняя цапфы при сборке механизма входят в специальные отверстия платины и барабанного моста.

**Детали основной колесной системы.** Основная колесная система (ангренаж) состоит из зубчатых колес, входящих в зацепление с другими зубчатыми колесами, называемыми трибами, имеющими меньше 20 зубьев. Трибы изготавливают обычно как одно целое с осью.

В состав основной колесной системы входят: центральное колесо с трибом (рис. 10, а), промежуточное колесо с трибом (рис. 10, б), секундное колесо с трибом (рис. 10, в) и анкерный триб. При более сложной кинематической схеме в колесную систему входят и дополнительные или передаточные колеса. В зависимости от кинематической схемы и конструкции часов, наличия и расположения секундной стрелки конструкция колес и трибов может быть различной. Колесо неподвижно соединяется с соответствующим трибом. Нижние цапфы трибов свободно входят в специальные отверстия в платине, а верхние цапфы — в отверстия мостов. Для уменьшения трения в колесной передаче в отверстия платины и мостов запрессовываются специальные камневые подшипники (камни) из искусственного рубина. Для уменьшения потерь на трение в зацеплении и износа деталей колеса и трибы изготавливают из разных металлов; колеса изготавливают из латуни марки ЛС-63-30Т с последующим золочением. Передаточные колеса иногда делают из бериллиевой бронзы марки Бр-Б-2,5Т. Трибы изготавливают из стали У7АВ с последующей термической обработкой. Цапфы и зубья трибов обязательно полируют для по-

лучения поверхности не ниже 11—12-го класса шероховатости.

Для легкости вращения колес и трибов между отверстием и цапфой должен быть боковой (радиальный) зазор, а между плоскостью камня и заплечиками триба — осевой (вертикальный) зазор.

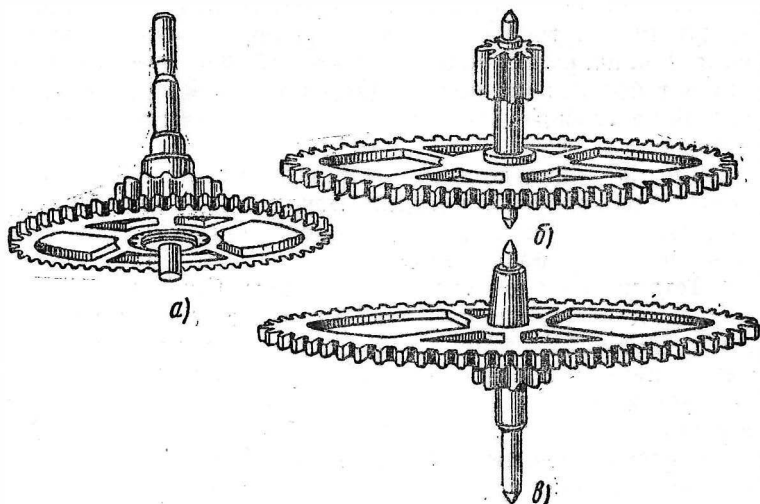


Рис. 10. Детали основной колесной системы (ангренажа):

*а* — центральное колесо с трибом, *б* — промежуточное колесо с трибом, *в* — секундное колесо с трибом

**Детали анкерного хода.** К деталям анкерного хода относятся анкерное колесо, анкерная вилка с осью, копьём и палетами, двойной ролик с импульсным камнем, ограничительные штифты (рис. 11).

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

Двойной ролик (рис. 11, *а*) так назван потому, что состоит из импульсного ролика *1*, несущего рубиновый импульсный камень *2* (эллипс), и предохранительного ролика *14* с выемкой *13*. Цилиндрическая поверхность предохранительного ролика должна быть высокого класса шероховатости, для этого ее обрабатывают алмазным резцом.

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

Двойной ролик напрессовывают на ось баланса.

Анкерную вилку (рис. 11, б) изготовляют 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

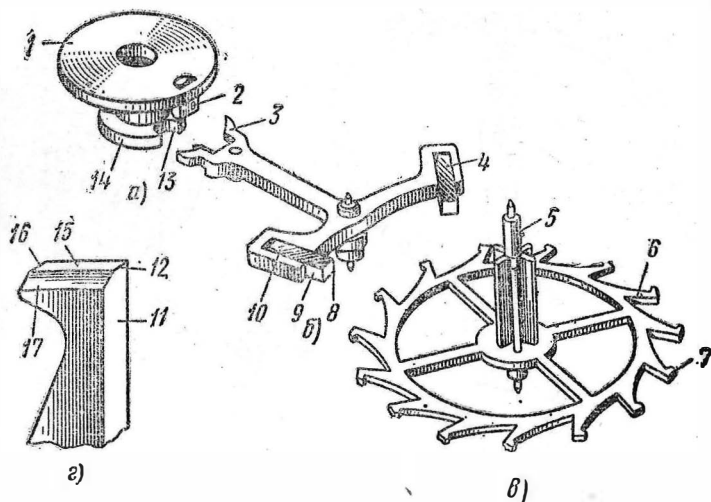


Рис. 11. Детали анкерного хода:

а — двойной ролик, б — анкерная вилка, в — анкерное колесо, г — форма зуба анкерного колеса; 1 — импульсный ролик, 2 — рубиновый 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 анкерного колеса, 12 — носик анкерного колеса, 13 — выемка в двойном ролике для копыя, 14 — предохранительный ролик, 15 — плоскость импульса зуба анкерного колеса, 16 — пятка зуба анкерного колеса, 17 — фаска анкерного колеса

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 изготовляют из высококачественной инструментальной стали У10А с последующей закалкой.

Анкерное колесо (рис. 11, в) обычно имеет 15 зубьев. Зуб колеса (рис. 11, 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.

Анкерное колесо напрессовывают на ось анкерного триба 5. Анкерное колесо практически не должно иметь

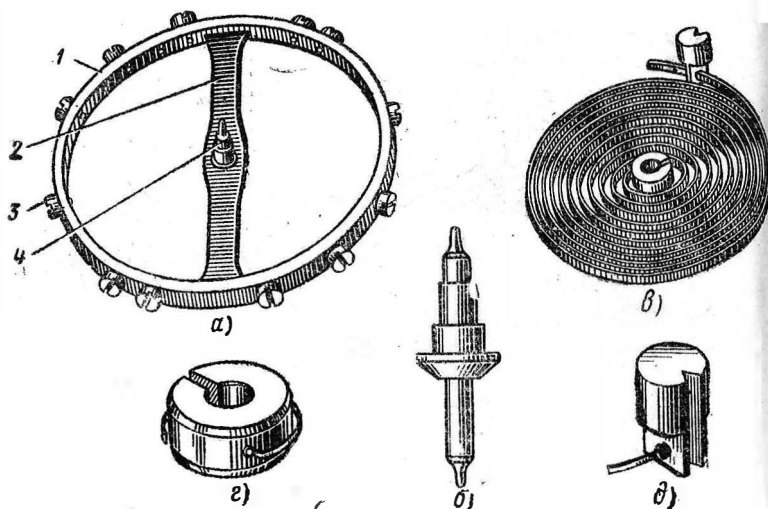


Рис. 12. Детали регулятора (системы баланс — спираль):

*а* — баланс с осью, *б* — ось, *в* — спираль с колодкой и колонкой, *г* — колодка, *д* — колонка; 1 — обод, 2 — перекладина, 3 — винт, 4 — ось

радиального биения относительно цапф анкерного триба.

**Детали регулятора (системы баланс — спираль).** Балансовый регулятор (рис. 12) состоит из баланса с осью, спирали, колонки и колодки спирали.

**Б а л а н с** (рис. 12, *а*) представляет собой обод 1 с перекладиной 2, изготовленных как одно целое, и винтами 3. Чаще всего обод имеет 12 или 16 винтов.

В последнее время все более широкое применение находит баланс без винтов. Расположение винтов на ободе баланса может быть различным. Для облегчения регулировки головки винтов могут иметь различные размеры. Винты с уменьшенными головками располагают диаметрально противоположно и под них обычно подкладывают



регулирующие шайбы, которые, в случае надобности, можно снять или заменить при регулировке.

Обычно применяют шайбы пяти номеров, имеющие соответственно толщину 0,01; 0,02; 0,03; 0,04 и 0,05 мм. Резьбовая часть винта должна свободно входить в отверстие шайбы. Наружный диаметр шайбы не должен выступать за пределы боковых поверхностей обода баланса.

В перекладине баланса имеется отверстие, в которое входит ось (рис. 12, б). Цапфы оси баланса полируют до 11—12-го класса. Переход от цапфы к утолщенной части делают по плавной кривой и полируют до 11—12-го класса шероховатости, что и цапфу. Пятки цапф оси баланса имеют сферическую форму.

Баланс изготовляют из латуни ЛС-63-3Т, нейзильбера НМЦС63-17-182Т или бериллиевой бронзы БрБ-2,5Т. Винты баланса изготовляют из того же материала, что и обод. Обод баланса и винты покрываются тонким слоем золота. Шайбы вырубают из латунной ленты марки ЛС-63-3Т соответствующей толщины.

Ось баланса изготовляют из стали У10А с последующей термообработкой.

Спираль (рис. 12, в) имеет форму спирали Архимеда. Внутренний конец ее закреплен в колодке (рис. 12, з) при помощи конического штифта или зачеканен. В колодке имеется прорезь, благодаря которой колодку можно надеть фрикционно на ось баланса и поворачивать на оси.

Внешний конец спирали закреплен в колонке (рис. 12, д), которая закрепляется в отверстии моста баланса винтом.

Спираль изготовляют из специального железо-никелевого сплава Н41ХТА, колонку — из стали У7АВ, а колодку — из латуни ЛС-63-30Т с последующим золочением или никелированием.

Штифты для закрепления спирали в колодке и колонке делают из латуни.

**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. 13).

· Заводная головка (рис. 13, *а*) изготавливается из того же материала, что и корпусное кольцо. Для ее изготовления применяется латунь, нейзильбер, нержавеющая сталь. В зависимости от покрытия корпуса она

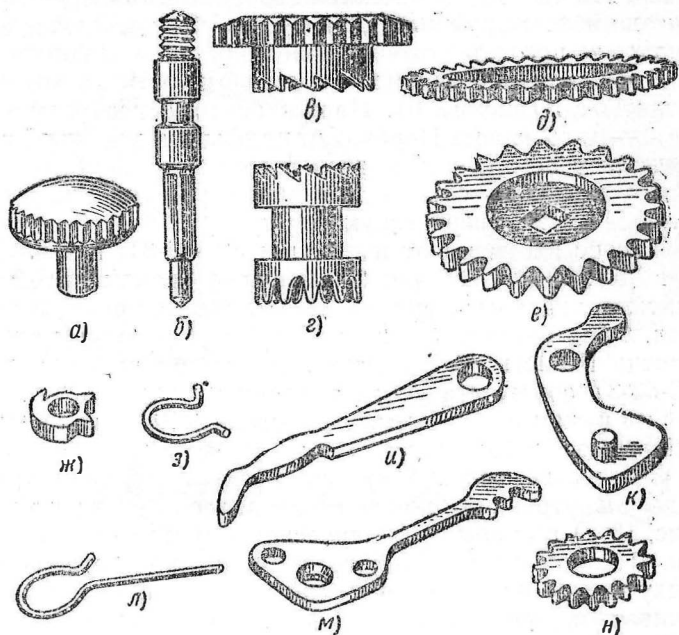


Рис. 13. Детали механизма заводки часов и перевода стрелок (ремонтурара):

*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* — пружина заводного рычага, *м* — фиксатор, *н* — переводное колесо

может быть покрыта хромом или золотом. По окружности заводной головки выполнена специальная зубчатая накатка для удобства при заводе часов и переводе стрелок.

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

Заводной вал (рис. 13, *б*) изготавливается из стали У7АВ с последующей термообработкой или из нержавеющей

ющей стали ЭИ-474. Вал имеет цилиндрическую и граненую части.

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

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

На квадратную часть вала надевается кулачковая муфта, на цилиндрическую часть — заводной триб.

Заводной триб (рис. 13, в) изготавливается из стали У10А с последующей термообработкой. Заводной триб имеет модульные и косые зубья.

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

Кулачковая муфта (рис. 13, г) изготавливается 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.

Заводное колесо (рис. 13, д) изготавливается из стали У10А с последующей закалкой. По наружной части колеса расположены зубья. Конструкция заводных колес, в зависимости от модели часов, может быть различной. Чаще всего заводное колесо крепится при помощи специальной накладки, 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 лущают, а фаску колеса полируют. Лучевание — нанесение рисок в виде лучей на поверхность часовой детали.

Барабанное колесо (рис. 13, е) изготавливается из стали У10А с последующей термообработкой. Лицевую плоскость колеса лущают, а фаску полируют. Бара-

банное 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.

Собачка (рис. 13, ж) изготавливается из стали У10А с последующей термообработкой и полируется.

Собачка имеет отверстие, при помощи которого она устанавливается на колонку барабанного моста и привертывается 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 заводе она отходит в сторону. После заводки пружины собачка поворачивается под действием пружинки и зуб собачки входит между зубьями барабанного колеса, не давая ему вращаться.

Пружинка собачки (рис. 13, з) изготавливается 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.

Заводной и переводной рычаги (рис. 13, и, к) изготавливают из стали У10А.

Заводной рычаг своим цилиндрическим отверстием устанавливается на специальный штифт, расположенный в платине с циферблатной стороны, «носик» заводного рычага располагается в специальной выточке кулачковой муфты. Пружинка заводного рычага (рис. 13, л) прижимает его к кулачковой муфте.

Переводной рычаг устанавливается на ось переводного рычага. Конец переводного рычага находится в выточке заводного вала.

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

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

Фиксатор (рис. 13, м), или мост ремонтара, изготовляют 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 крепится двумя винтами.

Переводные колеса (рис. 13, н) изготовляются из стали У10А с последующей термической обработкой. По наружному диаметру колес расположены модульные зубья. Колеса устанавливаются на специальные колонки, расположенные в платине. Для уменьшения трения переводных колес о платину на ней делают специальные кольцевые выступы. Для уменьшения трения переводных колес на колонках отверстия 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. 14, а) изготовляют 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 надевается на длинную цапфу центрального триба. Обжимая проточку триба кусачками, создают фрикционное соединение триба минутной стрелки с центральным трибом. Такое соединение позволяет ему поворачиваться относи-

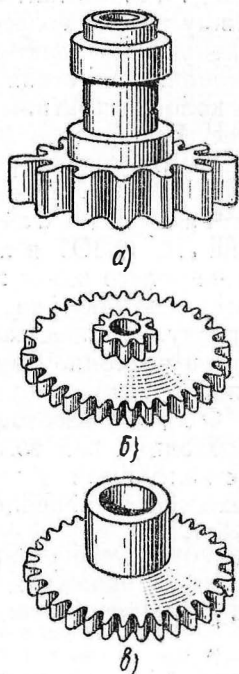


Рис. 14. Детали стрелочного механизма:

а — триб минутной стрелки, б — узел минутного колеса, в — часовое колесо

тельно 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.

Узел минутного (вексельного) колеса (рис. 14, б) состоит из триба и колеса, жестко связанных между собой. Колесо изготавливают из латуни ЛС-63-30Т и покрывают тонким слоем золота или никеля. Триб изготавливают из стали У7АВ. 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. 14, в) изготавливают из латуни ЛС-63-30Т и покрывают тонким слоем золота. Часовое колесо имеет зубчатый венец и гладкую цилиндрическую втулку, на которую плотно надевают часовую стрелку. Часовое колесо имеет цилиндрическое отверстие и свободно надевается на цилиндрические направляющие триба минутной стрелки.

Фольгу 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.

#### 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 часовая механизм и каково их назначение?

## ГЛАВА II

### 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. 15) 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 промежуточного колеса 8 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 вексельное колесо 23 и триб вексельного 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 вексельное колесо 23, триб 24, часовое колесо 26

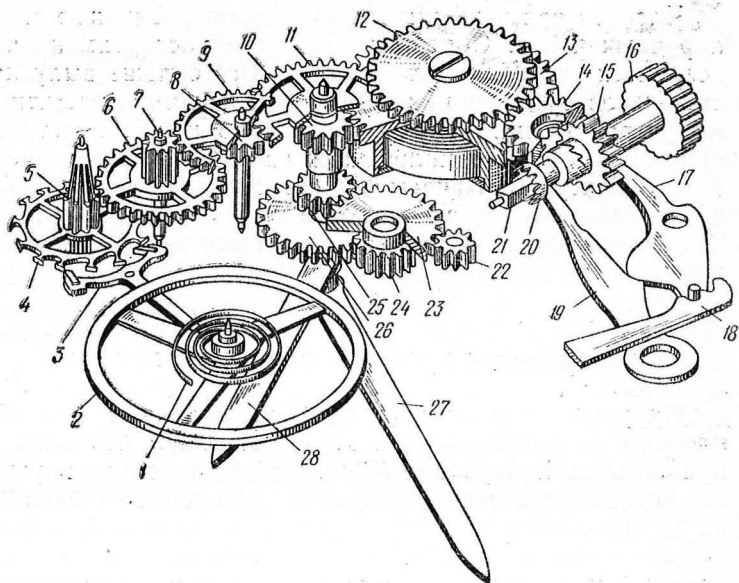


Рис. 15. Кинематическая схема наручных часов малого калибра без секундной стрелки:

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—центральное колесо, 12—барабанное колесо, 13—барабан, 14—заводное колесо, 15—заводной триб, 16—заводная головка, 17—переводной рычаг, 18—фиксатор, 19—заводной рычаг, 20—кулачковая муфта, 21—заводной вал, 22—переводное колесо, 23—вексельное колесо, 24—триб вексельного колеса, 25—триб минутной стрелки, 26—часовое колесо, 27—минутная стрелка, 28—часовая стрелка

и триб минутной стрелки 25 движение передается на часовую 28 и минутную 27 стрелки.

На рис. 16 представлена кинематическая схема особо плоских часов «Полет» (модель 2200) нормального калибра с высотой механизма 1,85 мм без секундной стрелки. Механизм этих часов работает аналогично механизму наручных часов малого калибра, описанных выше.



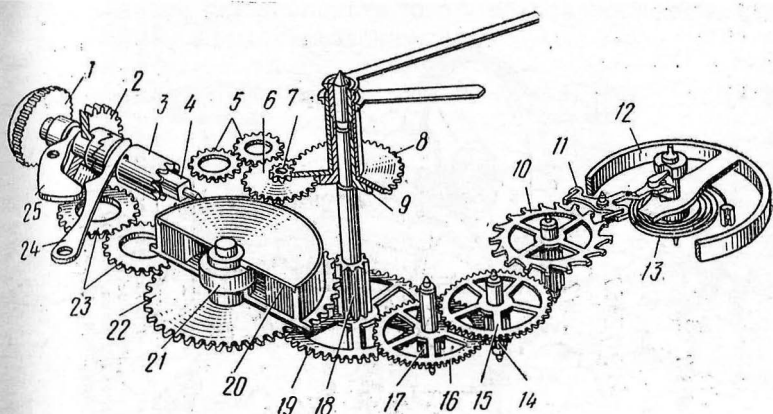


Рис. 16. Кинематическая схема плоских наручных часов нормального калибра без секундной стрелки:

1— заводная головка, 2— заводной триб, 3— кулачковая муфта, 4— заводной вал, 5 — переводные колеса, 6 — веckсельное колесо, 7— триб веckсельного колеса; 8— часовое колесо, 9— триб минутной стрелки, 10— анкерное колесо, 11— анкерная вилка, 12— баланс, 13— спираль, 14— триб секундного колеса, 15— секундное колесо, 16 — промежуточное колесо, 17 — триб промежуточного колеса, 18— триб центрального колеса, 19— центральное колесо, 20— барабан с заводной пружиной, 21— вал барабана, 22— барабанное колесо, 23— заводные колеса, 24— заводной рычаг, 25— переводной рычаг

## § 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. 17) 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 колебания. На триб 7 центрального колеса фрикционно насажен триб 19 с минутной стрелкой 17. С триба минутной стрелки через веckсельное колесо 21 и его триб движение передается часовому колесу



18 с часовой стрелкой. Для того чтобы завести часы, надо вращать заводную головку.

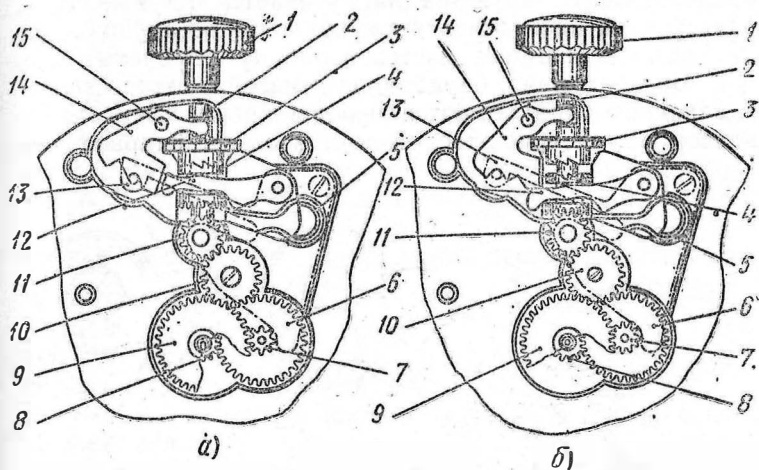


Рис. 18. Схема механизма заводки (а) и перевода стрелок (б) наручных часов с боковой секундной стрелкой:

1—заводная головка, 2—заводной вал, 3—заводной триб, 4—кулачковая муфта, 5—пружина заводного рычага, 6—вексельное колесо, 7—триб вексельного колеса, 8—триб минутной стрелки, 9—часовое колесо, 10, 11—переводные колеса, 12—заводной рычаг, 13—фиксатор, 14—переводной рычаг, 15—ось переводного рычага

Заводная головка 1 (рис. 18, 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 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. 19). Вал барабана

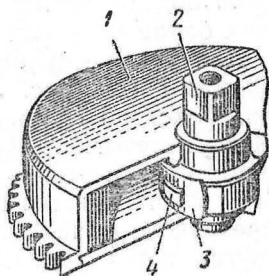


Рис. 19. Крепление внутреннего конца пружины на валу барабана:

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

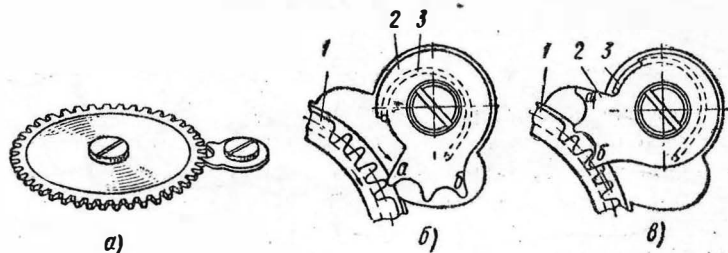


Рис. 20. Стопорное устройство (собачка):

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

движению в обратную сторону препятствует стопорное устройство (рис. 20).

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.

Для установки стрелок нужно вытянуть заводную головку 1 (см. рис. 18, 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 пазу 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 переводные колеса 11 и 10, вексельное колесо 6 и триб минутной стрелки 8 движение передается минутной стрелке. Триб минутной стрел-

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

На рис. 21 изображена, так называемая, прямая кинематическая схема наручных часов нормального калиб-

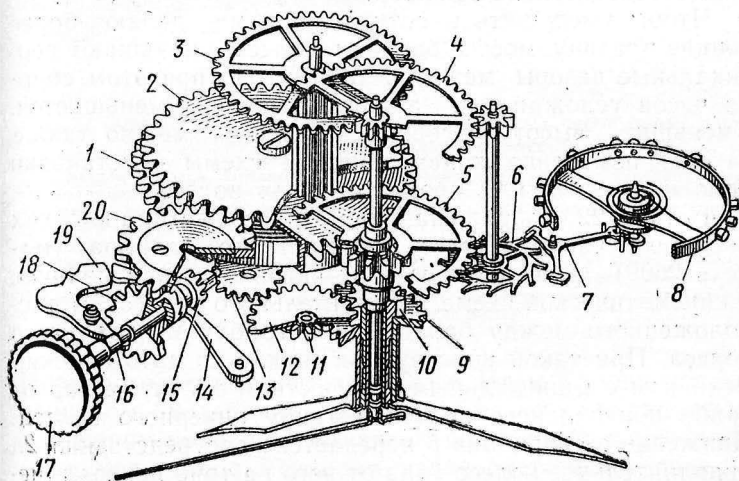


Рис. 21. Кинематическая схема наручных часов нормального калибра с центральной секундной стрелкой:

1 — барабан, 2 — барабанное 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

ра 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 вексельное колесо 12 и триб вексельного 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 кинематической схемы — установки дополнительных или промежуточных колес.

На рис. 22 изображена кинематическая схема плоских наручных часов «Полет» нормального калибра (модель 2609). Особенностью этих часов является наличие в кинематической схеме дополнительного колеса 23, расположенного между барабаном и трибом центрального колеса. При такой конструкции можно создать плоский механизм с минимальным количеством зубчатых пар от триба центрального колеса к трибу анкерного колеса. Движение от барабана 6 передается непосредственно на дополнительное колесо 23, а от него на триб центрального колеса 12. Далее движение передается так же, как и в прямой кинематической схеме часов с центральной секундной стрелкой.

На рис. 23 изображена кинематическая схема наручных часов нормального калибра (модель 2609Н). Особенностью этих часов является короткая кинематическая

схема, состоящая из 4 зубчатых пар; заводная пружина с S-образным креплением, увеличивающая продолжительность хода часов от одной полной заводки; баланс безвинтовой с плоской спиралью, внутренний конец которой закрепляется в уравновешенной колодке, а паружный — в колонке спирали. Колонка спирали поворотная.

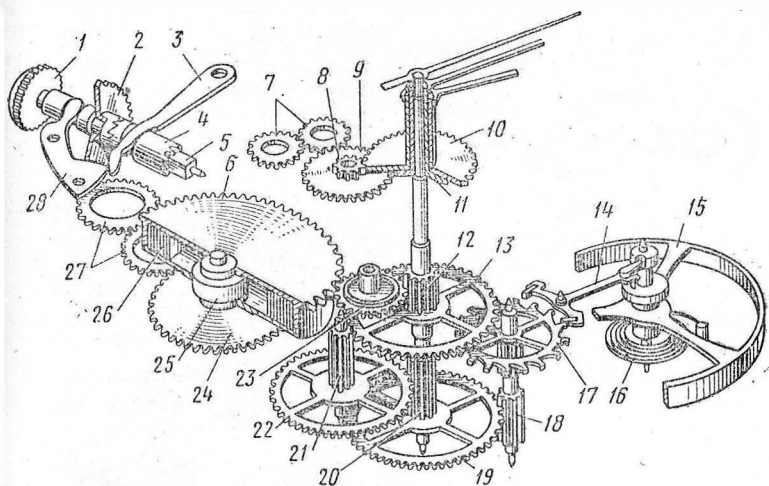


Рис. 22 Кинематическая схема плоских наручных часов нормального калибра с дополнительным колесом:

1—заводная головка, 2—заводной триб, 3—заводной рычаг, 4—кулачковая муфта, 5—заводной вал, 6—барабан, 7—переводные колеса, 8—триб вексельного колеса, 9—вексельное колесо, 10—часовое колесо, 11—триб минутной стрелки, 12—триб центрального колеса, 13—центральное колесо, 14—анкерная вилка, 15—баланс, 16—спираль, 17—анкерное колесо, 18—триб анкерного колеса, 19—секундное колесо, 20—триб секундного колеса, 21—триб промежуточного колеса, 22—промежуточное колесо, 23—дополнительное колесо, 24—барабанное колесо, 25—вал барабана, 26—заводная пружина, 27—заводные колеса, 28—переводной рычаг

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 (см. рис. 21).

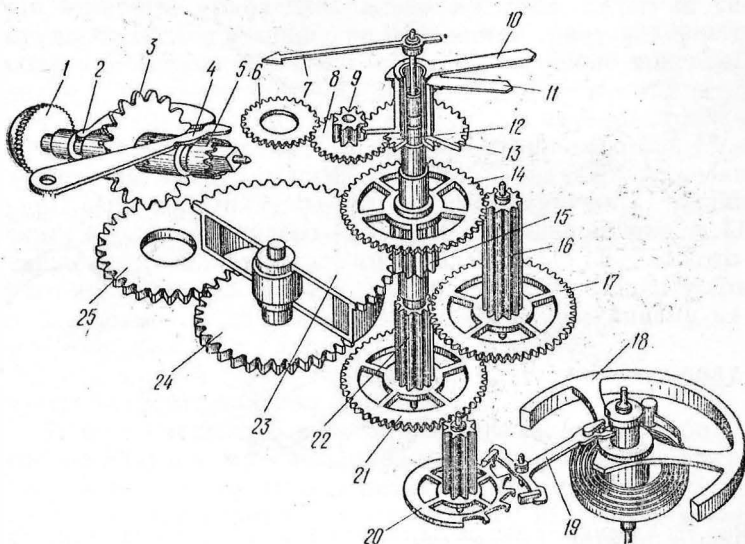


Рис. 23. Кинематическая схема наручных часов нормального калибра:

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— баланс, 19— анкерная вилка, 20— анкерное колесо с трибом, 21— секундное колесо, 22— триб секундного колеса, 23— барабан, 24— барабанное колесо, 25— заводное колесо

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. 24). 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

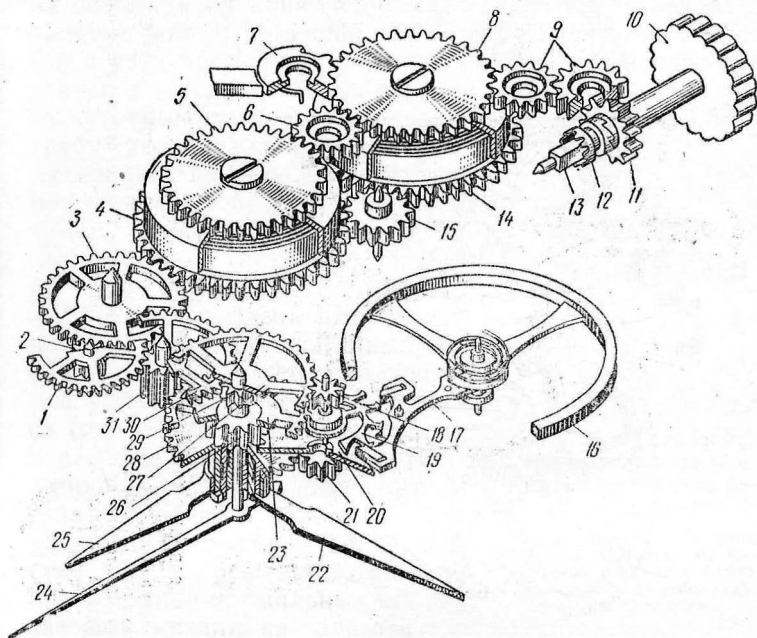


Рис. 24. Кинематическая схема плоских наручных часов нормального калибра с двумя барабанами:

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— вехсельное колесо, 21— триб вехсельного 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

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.

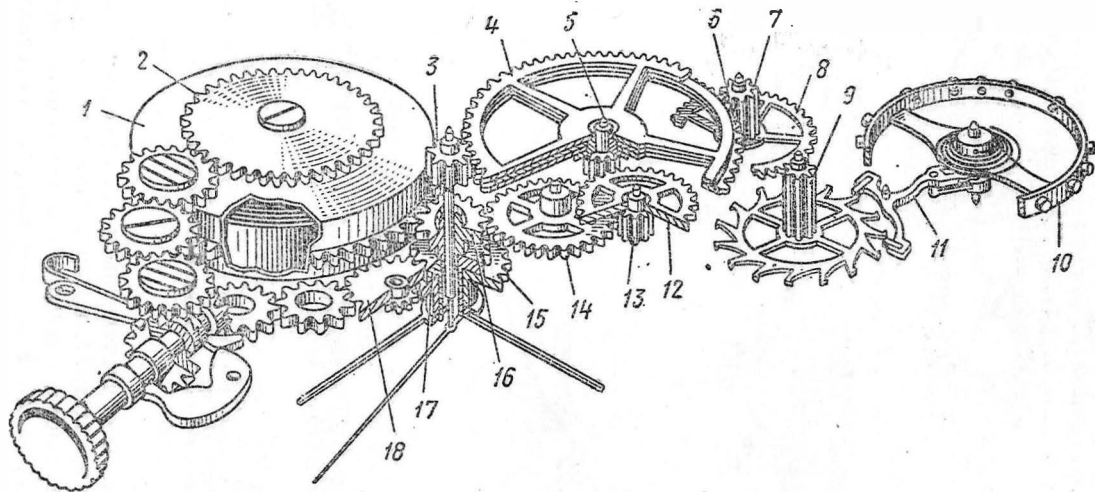


Рис. 25. Кинематическая схема плоских наручных часов нормального калибра:

1— барабан, 2— барабанное колесо, 3— центральный секундный триб, 4— промежуточное колесо, 5— триб промежуточного колеса, 6— промежуточное колесо (свободное), 7— секундный триб, 8— секунднсе 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— центральный триб, 17— триб минутной стрелки, 18— вехсельное колесо

На рис. 25 изображена кинематическая схема часов модели 2209.

Для создания такого плоского механизма использована специальная кинематическая схема, в которой центральное 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 того, исключена импульсная часть двойного ролика, а импульсный камень запрессован непосредственно в перекладине баланса (рис. 26). 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. В то время как высота механизма часов «Полет» (модель 2409) с центральной секундной стрелкой равна 4,3 мм.

Движение от барабана 1 (см. рис. 25) 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 секундному 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.

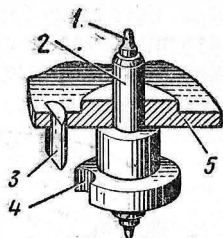


Рис. 26. Расположение импульсного камня в перекладине баланса:

1— цапфы оси баланса, 2— ось баланса, 3— импульсный камень, 4— паз для копыя, 5— перекладина на баланса

На центральный триб со стороны циферблата насажен триб 17 с минутной стрелкой. От триба минутной стрелки движение передается на часовое колесо через вексельное 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.

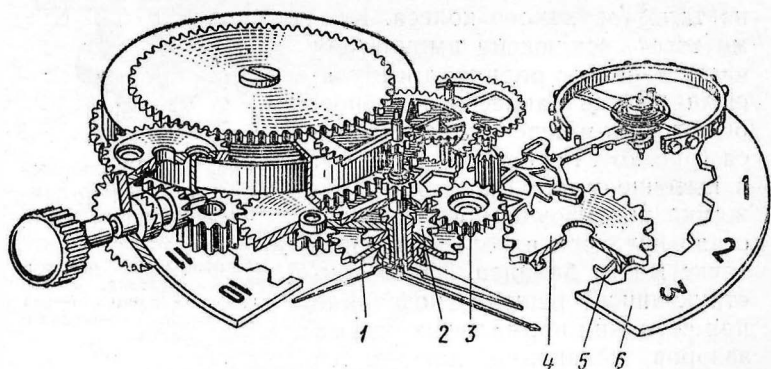


Рис. 27. Схема часов с календарным устройством затяжного действия с показанием чисел месяца в окошке циферблата:

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

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

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

Более сложными являются календарные устройства, показывающие одновременно две или более календарные позиции. 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.

Календарное устройство затяжного действия (рис. 27) 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 отношение календарного устройства  $u$  подсчитывается по формуле

$$u = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_2}{z_3} \cdot \frac{1}{z_4} = \frac{19}{19} \cdot \frac{19}{38} \cdot \frac{1}{31} = \frac{1}{62},$$

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.

Цифровой календарь часов «Восток» модели 2214 (рис. 28) 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 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

$$u = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{1}{z_3} = \frac{24}{48} \cdot \frac{1}{31} = \frac{1}{62}.$$

В некоторых часах устанавливают календарное устройство со стрелочным указателем числа месяца (рис. 29). На трубку часового колеса 3 напессовано первое колесо календаря 4, которое входит в зацепление со вторым колесом календаря 1.

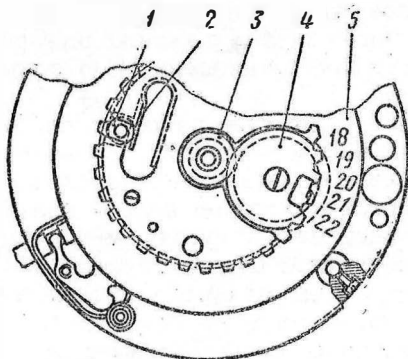


Рис. 28. Схема цифрового календарного устройства часов «Восток» модели 2214:

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

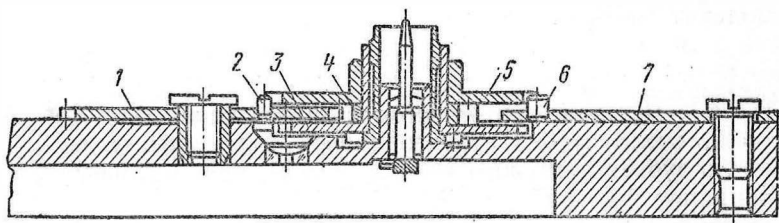


Рис. 29. Схема календарного устройства со стрелочным указателем:

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

Штифт 2, укрепленный на втором колесе календаря, входит в зацепление с колесом стрелки 5. Передаточное отношение этого устройства определяется по формуле

$$u = \frac{19}{38} \cdot \frac{1}{31} = \frac{1}{62},$$

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 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. Для лучшей видимости показаний календаря стекла таких часов делают с круглой или квадратной увеличивающей линзой.

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

Большое распространение получили конструкции календарного устройства мгновенного действия (рис. 30). 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 торцевую 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. 31 представлена кинематическая схема календарного устройства мгновенного действия, где вместо кулачка применен рычаг. На втулку 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

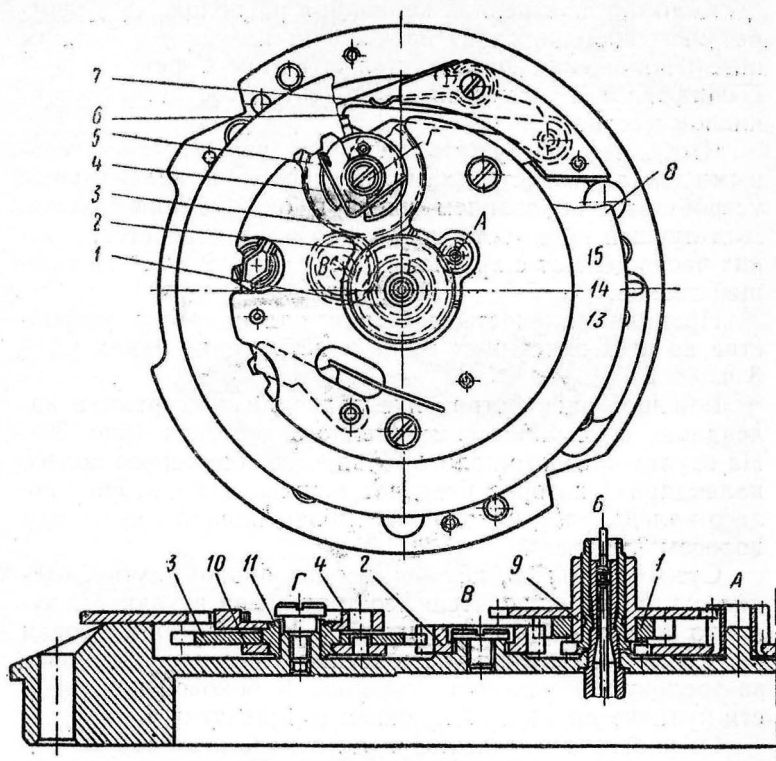


Рис. 30. Схема календарного устройства мгновенного действия:

1 — первое колесо календаря, 2 — второе колесо календаря, 3 — суточное колесо, 4 — шайба, 5, 7 — пружина, 6 — толкатель, 8 — диск календаря, 9 — часовое колесо, 10 — кулачок, 11 — втулка

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 рычага 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. 32 изображена кинематическая схема календарного устройства мгновенного действия часов модели 2414 «Слава».

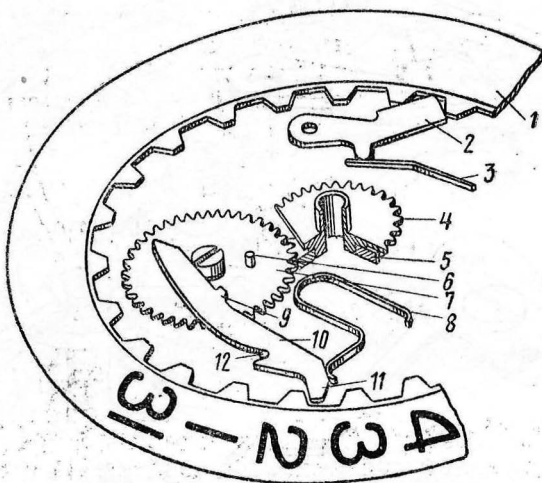


Рис. 31. Кинематическая схема календарного устройства мгновенного действия:

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

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 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 7 на один зуб — происходит смена даты календаря. Фиксатор 11 с помощью пружины 10 фиксирует положение числового кольца.

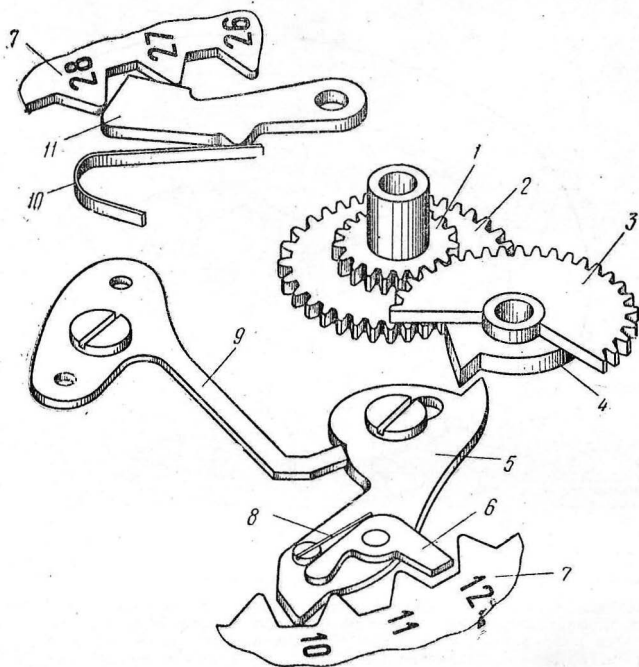


Рис. 32. Кинематическая схема календарного устройства часов модели 2414:

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

На рис. 33 представлена кинематическая схема двойного календарного устройства мгновенного действия. Календарное устройство показывает числа месяца и дни недели. 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.

чателем 11, жестко связанными между собой. На кулачке 10 имеется штифт 15, входящий в паз суточного колеса. Поворачиваясь, суточное колесо через штифт поворачивает кулачок 10, по которому по кривой кулачка скользит толкатель 12, прижимаемый пружиной 13.

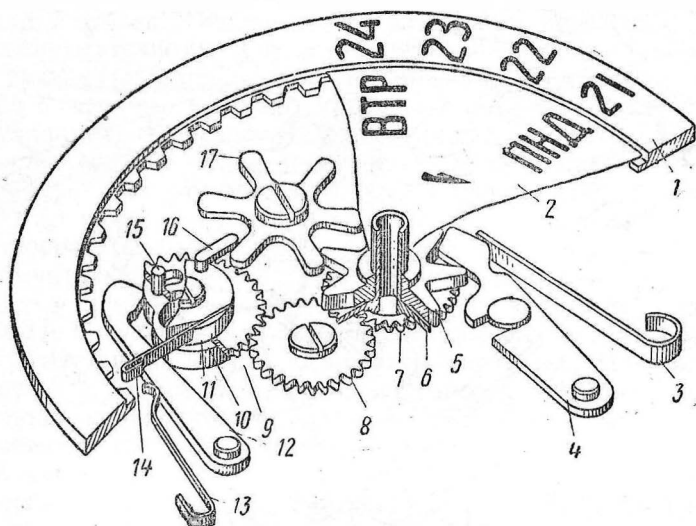


Рис. 33. Кинематическая схема двойного календарного устройства мгновенного действия:

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

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 паза 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 не-

дели 5, жестко связанную с диском дней недели 2 и происходит мгновенная смена показаний дней недели календаря. Фиксатор 4 с помощью пружины 3 регистрирует положение звездочки 5.

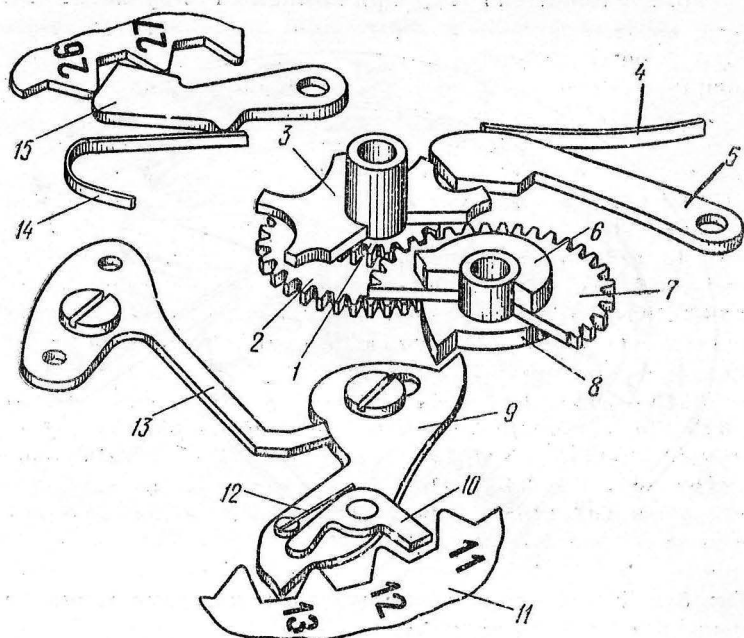


Рис. 34. Кинематическая схема двойного календарного устройства часов 2428 «Слава»:

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— пружина переключателя, 14— пружина фиксатора, 15— фиксатор

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 возвратит на цифру 12. При этом произойдет смена даты.

На рис. 34 изображена кинематическая схема двойного календарного устройства смешанного действия часов модели 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 7 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 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, — происходит смена даты. Одновременно с кулачками палец 6 входит во взаимодействие с зубом звездочки 3, 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. 35 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 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 6, 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.

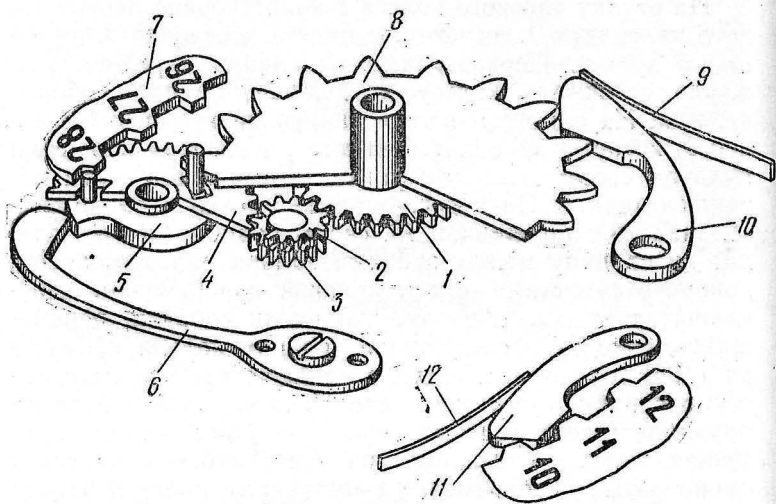


Рис. 35. Кинематическая схема двойного календарного устройства часов 2427 «Восток»:

*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

На рис. 36 изображена кинематическая схема двойного календарного устройства часов модели 2627Н «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 *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

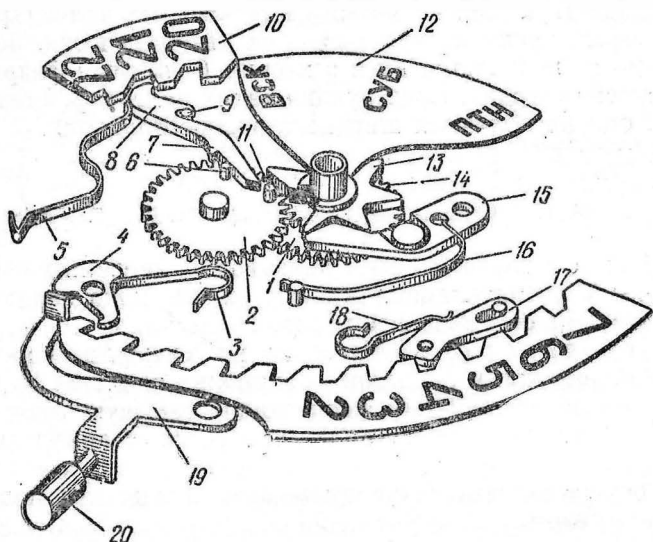


Рис. 36. Кинематическая схема двойного календарного устройства часов 2627Н «Полет»:

1— первое колесо календаря, 2— второе колесо календаря, 3— пружинка собачки корректора, 4— собачка корректора, 5— пружинка, 6, 9, 11— штифты, 7— упорный выступ, 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

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 зацепления 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. 37 представлена схема механизма автоматического подзавода пружины наручных часов.





Рис. 37. 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:

$$f_k = 0,001 - 0,01$$

$$f_c = 0,1.$$

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

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

Узел переключателя состоит из 2-х 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. 44) состоит из 2-х реверсивных муфт. Каждая муфта состоит 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  $\approx 6-7^\circ$ .

Редуктор — зубчатая передача (колеса и трибы механизма подзавода), передающая вращение на вал барабана.

Отключающее устройство (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 состоит из двух барабанных колес — верхнего и нижнего (см. рис. 38), между которыми помещены две трехлепестковые пластинчатые пружинки с отогнутыми концами: у верхней —верху и у нижней — книзу. Барабанные колеса свободно одеты на вал барабана, а пружинки одеты 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 нижней 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 впадины зубьев храповика, передавая движение на вал барабана. При холостом ходе собачки, поворачиваясь, проскальзывают по зубьям храпового колеса (см. рис. 42).

Могут быть и другие конструктивные решения узла.

**Пружинный двигатель** — 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 подзаводом пружины.

На рис. 38 изображена кинематическая схема механизма часов (модель 2415) с автоматическим подзаводом 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 вмес-

те с центральным трибом. На конце триба 20 укреплена 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.

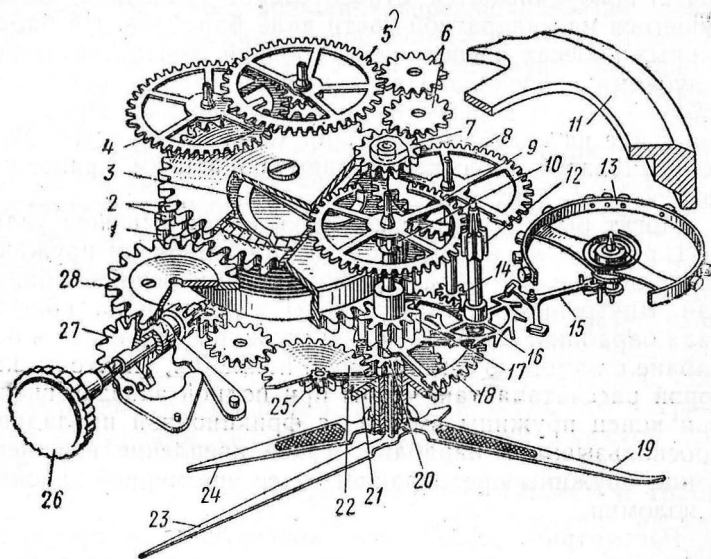


Рис. 38. Кинематическая схема наручных часов нормального калибра с автоматическим подзаводом пружины:

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 — вексельное колесо, 23 — секундная стрелка, 24 — часовая стрелка, 25 — триб вексельного колеса, 26 — заводная головка, 27 — заводной триб, 28 — заводное колесо

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.

Передаточный механизм сконструирован таким образом, что двустороннее вращение инерционного сектора преобразуется в одностороннее вращение вала барабана. Это достигается специальным переключателем. Узел переключателя (рис. 39) 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

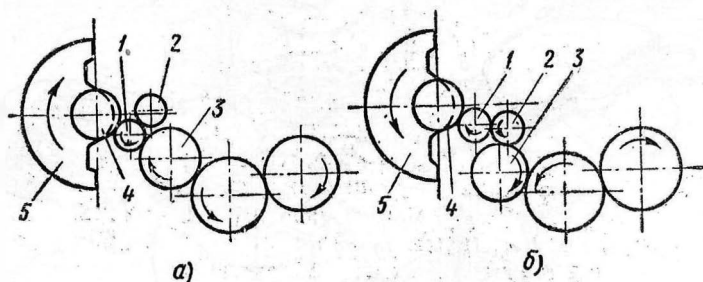


Рис. 39. Схема узла переключателя:

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

вращает колесо 1 против часовой стрелки, в результате чего переключатель с колесами 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. 38). Это бывает необходимо, когда часы лежат неподвижно или когда их владелец малоподвижен. В этом случае через за-

водной триб 27 и заводное колесо 28 движение от заводной головки передается на нижнее барабанное колесо 2 и на вал барабана.

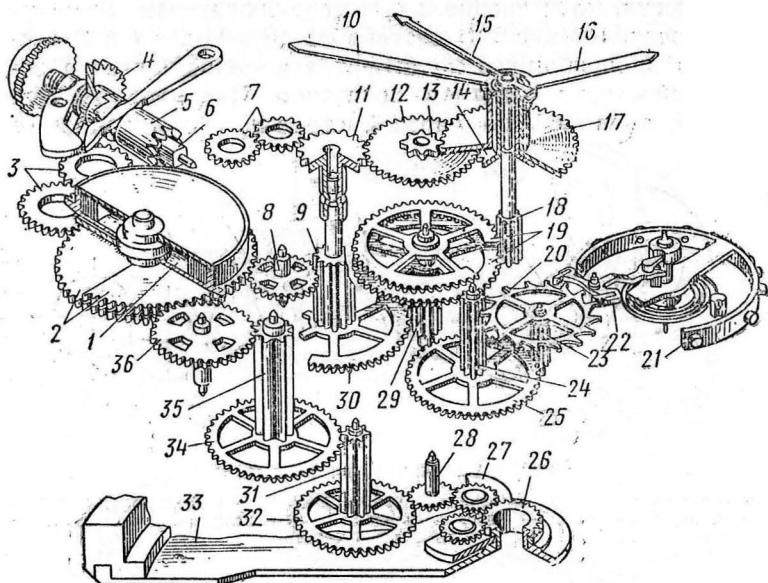


Рис. 40. Кинематическая схема плоских наручных часов нормального калибра с автоматическим подзаводом пружины:

1 — барабан, 2 — барабанные колеса, 3 — заводные колеса, 4 — заводной триб, 5 — кулачковая муфта, 6 — заводной вал, 7 — переводные колеса, 8 — дополнительное колесо, 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 подзавода, 29 — триб промежуточного колеса, 30 — передаточное колесо, 31, 35 — трибы колес подзавода, 32, 34, 36 — колеса подзавода, 33 — инерционный сектор

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 —верху, у нижней — книзу. Барабанные колеса с внутренней стороны имеют храповые зубья. При заводке часов отогнутые концы пружинков входят в зацепление с храпо-

выми зубьями барабанных колес и передают движение валу барабана.

На рис. 40 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

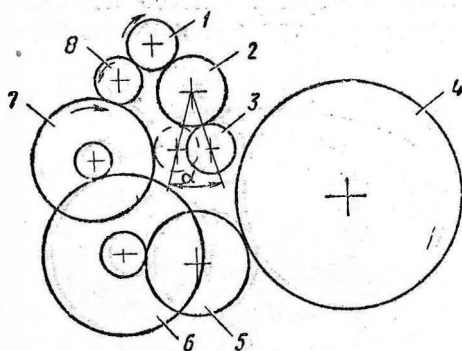


Рис. 41. Схема узла переключателя:

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

подзавода размещены на платине под отдельным мостом, не выступающим над остальными мостами.

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

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. 41. Работает он следующим образом.

Инерционный сектор, вращаясь против часовой стрелки, своим трибом 2 приводит в движение колесо 1 переключателя, далее через передаточное колесо 8 движение





вой 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, про-скальзывают 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 размещаются несколько колес.

В этой конструкции часов (см. рис. 40) 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 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, анкерное колесо, 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 барабанному колесу 2.

На рис. 43 представлена кинематическая схема механизма часов (модель 2615) с автоматическим подзаводом пружины. Схема основного механизма аналогична схеме плоских наручных часов нормального калибра с дополнительным колесом (см. рис. 22). Отличительной особенностью данной модели часов с автоподзаводом является шарикоподшипниковая опора инерционного сектора и наличие реверсивного устройства с муфтами свободного хода.

Ось вращения инерционного сектора расположена в центре механизма и инерционный сектор может совершать вращение как по часовой стрелке, так и против нее. При вращении инерционного сектора его триб 28 передает движение на первый триб подзавода 29, от него движение передается на первое колесо реверсивной муфты 30, которое входит в зацепление со вторым колесом реверсивной муфты 26. Схема реверсивного устройства с муфтами свободного хода представлена на рис. 44. Колеса реверсивных муфт связаны с трибами 27

и 31 через собачки и чашки муфт. При вращении инерционного сектора 32 по часовой стрелке второе колесо реверсивной муфты 26 заклинивается собачками и через

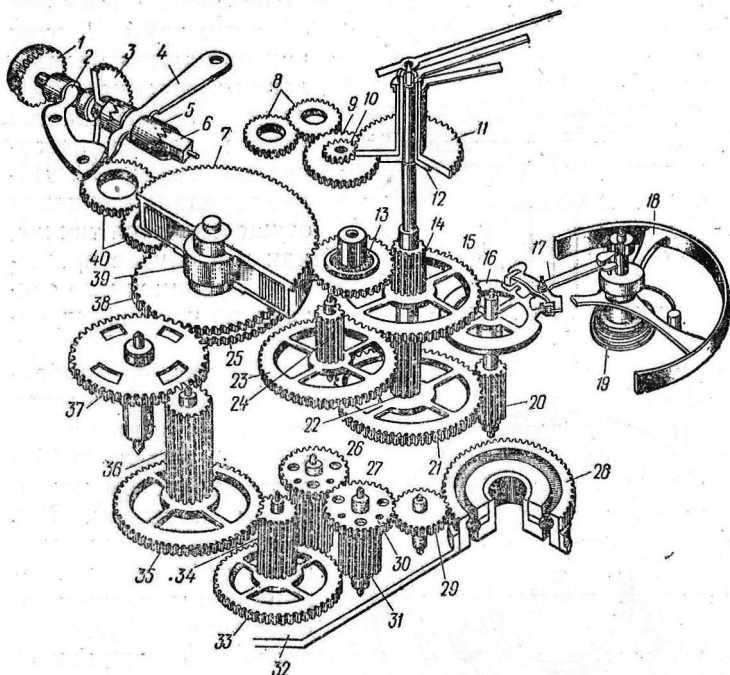


Рис. 43. Кинематическая схема часов нормального калибра с автоматическим подзаводом пружины на шарикоподшипниках:

1 — заводная головка, 2 — переводной рычаг, 3 — заводной триб, 4 — заводной рычаг, 5 — кулачковая муфта, 6 — заводной вал, 7 — барабан, 8 — переводные колеса, 9 — триб вексельного колеса, 10 — вексельное колесо, 11 — часовое колесо, 12 — триб минутной стрелки, 13 — дополнительное колесо, 14 — центральное колесо, 15 — триб центрального колеса, 16 — анкерное колесо, 17 — анкерная вилка, 18 — баланс, 19 — спираль, 20 — триб анкерного колеса, 21 — секундное колесо, 22 — триб секундного колеса, 23 — промежуточное колесо, 24 — триб промежуточного колеса, 25 — нижнее барабанное колесо, 26 — второе колесо реверсивной муфты, 27 — триб второго колеса реверсивной муфты, 28 — триб инерционного сектора, 29 — первый триб подзавода, 30 — первое колесо реверсивной муфты, 31 — триб первого колеса реверсивной муфты, 32 — инерционный сектор, 33 — второе колесо подзавода, 34 — триб второго колеса подзавода, 35 — третье колесо подзавода, 36 — триб третьего колеса подзавода, 37 — четвертое колесо подзавода, 38 — верхнее барабанное колесо, 39 — вал барабана, 40 — заводные колеса

чашку, жестко связанную с трибом, вращает его. От триба второго колеса реверсивной муфты 27 движение передается на второе колесо подзавода 33, далее через триб 34 на третье колесо подзавода 35 и через его триб 36 на

четвертое колесо подзавода 37 и далее на нижнее барабанное колесо 25. При вращении инерционного сектора против часовой стрелки движение на механизм подзавода передается через первое колесо реверсивной муфты 30 и его триб 31, так как при таком направлении вращения собачками заклинивается первое колесо реверсивной муфты 30. Далее передача вращения осуществляется так же, как и в случае вращения инерционного сектора по часовой стрелке.

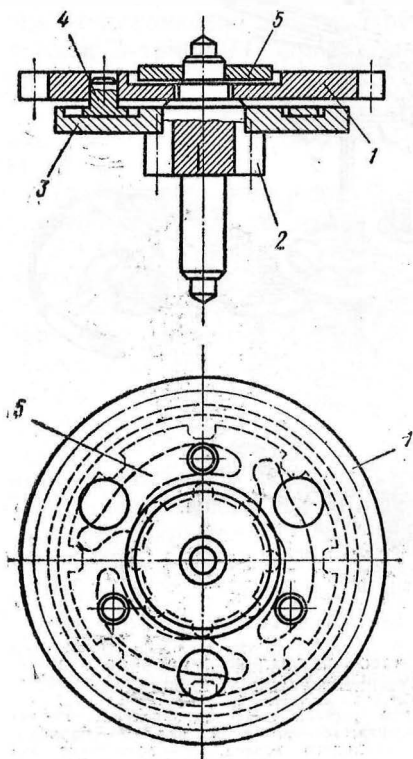


Рис. 44. Конструкция узла муфт свободного хода часов с автоматическим подзаводом пружины:

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

На рис. 45 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 об-

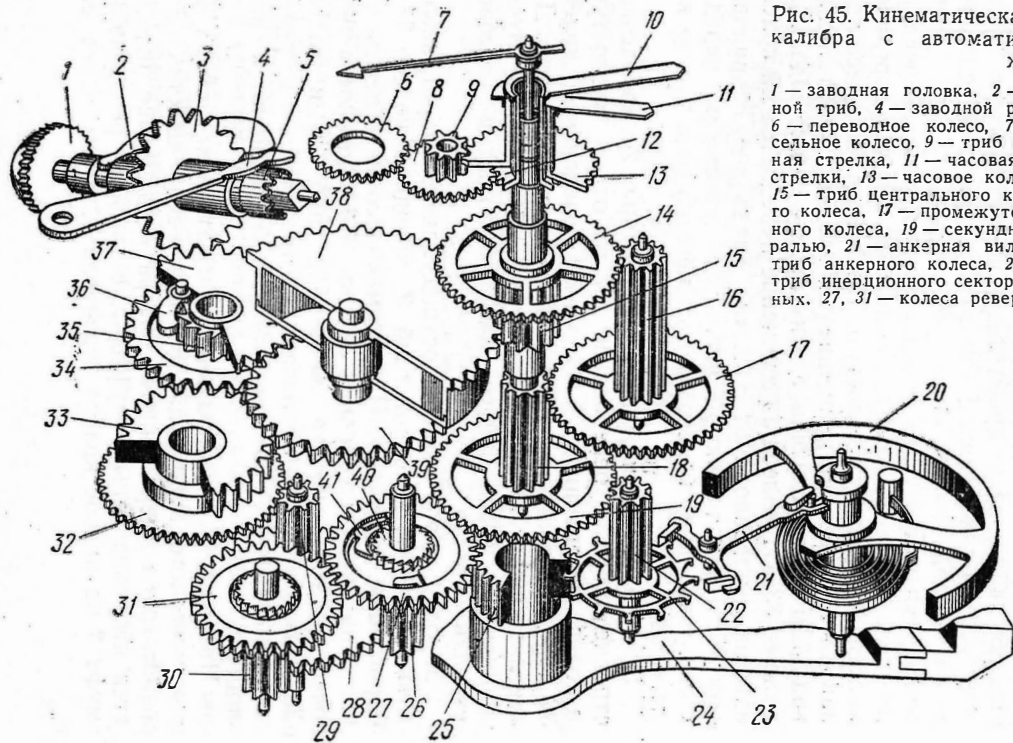


Рис. 45. Кинематическая схема часов нормального калибра с автоматическим подзаводом пружины:

1 — заводная головка, 2 — переводной рычаг, 3 — заводной триб, 4 — заводной триб, 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 со спиралью, 21 — анкерная вилка, 22 — анкерное колесо, 23 — триб анкерного колеса, 24 — инерционный сектор, 25 — триб инерционного сектора, 26, 30 — триб колес реверсивных, 27, 31 — колеса реверсивные, 28 — колесо подзавода первое, 29 — триб первого колеса подзавода, 32 — колесо подзавода второе, 33 — колесо подзавода второе нижнее, 34 — колесо заводное подзавода, 35 — храповик заводного колеса подзавода, 36 — собачка заводного колеса подзавода, 37 — колесо заводное, 38 — барабан, 39 — барабанное колесо, 40 — храповик реверсивной муфты, 41 — собачка реверсивной муфты

разом: 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 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 передается 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 нижнее 33. От колеса 33 движение передается на колесо заводное подзавода 34, 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.

На рис. 46, а изображена кинематическая схема автоматического подзавода пружины часов «Восток».

От триба инерционного сектора 1 движение передается на реверсивные муфты 2, с трибом реверсивных муфт 3 на первое колесо подзавода 4, затем через его

триб 5 движение передается второму колесу подзавода 6 и через его триб 7 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

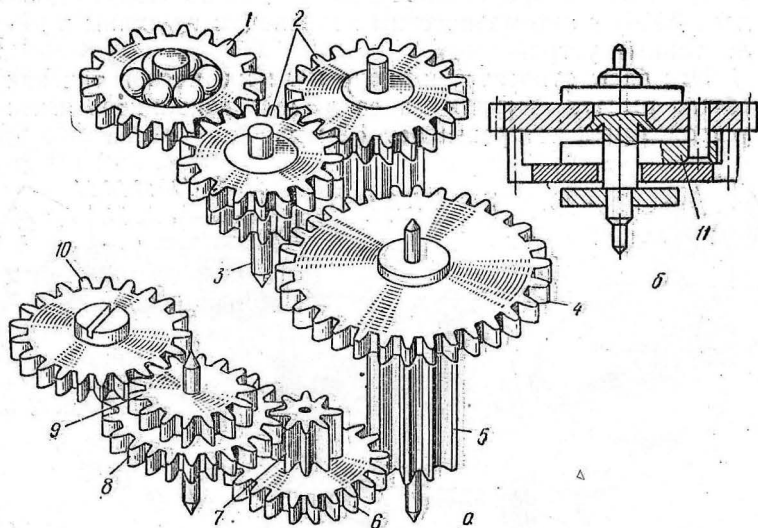


Рис. 46. Кинематическая схема автоматического подзавода пружины часов «Восток»:

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

на третьем колесе подзавода. На рис. 46, 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 вращается триб третьего колеса подзавода, зубья собачки проскакивают 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. 47 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.

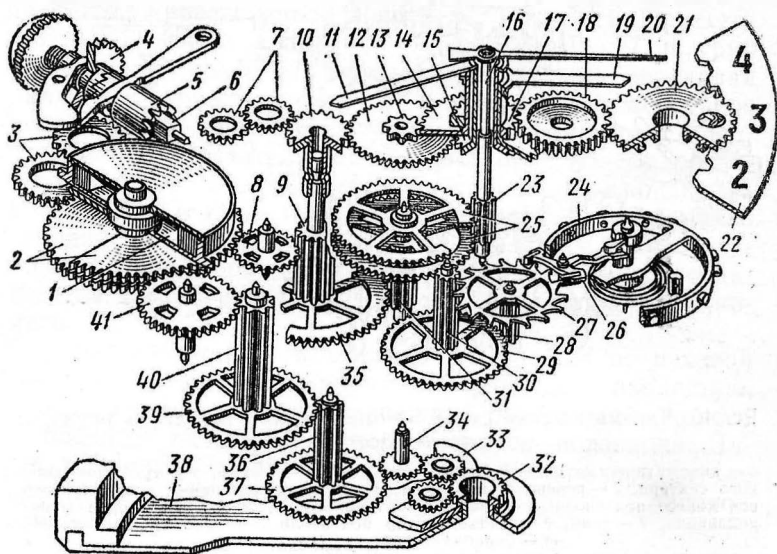


Рис. 47. Кинематическая схема плоских часов нормального калибра с автоматическим подзаводом пружины и календарем:

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 (Диск), 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



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 непосредственно 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 календар-

ного 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, колесо 21 и переводную пружину передает движение календарному колесу 22 (диску), 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 барабанного колеса только в одну сторону.

Автоматический подзавод 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.

## § 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.

Рассмотрим конструкцию и принцип действия наручных часов «Полет» (модель 2612) с сигнальным устройством (рис. 48). Часы состоят из двух самостоятельных механизмов: часового и сигнального, которые расположены на одной пластине.

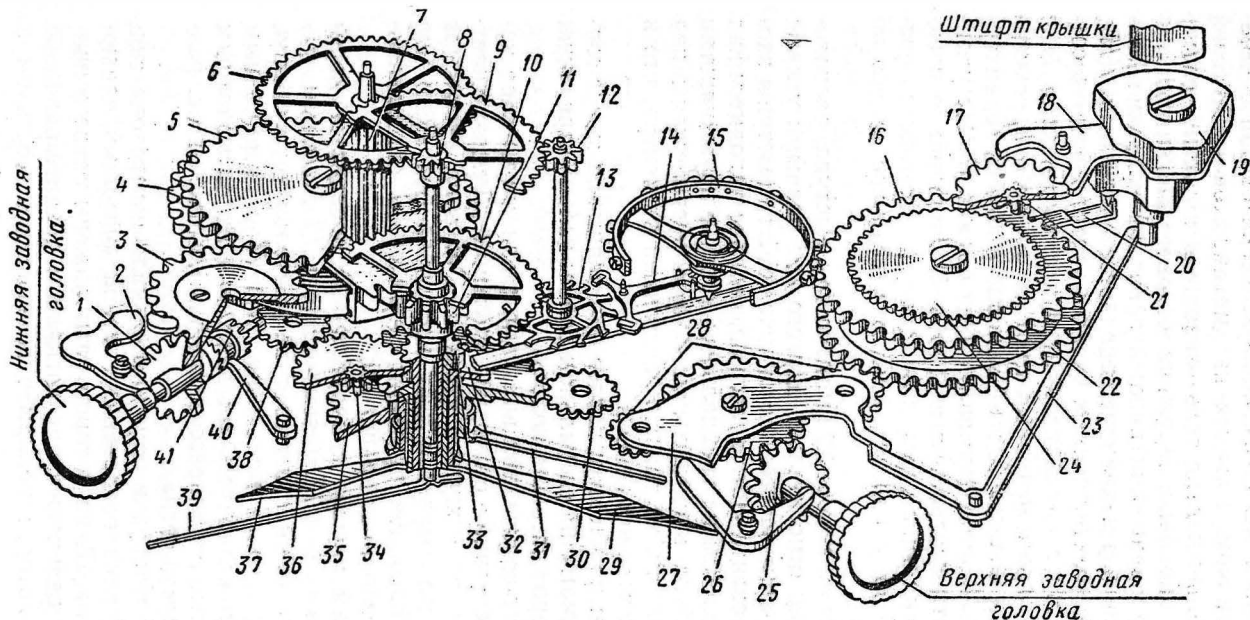


Рис. 48. Кинематическая схема наручных часов нормального калибра с сигнальным устройством:

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 сигнального механизма, 17 — колесо боя, 18 — якорь, 19 — молоток 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 — сигнальная стрелка, 32 — часовое колесо, 33 — триб минутной стрелки, 34 — триб вкельного колеса, 35 — сигнальное колесо, 36 — вкельное колесо, 37 — часовая стрелка, 38 — переводное колесо, 39 — секундная стрелка, 40 — заводной рычаг, 41 — кулачковая муфта

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 качающийся мостик 27, на котором расположены левое и правое колеса переключателя сигнала и среднее заводное колесо 26, которое прикрито 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 будет 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 будет вращаться заводной вал и кулачковая муфта 41, которая косыми зубьями соединится с заводным трибом 1. Триб передаст движение заводному колесу 3 и далее

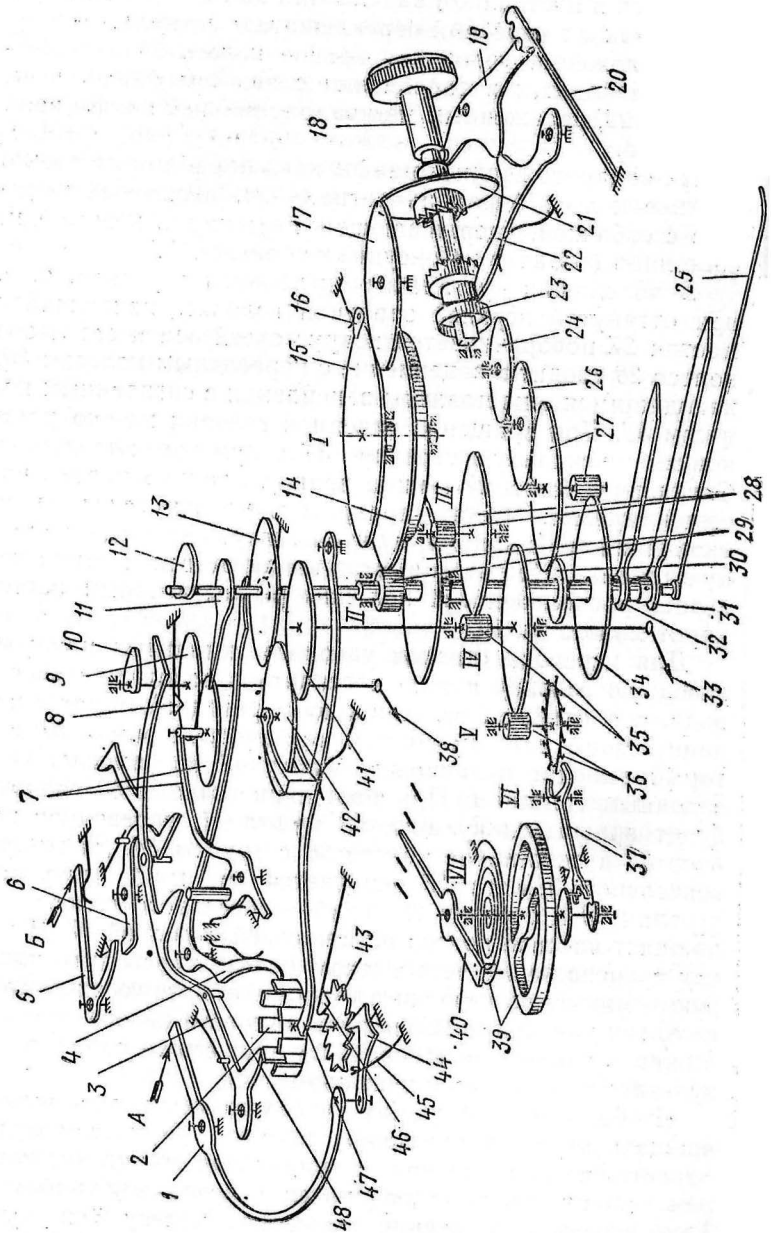


Рис. 49. Кинематическая схема наручных часов нормального калибра с секундомером.

1 — основной рычаг, 2 — колонное колесо, 3 — двойной молоток со штифтом, 4 — тормоз, 5 — рычаг молотка, 6 — рычаг сброса, 7 — колесо включения счетчика, 8 — фиксатор счетчика, 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 — секундная стрелка секундомера, 26 — переводное колесо, 27 — вексельное 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 — гравлусник, 41 — секундное 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

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. 49 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 секундо-

мер 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 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



Рис. 50. ●Общий вид механизма часов с секундомером со стороны секундомерного устройства

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. Общий вид механизма часов со стороны секундомерного устройства представлен на рис. 50.

На циферблате наручных часов с секундомером (рис. 51) 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 измеряется в км/ч; а расстояние — в км.



Рис. 51. Общий вид часов с секундомером со стороны циферблата

#### § 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. 52) состоит из чашеобразного экрана 1 и циферблата 2, изготовленных из магнитномягких 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 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:

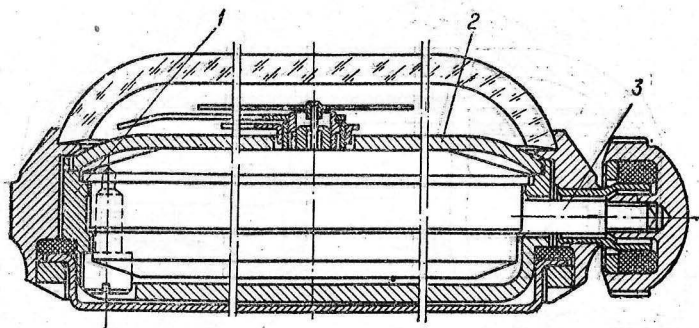


Рис. 52. Экранирующее устройство антимагнитных часов:

1 — экран, 2 — циферблат, 3 — заводной вал

между крышкой и корпусным кольцом, между стеклом и корпусным кольцом и между заводной головкой и корпусным кольцом.

ГОСТ на наручные часы предусматривает несколько видов корпусов: обычные, пылезащитные, водозащитные и 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 пылезащитных, водозащитных и водонепроницаемых наручных часов делают герметизированными. Известно много конструкций защитных корпусов.

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. 53).

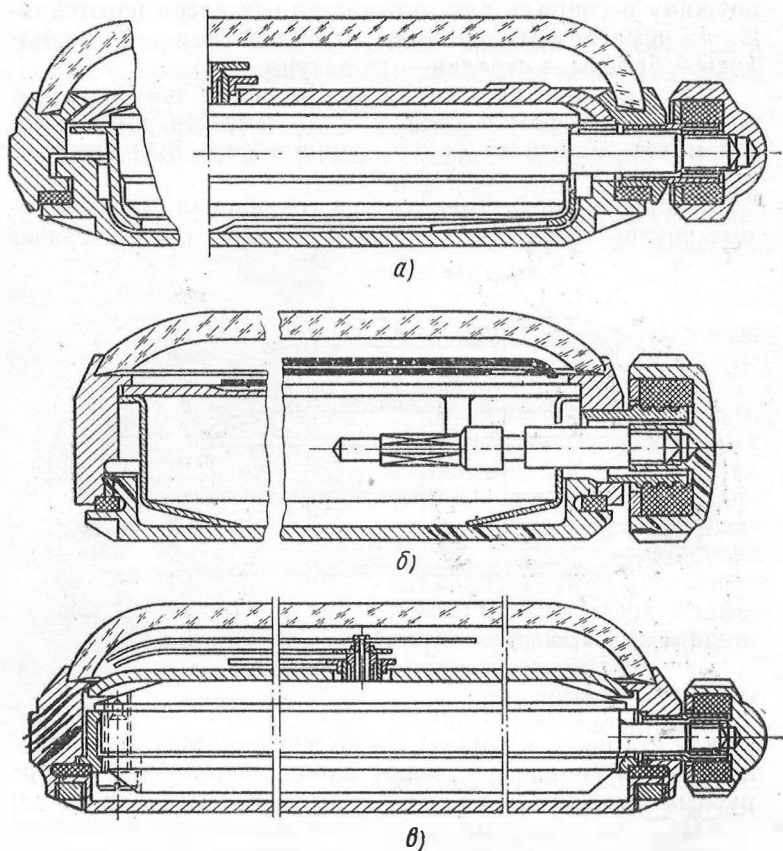


Рис. 53. Крепление крышек на защитных корпусах:  
*а* — байонетное, *б* — резьбовое, *в* — резьбовым кольцом

Надежный зажим герметизирующей прокладки и хорошую защиту механизма со стороны крышки обеспечивает байонетное крепление (рис. 53, *а*).

Наиболее простым является резьбовое крепление крышки к корпусному кольцу (рис. 53, *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. 53, *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.



Рис. 54. Общий вид часов «Амфибия»

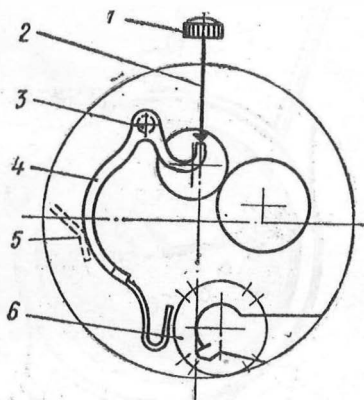


Рис. 55. Схема тормозного устройства штурманских часов:

1 — заводная головка, 2 — заводной вал, 3 — ось, 4 — тормозной рычаг, 5 — пружина, 6 — обод баланса

Стекло обычно запрессовывают в корпусное кольцо и проклеивают специальным клеем.

**Часы для подводного плавания «Амфибия».** В часах для подводного плавания (рис. 54) 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, которое можно находиться на глубине с последующим подъемом без декомпрессии, на внешней — указана глубина (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.

**Штурманские часы.** Штурманские наручные часы имеют центральную секундную стрелку, но отличаются от приведенных в § 8 часов с прямой кинематической схемой тем, что в них имеется специальное устройство, служащее для остановки секундной стрелки. Это устройство позволяет согласовать показания всех трех стрелок: часовой, минутной и секундной. Часы можно остановить при помощи специального тормозного устройства, действующего на баланс.

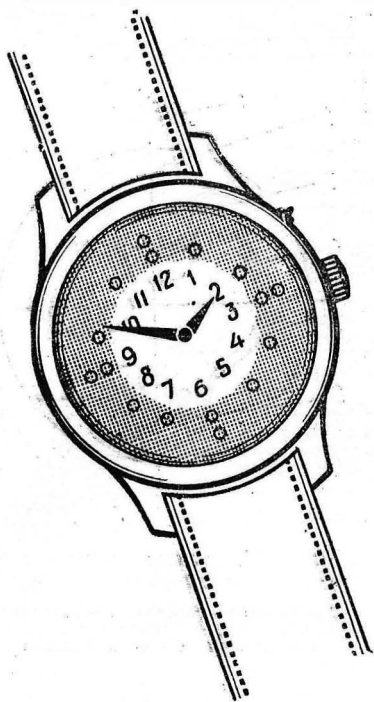


Рис. 56. Общий вид часов для слепых

Тормозное устройство часов представлено на рис. 55. Оно работает следующим образом. Тормозной рычаг 4 постоянно находится во взаимодействии с заводным валом 2. При оттягивании заводной головки 1 тормозной рычаг 4 поворачивается под действием пружины 5 вокруг оси 3 и своим концом касается обода баланса 6, останавливая его. Когда заводная головка

возвращается в исходное положение, вал 2 давит на тормозной рычаг, который, поворачиваясь вокруг оси 3, освобождает баланс.

**Часы для слепых.** Наша промышленность выпускает специальные наручные часы для слепых (рис. 56). Кинематическая схема часов аналогична разобранным ранее, но корпус часов имеет особую конструкцию. Рядом с заводной головкой расположена специальная кнопка, на-

жав 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

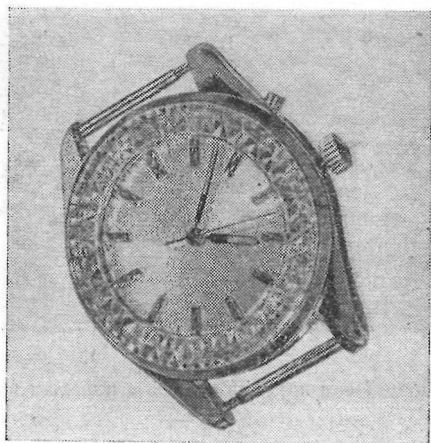


Рис. 57. Общий вид наручных часов с подсветом циферблата

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.

**Часы с подсветом циферблата.** Чтобы часами можно было пользоваться в темноте, выпускают наручные часы нормального калибра с подсветом циферблата (рис. 57). Внутри часов расположена миниатюрная электрическая лампочка, которая освещает циферблат и стрелки. Лампочка загорается, когда нажимают на специальную кнопку, выступающую из корпусного кольца. Свет распространяется по кольцевому светопроводу из пластмассы, равномерно освещая поле циферблата. Лампочка получает энергию от смонтированного в крышке корпуса часов малогабаритного дискового аккумулятора.

**Часы с поясным временем.** Часы с поясным временем предназначены для определения времени в различных поясах земного шара. Кроме обычного механизма с центральной секундной стрелкой, автоматическим подзаводом пружины и календарем часы снабжены дополнительным механизмом для отсчета времени в другом поясе.



Рис. 58. Общий вид наручных часов с поясным временем

Поясное время определяется по шкале, расположенной на специальном кольце, которое поворачивается от дополнительной головки (рис. 58).

Часы имеют две часовые стрелки: одна стрелка, по которой происходит отсчет местного времени (2 оборота в сутки), и вторая стрелка — для отсчета текущего времени в другом поясе, эта стрелка делает один оборот за сутки.

#### § 15. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАРУЧНЫЕ ЧАСЫ

Высокой точностью хода обладают электрические наручные часы, в которых использованы полупроводники, микропровода и миниатюрные источники тока. Такие часы очень удобны в эксплуатации также и потому, что их не нужно заводить ежедневно.

Известно несколько конструкций электрических наручных часов: балансовые и камертонные, контактные и бесконтактные. Часы контактные называются электромеханическими, часы бесконтактные (на транзисторе) на-



зываются электронно-механическими. Принципиальная схема таких часов представлена на рис. 59.



Рис. 59. Принципиальная схема наручных электронно-механических часов нормального калибра

Источник тока в этих часах по сравнению с механическими часами обеспечивает более высокую стабильность импульсов, подаваемых регулятору. Этим и объясняется высокая точность хода часов. Источник тока практически имеет постоянное напряжение в течение всего периода работы (около одного года). Электрическая энергия от источника питания передается на регулятор для поддержания его колебаний. Приводом служит электромагнитное устройство с контактной или бесконтактной (транзисторной) схемой.

**Электронно-механические камертонные часы.** Эти часы (рис. 60) имеют механизм калибра 29 мм, высоту механизма 5,5 мм, выполнены на 17 рубиновых камнях, с центральной секундной стрелкой и отличаются малой погрешностью хода:  $\pm 2-3$  с в сутки. Источником тока является ртутно-цинковый электрохимический элемент, который обеспечивает напряжение 1,35В. Его диаметр 11,5 мм и высота 3,2 мм. Регулятором в часах является камертон с частотой колебаний 360 Гц (герц). Колебания камертона поддерживаются магнитоэлектрическим приводом, состоящим из постоянных магнитов, катушек, транзистора, двух конденсаторов и резистора.

На одной ножке камертона укреплен толкатель, который преобразует колебательное движение камертона

во вращательное движение ходового колеса. Ножки камертона колеблются с амплитудой 0,04 мм. Ходовое колесо при диаметре 2,4 мм имеет на своей окружности

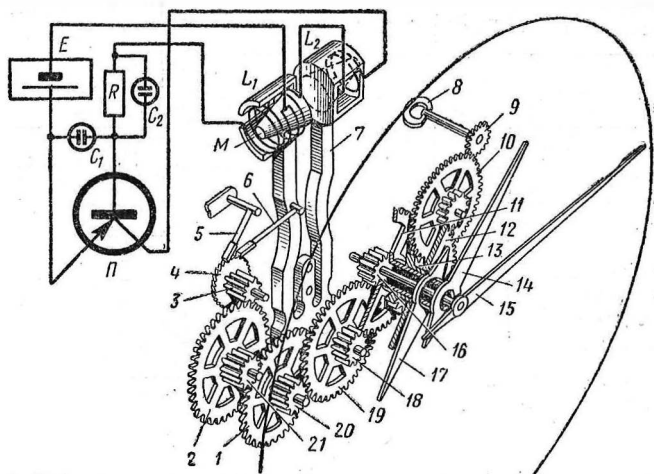


Рис. 60. Электронно-механические камертонные наручные часы нормального калибра:

1 — первое колесо, 2 — второе колесо, 3 — триб ходового колеса, 4 — ходовое колесо, 5 — фиксатор, 6 — толкатель, 7 — камертон; 8 — серьга, 9 — переводной триб, 10 — вексельное колесо с трибом, 11 — центральное колесо, 12 — часовое колесо, 13 — триб минутной стрелки, 14 — минутная стрелка, 15 — секундная стрелка, 16 — триб секундный, 17 — часовая стрелка, 18 — триб передаточного колеса, 19 — передаточное колесо, 20 — триб первого колеса, 21 — триб второго колеса; П — полупроводник,  $C_1, C_2$  — конденсаторы, R — сопротивление, E — источник тока, L — катушки; M — магнит

300 зубьев, обработанных с высокой точностью алмазным резцом. Колебания камертона 7 толкателем 6 преобразуются во вращательное движение ходового колеса 4. Триб ходового колеса 3 передает движение второму колесу 2. От триба колеса 21 движение передается первому колесу. Триб первого колеса 20 передает движение передаточному колесу 19, которое входит в зацепление с секундным трибом 16, на последнем плотно надета секундная стрелка 15.

Центральное колесо 11 получает движение от триба передаточного колеса 18. С втулкой центрального колеса фрикционно соединен триб минутной стрелки 13, на котором укреплена минутная стрелка 14. Через вексельную передачу, триб минутной стрелки 13 и вексельное

колесо 10 движение передается на часовое колесо 12, на котором укреплена часовая стрелка 17. Часовую и минутную стрелки переводят при помощи серьги 8, насаженной на переводной триб 9 и соединенной зубчатой передачей с вексельным колесом. Серьга для перевода стрелок расположена в крышке корпуса. Передача движения происходит так же, как и в любых механических часах: вексельное колесо заставляет вращаться триб минутной стрелки, а вместе с ним и минутную стрелку, триб вексельного колеса вращает часовое колесо, следовательно, начинает двигаться часовая стрелка.

**Электрические балансовые часы.** Эти часы (рис. 61) выполнены с регулятором баланс — спираль на 16 рубиновых камнях с центральной секундной стрелкой. Баланс снабжен противоударным устройством. Период колебания баланса 0,4 с, как и у большинства механических часов. Погрешность хода часов  $\pm 10 - 20$  с в сутки.

Источник тока (гальванический элемент) 4 установлен в расточке платины и прикрыт мостом 5. На пластмассовом мостике 3 закреплены две спаренные катушки 1. Внутри мостика смонтированы транзистор, конденсатор и резистор (на рисунке не показаны). К ободу баланса 6 прикреплен магнитопровод 2, имеющий форму

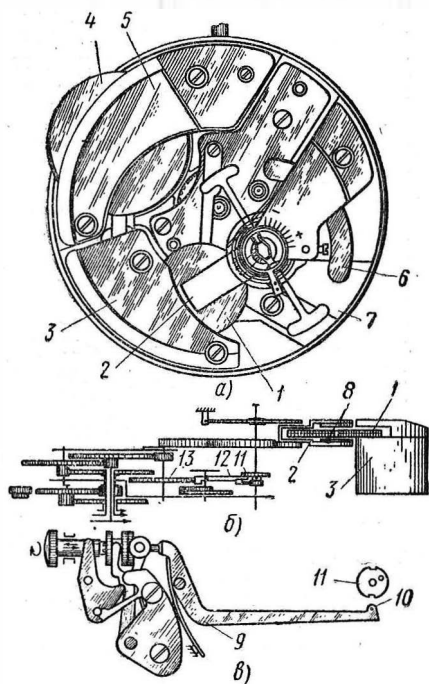


Рис. 61. Схема электрических балансовых наручных часов нормального калибра:

*а* — вид со стороны мостов, *б* — механизм в разрезе, *в* — узел перевода стрелок; 1 — катушка, 2 — магнитопровод, 3, 5 — мосты, 4 — гальванический элемент, 6 — баланс, 7 — платина, 8 — магниты, 9 — стопорный рычаг, 10 — уступ рычага, 11 — двойной ролик, 12 — вилка, 13 — ходовое колесо

скобы. На внутренних сторонах магнитопровода находятся два постоянных магнита из платино-кобальтового сплава. При колебании баланс проходит зону магнитной системы. В этот момент в катушке освобождения индуктируется ток, который «отпирает» транзистор. Транзистор замыкает электрическую цепь второй импульсной катушки, в которую поступает ток от батарейки. Вокруг импульсной катушки образуется сильное электромагнитное поле, которое взаимодействует с магнитным полем постоянных магнитов. В результате взаимодействия магнитных полей баланс получает импульс, поддерживающий его колебания. Когда магнитная система баланса выходит из зоны катушек, магнитные поля перестают взаимодействовать, и электрическая цепь размыкается. Вилка передает колебания баланса ходовому колесу 13 и по кинематической цепи через трибы и колеса на стрелочный механизм. В конструкции рассматриваемого механизма имеется устройство для остановки баланса, позволяющее точно установить секундную стрелку при проверке часов по сигналам точного времени. Остановка баланса происходит следующим образом: при установке заводной головки в положение «перевод стрелок» рычаг 9 своим уступом 10 входит в один из пазов двойного ролика 11 и останавливает баланс.

### Контрольные вопросы

1. Каково отличие кинематической схемы часов с боковой секундной стрелкой от кинематической схемы часов с центральной секундной стрелкой?
2. Какими способами можно уменьшить общую высоту механизма часов?
3. Как работает механизм заводки часов и перевода стрелок?
4. Каково назначение вксельного колеса в стрелочном механизме?
5. Какие конструкции календарных устройств существуют и чем они отличаются одна от другой?
6. Как осуществляется завод пружины в часах с автоматическим под заводом?
7. Как работает механизм сигнального устройства?
8. Почему в часах с сигнальным устройством нельзя переводить стрелки в направлении, обратном их движению?
9. Каково назначение секундомерного устройства?
10. Какие экранирующие устройства применяются в антимагнитных часах?
11. Чем отличаются электронно-механические камертонные часы от электрических балансовых?

## 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. 62 представлена кинематическая схема карманных часов с боковой 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 секундного 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 валике 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 пружинки 16 удерживает кулачковую муфту в зацеплении с заводным трибом 21. При вращении заводной



жет 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 пружинки зубья собачки входят в зацепление с барабанным колесом, удерживая его от поворота в обратном направлении. При вращении заводной головки в обратную сторону торцевые зубья кулачковой муфты проскальзывают относительно торцевых 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 вексельного 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 *компликацией*.

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 дейст-

вия, 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 механизма.

Количество шкал, емкость и цена деления секундных шкал, шкал счетчика секунд и минут могут быть различными. Секундомеры выпускаются двух калибров: 42 мм и 54 мм и в зависимости от точности хода подразделяются на 3 класса.

Наиболее простым и дешевым является однострелочный секундомер. Механизм секундомера имеет калибр 43 мм, анкерный ход на одиннадцати рубиновых камнях. Секундомер 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. 63 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.



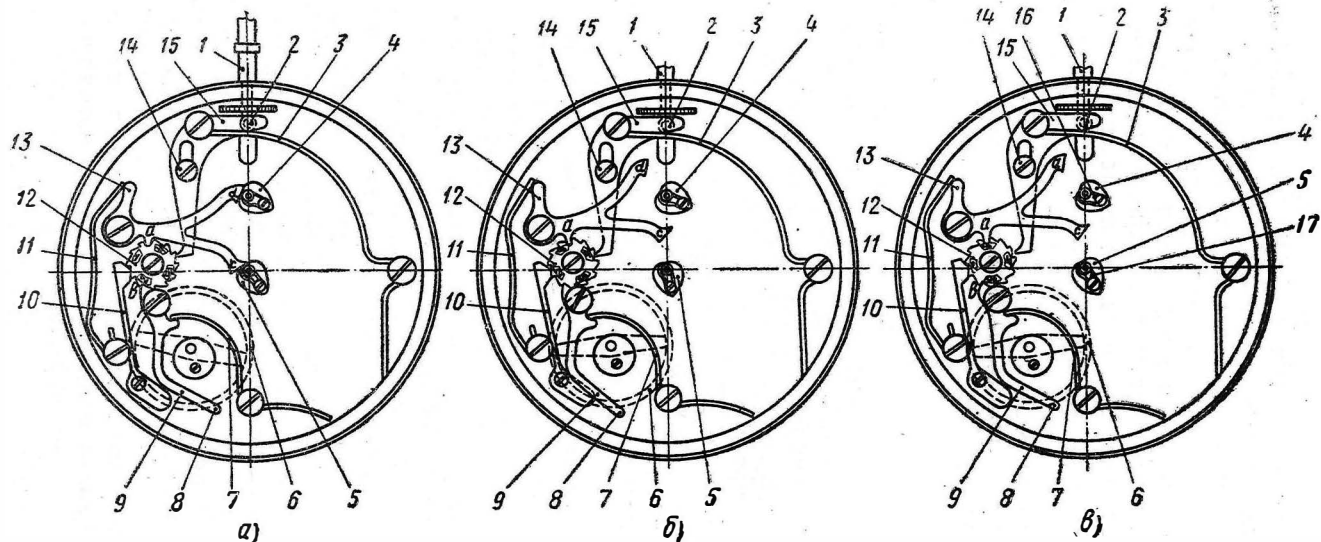


Рис. 63. Схема секундомера:

*а* — положение complicationи секундомера в момент установки стрелок на нуль. *б* — положение complicationи секундомера при работе механизма, *в* — положение complicationи секундомера при остановке механизма; 1 — валик, 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 молоточек, 14 — винт, 15 — пусковой рычаг, 16, 17 — пружины скрепления сердечек

Компликация механизма секундомера расположена на платине под циферблатом. В исходном положении компликации (рис. 63, а) стрелки установлены на нуль и неподвижны. При резком нажатии на заводную головку движение через валик 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 *а* тормоза 9 соскакивает с колонки II 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 I колонного колеса приподнимает двойной молоточек 13 — выступ *а* оказывается в крайнем правом положении на колонке I (рис. 63, б). При подъеме двойного молоточка освобождаются сердечки 4 и 5, и стрелки начинают вращаться. Пружина II двойного молоточка 13 всегда стремится повернуть его по часовой стрелке.

Для остановки механизма секундомера нужно произвести второе нажатие на заводную головку, при этом пусковой рычаг 15 повернет храповое колесо еще на один зуб. Выступ *б* 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 *а* двойного молоточка скользит по колонке I и остается в верхнем положении на колонке.

Чтобы вернуть стрелки секундомера на нуль (рис. 63, в), нужно третий раз нажать на заводную головку. При этом пусковой рычаг повернет храповое коле-

со еще на один зуб, а двойной молоточек *13* под действием пружинки *11* выступом *a* упадет во впадину между колонками *I—II*, ударив концами *c* и *d* по минутному и секундному сердечкам *4* и *5*. Эти детали имеют одинаковую конструкцию. Они закреплены на своих осях с помощью пружин *16* и *17*. Один конец пружины входит в

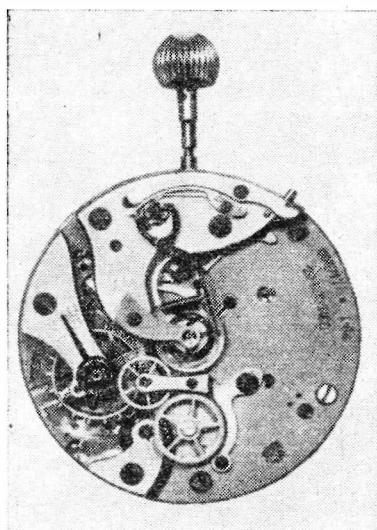


Рис. 64. Механизмы секундомера СДС (вид со стороны мостов)

выемку оси, а другой касается втулки сердечка, 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 сердечкам 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 поло-

жении 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.

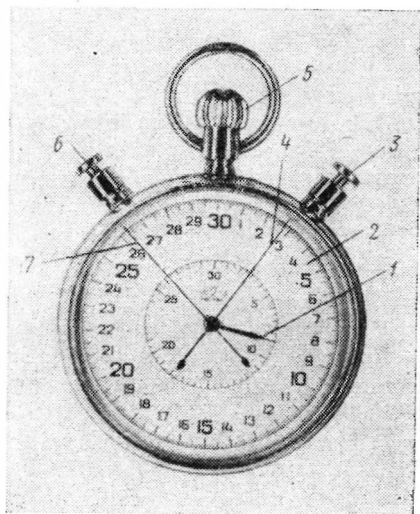


Рис. 65. Общий вид секундомера СДС

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

Вольное распространение получили двухстрелочные секундомеры, имеющие две секундные стрелки. С помощью этих секундомеров можно измерить время двух каких-нибудь 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 (рис. 64).

Секундная шкала циферблата 2 (рис. 65) имеет 30 делений: полный оборот секундных стрелок происходит за 30 с. Каждое секундное деление разделено на 10 маленьких делений, 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 только механические, но и электронные и электрические часы высокой точности.

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

#### § 18. БУДИЛЬНИКИ

Одной из разновидностей настольных часов является будильник, который имеет устройство для подачи звукового сигнала в заранее назначенное время. Основными узлами 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. 66 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) за-

щелка 12. В заданное время, которое показывает сигнальная стрелка, выступ часового колеса западет 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 в углубление муфты сигнального колеса,

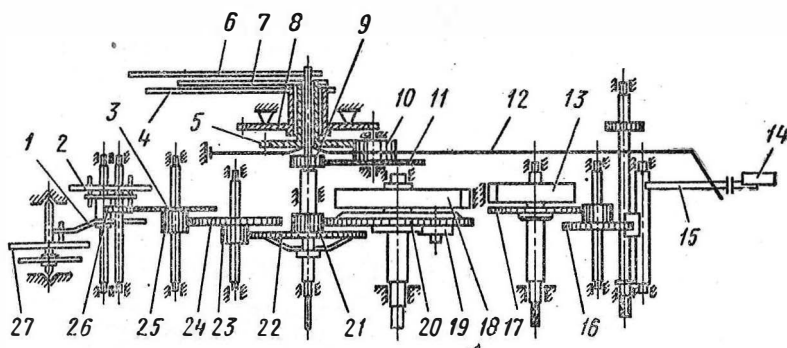


Рис. 66. Кинематическая схема будильника с центральной секундной стрелкой:

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 вксельного колеса, 11 — вксельное 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

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 «стрелки».

На рис. 67 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

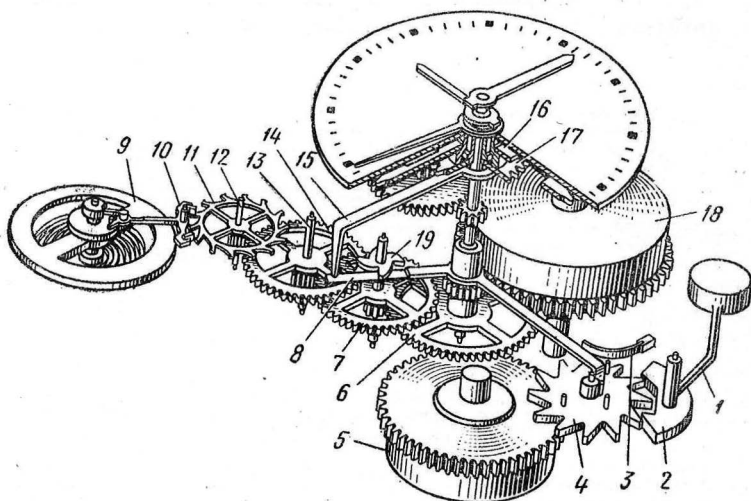


Рис. 67. Кинематическая схема малогабаритного будильника с прерывистым сигналом боя:

1 — ударник, 2 — спусковая 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 запора боя, 16 — сигнальное колесо, 17 — часовое колесо, 18 — барабан хода, 19 — кулачок

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, 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 действует 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 поочередно 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 3 в свое крайнее положение. Это положение фиксирует кнопка установки боя. Кривая кулачка 19 рассчитана на полный спуск заводной пружины сигнала.

**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. 68 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 укреплена минутная стрелка 21.

Сигнальная стрелка 18, как и в обычном механическом будильнике, устанавливается на определенное вре-

мя 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.

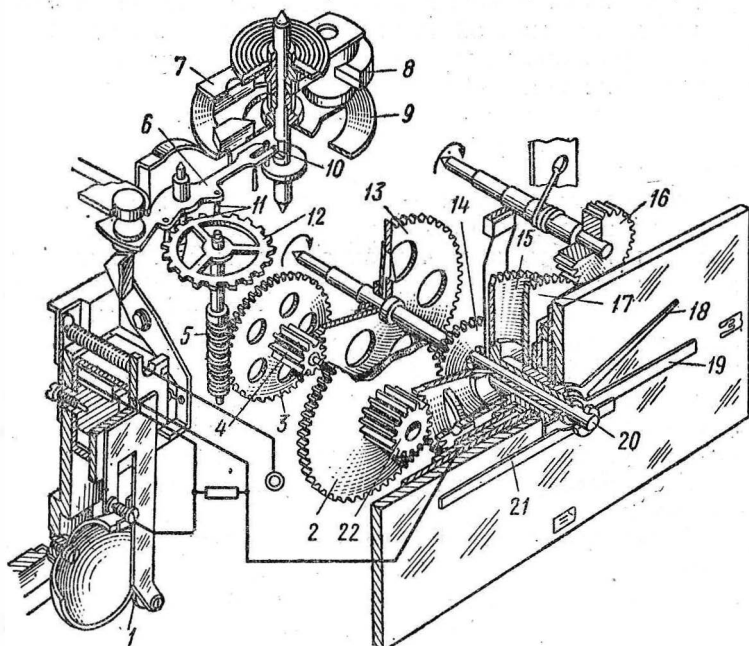


Рис. 68. Кинематическая схема электронно-механического будильника:

1 — контакты, 2 — вкельное колесо, 3 — червячное колесо, 4 — триб червячного колеса, 5 — червяк, 6 — анкерная вилка, 7 — переключатель 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 вкельного колеса

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. 69 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

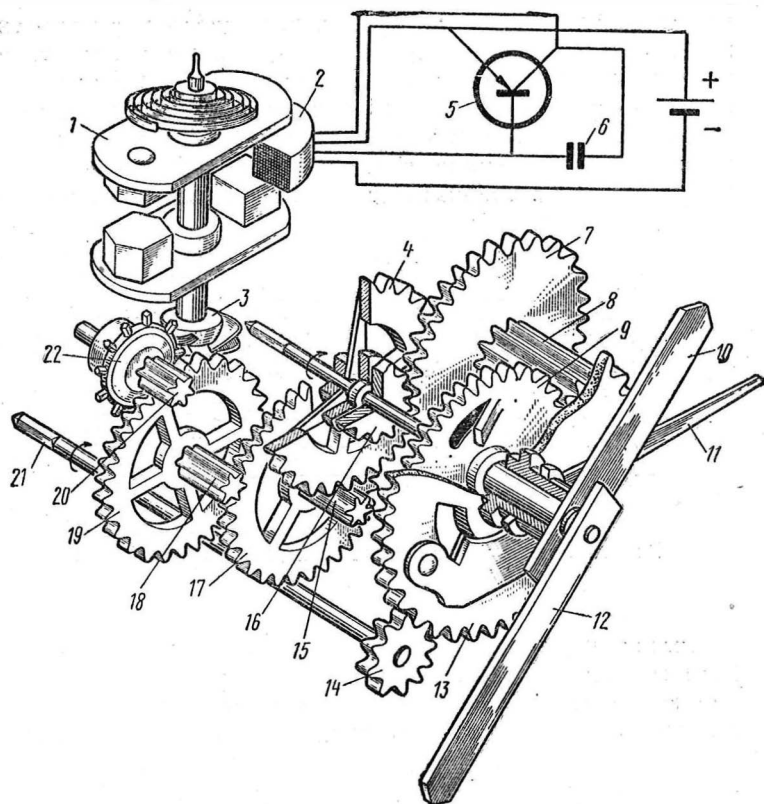


Рис. 69. Кинематическая схема электронного будильника:

1 — узел баланса, 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 — сигнальная стрелка, 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

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 коле-

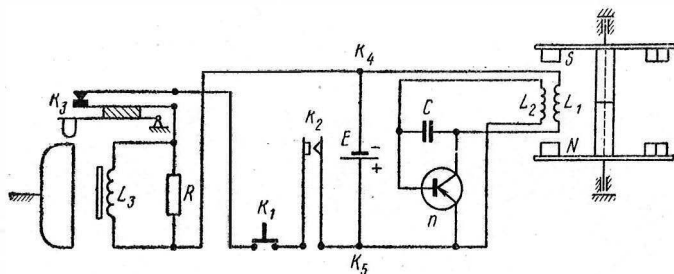


Рис. 70. Электрическая схема электронного будильника

се только через полный оборот часового колеса. В момент совпадения выступов с окнами происходит замыкание контакта  $K_2$  сигнального колеса и контакта звонка  $K_3$  (рис. 70). Подается звуковой сигнал. Установка сигнальной стрелки 11 происходит при помощи триба 14, расположенного на валу.

Дисковый преобразователь 2 состоит из палетных дисков 3, узла баланса 1 и ходового колеса 22. В исходном положении узла баланса вступающий в работу зуб ходового колеса располагается в зазоре между палетками перед отогнутой частью верхнего или нижнего диска. Если зуб находится перед нижним диском в начале колебания узла баланса, «входной» палетный диск подхватывает ромбовидный зуб 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. 70. 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.

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

Транзистор II 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 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 БАЛАНСОВЫЕ ЧАСЫ

Отечественная промышленность выпускает разнообразные настенные и настольные часы с балансовым регулятором. Некоторые модели имеют дополнительные устройства, например бой или календарь. В большинстве случаев механизмы этих часов простой конструкции. Часто для настольных 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. 71.

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

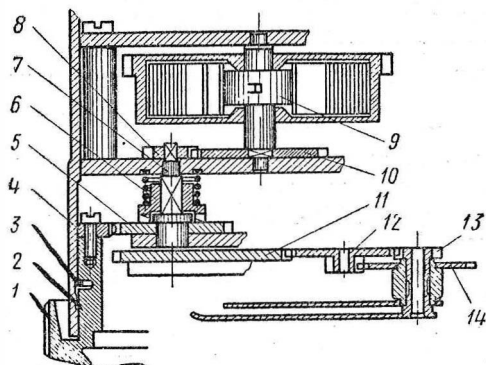


Рис. 71. Схема механизма заводки часов и перевода стрелок НЧ-2:

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

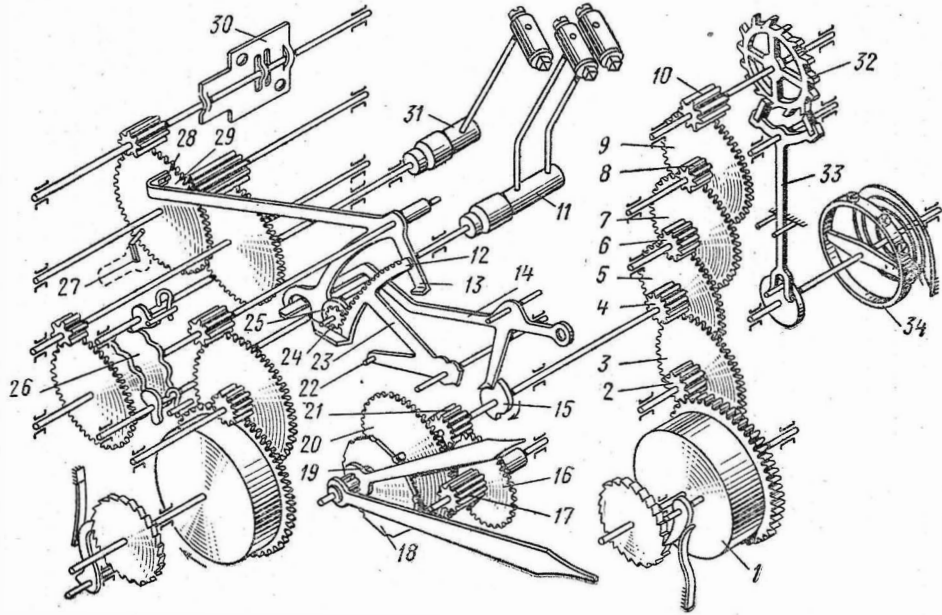
зубьями храпового типа входит в зацепление с кулачковой муфтой 6, находящейся на квадратной части заводного вала и приводящей его в движение. Вместе с заводным валом вращается заводное колесо 8, расположенное на квадратном хвостовике вала и передающее движение барабанному колесу 10. Барабанное колесо, 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 колеса. 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 про-

### Механизм боя

### Механизм хода

Рис. 72. Кинематическая схема балансовых механических часов с боем:

1 — барабан, 2 — триб дополнительного колеса, 3 — дополнительное колесо, 4 — триб минутного колеса, 5 — минутное колесо, 6 — триб промежуточного колеса, 7 — промежуточное колесо, 8 — триб секундного колеса, 9 — секундное колесо, 10 — триб ходового колеса, 11 — молоточки, 12 — зубчатая часть гребенки, 13, 14 — рычаги. 15, 25 — кулачок, 16 — вексельное колесо, 17 — триб вексельного колеса, 18 — улитка, 19 — трубка часового колеса, 20 — часовое колесо, 21 — триб минутной стрелки, 22 — штифт гребенки, 23 — гребенка, 24, 28 — штифт. 26 — звездочка, 27 — выступ рычага, 29 — колесо механизма боя, 30 — регулятор скорости, 31 — молоточки, 32 — ходовое колесо, 33 — анкерная вилка, 34 — баланс



точки 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. 72 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 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 получасов, только рычаг 13 поднимается несколько выше и гребенка 23 перемещается вниз до тех пор, пока штифт 22 не попадет 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.

На рис. 73 представлена кинематическая схема электронно-механических настольных часов с календарным устройством, показывающим числа месяца и дни недели. Электронно-механический блок питается от электрохимического элемента, применяемого в карманных фонариках с напряжением постоянного тока 1,5 В. Элемент размещен в корпусе отдельно от механизма. Его легко можно заменить, не открывая крышку корпуса. Колебательная система баланс — спираль 1 с двумя постоянными магнитами выполняет две функции: регулятора хода часов и двигателя колесной передачи стрелок. На неподвижном мостике закреплена катушка из тонкого провода, которая с постоянными магнитами составляет магнитоэлектрический привод баланса. Баланс получает периодические импульсы для поддержания колебаний. Его колебательные движения через штифт 22 передаются на анкерный преобразователь, состоящий из анкерной вилки 3 с двумя штифтами и ходового колеса 4. Штифты анкерной вилки попеременно поворачивают ходовое колесо в одном направлении, сообщая ему вращательное движение, которое через червяк 20, червячное колесо 21 и триб червячного колеса 19 передается центральному колесу 5, далее через минутный триб 18 движение передается на вексельное колесо 6. Триб 7 вексельного колеса передает движение часовому колесу 17, на трубке ко-

того насажена часовая стрелка. На центральной оси *I* укреплена минутная стрелка.

На часовом колесе *17* базового механизма жестко укреплен триб *16*, входящий в зацепление с суточным колесом *15*. На втулке суточного колеса напрессован кулачок *14*, который давит на штифт *13* рычага *12*. Рычаг *12* под действием рабочей пружины *8* календарного устройства

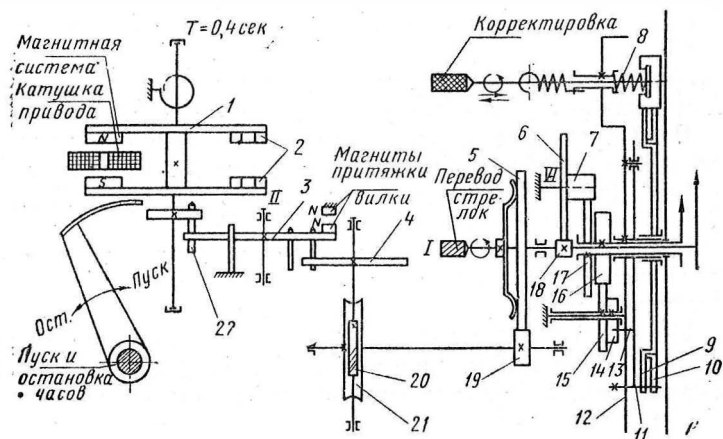


Рис. 73. Кинематическая схема электрошпо-механических настольных часов с календарным устройством:

*1* — баланс-спираль, *2* — магнитная система, *3* — анкерная вилка, *4* — ходовое колесо, *5* — центральное колесо, *6* — вексельное колесо, *7* — триб вексельного колеса, *8* — пружина, *9* — диск дней недели, *10* — диск чисел, *11* — ось, *12* — рычаг, *13*, *22* — штифт, *14* — кулачок, *15* — суточное колесо, *16* — триб, *17* — часовое колесо, *18* — минутный триб, *19* — триб червячного колеса, *20* — червяк, *21* — червячное колесо

поворачивается на оси *11*, укрепленной на подциферблатнике. Календарное устройство имеет диск чисел *10* и диск дней недели *9*, которые свободно сидят на втулке подциферблатника и могут перемещаться один относительно другого. На наружной стороне дисков имеются прямоугольные со скошенными углами зубцы. Диск чисел месяцев имеет 31 зуб. На диске дней недели с 28 зубьями название дней недели нанесено четыре раза. Оба диска одновременно приводит в движение плоская пружина (на схеме не показана) с отогнутым концом, закрепленная на рычаге *12*, который поднимается в крайнее верхнее положение один раз в сутки. Его поднимает кулачок *14* суточного колеса *15*, давящий на штифт *13*. При этом

плоская пружина рычага *12* скользит по зубьям календарных дисков и перескакивает на один зуб, а рабочая пружина *8* натягивается. Когда верхняя точка кулачка *14* отойдет от штифта *13*, который под действием пружины опускается по его скосу, зуб пружинки рычага *12* начинает поворачивать календарные диски. Фиксируются календарные диски специальными пружинками. Для настройки показаний календаря и их корректировки предусмотрено корректирующее устройство.

## § 20. МАЯТНИКОВЫЕ ЧАСЫ

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

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. 74 представлена кинематическая схема часов с гиревым двигателем (ходиков). Гиря *16* подвешена на цепи *15*. Цепь надета на находящуюся за колесом *7* звездочку. Звездочка, две боковые шайбы, которые не позволяют цепи соскочивать 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 *7*, закрепленного неподвижно на валике минутного триба *14*, 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 *7* и вращает его по часовой стрелке. Вместе со средним колесом *7* вращается валик *12* с минутной стрелкой *11*. За один час валик делает один оборот.



При подъеме гири вверх звездочка, а вместе с ней весь блочек 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.

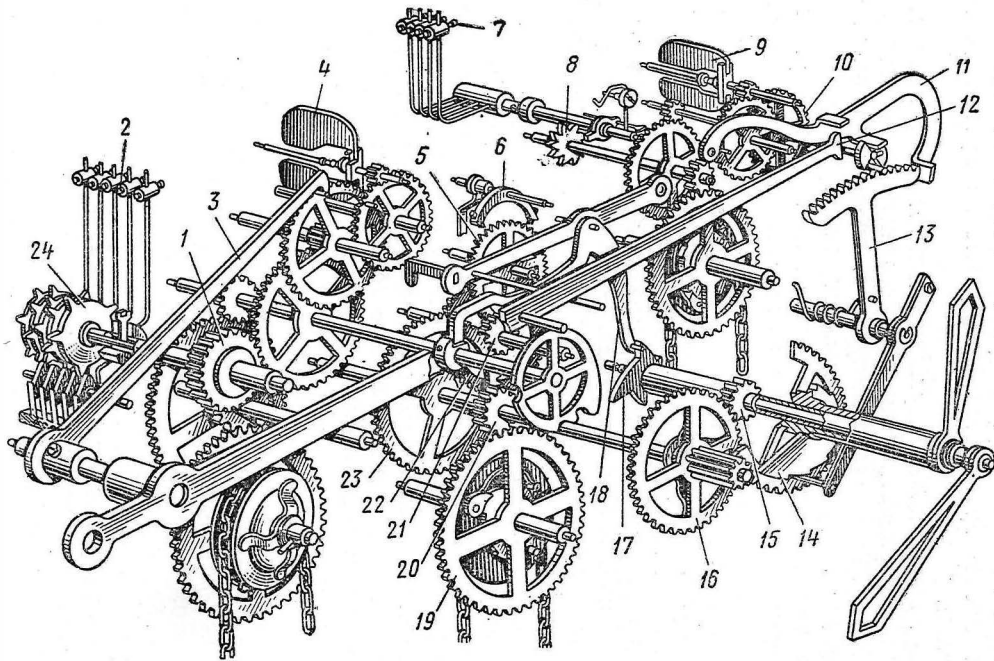
На рис. 75 показана кинематическая схема более сложных и точных маятниковых часов, выпускаемых отечественной промышленностью. Это напольные маятниковые часы, которые отбивают целые часы, получасы и четверти часа. В схеме условно изображены не все зубья на колесах и трибах. Передача движения от двигателя 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 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, включающих бой четвертей часа 18, и целых часов 12. При этом отключается стопор 11, удерживающий колес-

Рис. 75. 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 часов, 13 — гребенка, 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



ную систему боя целых часов 10. 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» полчаса 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. 76) 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.

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;  $N$  — число оборотов 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 10 мм будет равна

$$H = 2\pi \cdot 10 \cdot 26 = 1630 \text{ мм, или } 1,6 \text{ м.}$$

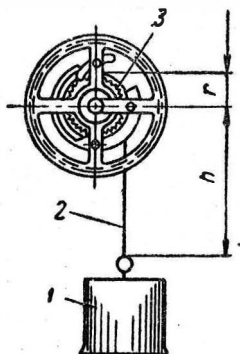


Рис. 76. Гиревой двигатель:

1 — гиря, 2 — цепь,  
3 — звездочка



При конструировании длину цепи выбирают несколько больше, примерно 1,7 м.

Момент на оси барабана в зависимости от веса гири определяется по формуле

$$M = \frac{P \cdot D}{2},$$

где  $M$  — момент на оси барабана, Г·см;  $P$  — вес гири, Г;  $D$  — 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 (ропуске).

Действие заводных пружин основано на том, что изгибающий момент пружины в плоскости, перпендикулярной ее оси, преобразуется в крутящий момент для механизма. Закручивая пружину вокруг валика заводного механизма, ей сообщают изгибающий момент; при рпуске 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 барабан, 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.

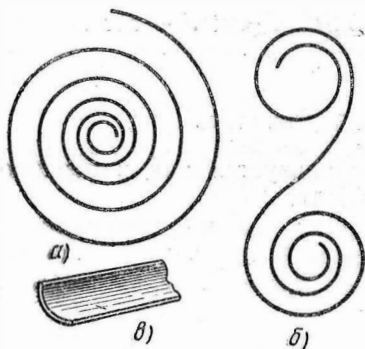


Рис. 77. Форма заводных пружин:

а — спиральная, б — S-образная,  
в — желобчатая

Заводная пружина представляет собой плоскую стальную ленту спиральной или S-образной формы (рис. 77). Заводные пружины изготавливаются из специального железокобальтового сплава К40ТЮ или углеродистой стали У7 с последующей специальной термобработкой 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 отпуск, 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.

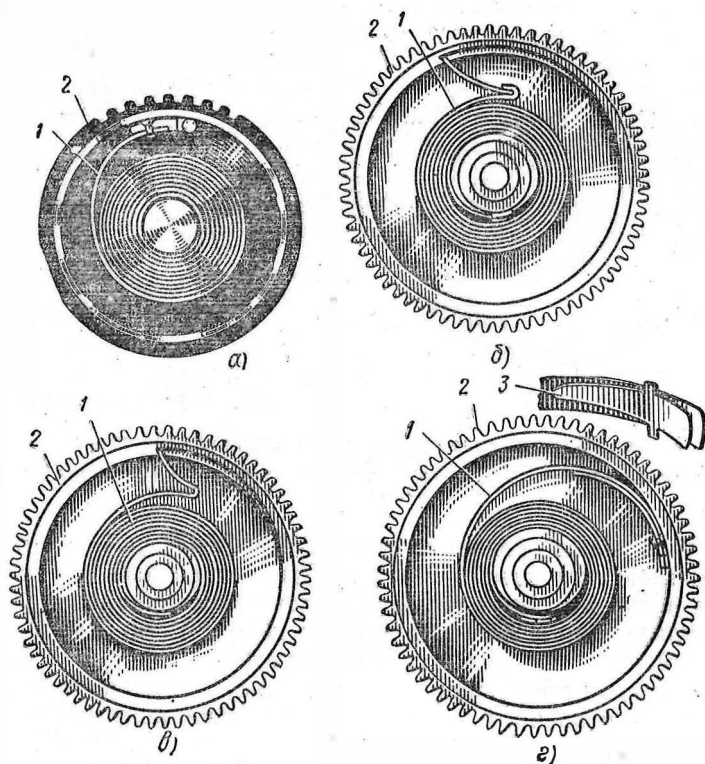


Рис. 78. Способы крепления заводных пружин:

*а* — штифтовое, *б*, *в* — V-образное, *г* — мечаобразной накладкой; 1 — пружина, 2 — барабан, 3 — мечаобразная накладка

На рис. 78 показаны способы крепления наружных концов пружины 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. 78, а) применяется для крупных заводных пружин. Межвитковое трение в этом случае несколько меньше. Коэффициент полезного действия — 0,75.

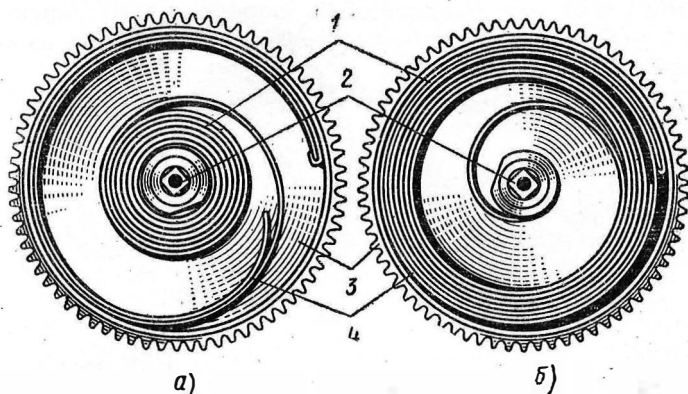


Рис. 79. Крепление пружины фрикционной накладкой:

а — в заведенном состоянии, б — в спущенном состоянии; 1 — пружина, 2 — вал барабана, 3 — барабан, 4 — фрикционная накладка

V-образное крепление (рис. 78, 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. 78, 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 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 пружины с мечевидной накладкой — 0,95.

Крепление фрикционной накладкой (рис. 79) применяется в часах с автоматическим под заводом пружины. К наружному 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 фрикционная 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 фрикционной накладкой — 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:

$$M = \eta \frac{\pi E b h^3}{6L} \cdot n,$$

где  $M$  — крутящий момент, Г·см;  $\eta$  — коэффициент полезного действия;  $E$  — модуль упругости материала, кг/мм<sup>2</sup>;  $b$  — ширина пружины, мм;  $h$  — толщина пружины

ны, 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. 80).

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 распуститься.

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.

$$R_{\text{зав}} = \sqrt{R_{\text{бар}}^2 + r^2} - R_{\text{сп}}.$$

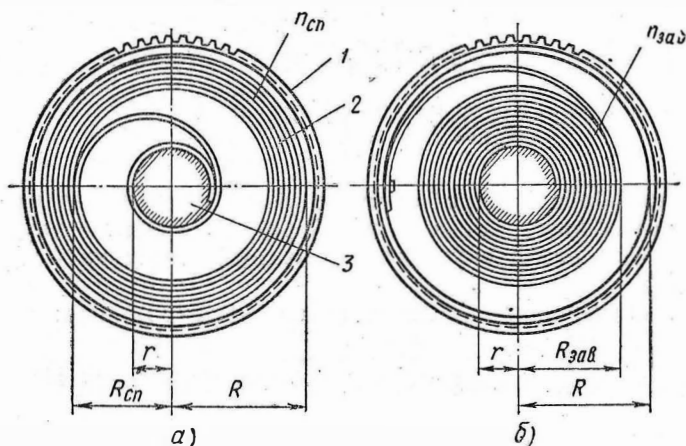


Рис. 80. Положение пружины в барабане:

*a* — в спущенном состоянии, *б* — в заведенном состоянии; 1 — барабан, 2 — пружина, 3 — вал барабана

Чтобы определить число витков, пользуются соотношениями

$$n_{\text{сп}} \cdot h = R_{\text{бар}} - R_{\text{сп}}$$

$$n_{\text{зав}} \cdot h = R_{\text{зав}} - r,$$

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  $n_{\text{зав}}$ :

$$n_{\text{сп}} = \frac{R_{\text{бар}} - R_{\text{сп}}}{h}, \quad n_{\text{зав}} = \frac{R_{\text{зав}} - r}{h},$$

$$n_{\text{бар}} = n_{\text{зав}} - n_{\text{сп}} = \frac{1}{h} [R_{\text{зав}} - r - (R_{\text{бар}} - R_{\text{сп}})],$$

подставляя значение  $R_{зав}$  в формулу, получают:

$$n_{бар} = \frac{1}{h} \left[ \sqrt{R_{бар}^2 + r^2 - R_{сп}^2} - r - (R_{бар} - R_{сп}) \right],$$

$$R_{сп} = \sqrt{\frac{R_{бар}^2 + r^2}{2}},$$

подставляя значение  $R_{сп}$  в формулу, получают:

$$R_{сп} = R_{зав} = \sqrt{\frac{R_{бар}^2 + r^2}{2}}.$$

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:

$$n_{бар} = \frac{1}{h} \left[ \sqrt{2(R_{бар}^2 + r^2)} - (R_{бар} + r) \right],$$

но фактически оно несколько меньше из-за неплотного прилегания витков друг к другу:

$$n_{бар} = \frac{1}{h} \left[ \sqrt{2(R_{бар}^2 + r^2)} - (R_{бар} + r) \right] - 0,9,$$

$$h = \frac{\sqrt{2(R_{бар}^2 + r^2)} - (R_{бар} + r)}{n_{бар} + 0,9},$$

$$L = \pi(R_{бар} - R_{сп}) \cdot n_{сп} + 2\pi R_{сп},$$

где  $L$  — длина пружины.

$$M = \frac{Ebh^3}{12L} \cdot 2\pi n_{бар},$$

где  $M$  — крутящий момент пружины;  $E$  — модуль упругости материала;  $b$  — ширина пружины.

Пружина в свободном состоянии имеет некоторое число витков  $n_{св}$ . При установке в барабан ее закручивают на  $n_{сп} - n_{св}$  оборотов.

$$M_{max} = \frac{Ebh^3}{12L} \cdot 2\pi (n_{зав} - n_{св}),$$



$$M_{\min} = \frac{Ebh^2}{12L} \cdot 2\pi (n_{\text{сп}} - n_{\text{св}}).$$

Учитывая способ крепления, вводим коэффициент  $K$ ,

$$M_{\max} = \frac{Ebh^3}{12L} \cdot 2\pi (n_{\text{зав}} - n_{\text{св}}) \cdot K,$$

$$M_{\min} = \frac{Ebh^3}{12L} \cdot 2\pi (n_{\text{сп}} - n_{\text{св}}) \cdot K.$$

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  $\frac{r}{15}$  или  $\frac{R_{\text{бар}}}{45}$ .

Чтобы определить число витков пружины в спущенном состоянии, пользуются соотношением:

$$n_{\text{сп}} \cdot h = R_{\text{бар}} - R_1.$$

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  $n_{зав}$ , которое определяется по формуле:

$$n_{зав} \cdot h = R_1 - r.$$

Заменяя значение  $h$  и  $R_1$  через  $R_{бар}$ , получим:

$$n_{зав} \cdot \frac{R_{бар}}{45} = \frac{3}{4} R_{бар} - \frac{1}{3} R_{бар};$$

$$n_{зав} = 18,75 \text{ витков};$$

$$n_{бар} = n_{зав} - n_{сп} = 7,25 \text{ витков}.$$

Длина пружины  $L$  определяется из равенства площадей:

$$Lh = \pi (R_{бар}^2 - R_1^2), \quad L = 64R, \text{ т. е.}$$

полученная длина пружины равна 64 радиусам или 32 внутренним диаметрам барабана.

#### § 25. РАБОТА ПРУЖИНЫ В БАРАБАНЕ

Расчет крутящего момента пружины по формуле

$$M = \frac{\pi E b h^3}{6L} \cdot n$$

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. 81 приведена теоретическая и фактическая диаграммы крутящего момента пружины при заводке и спуске. По горизонтальной оси отложены числа 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 барабане. 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  $ON$  выражена зависимость тео-

ретического 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 тре-

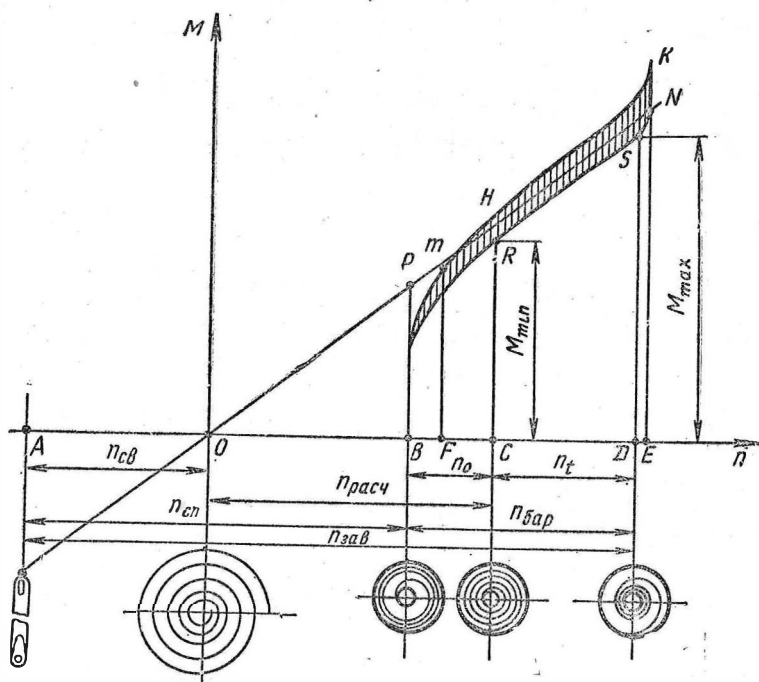


Рис. 81. График крутящего момента заводной пружины

ние 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 пологий кривой.

На рис. 82 приведены графики крутящих моментов заводных пружин спиральной (рис. 82, а) и S-образной формы (рис. 82, б). Из сопоставления графиков видно, что при одних и тех же размерах заводные пружины S-образной формы имеют более пологую кривую спуска,

и следовательно, меньший перепад крутящих моментов, чем у пружин спиральной формы.

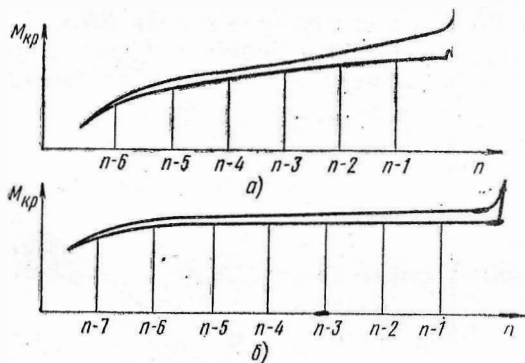


Рис. 82. Графики крутящего момента спиральной и S-образной пружин:

а — график спиральной пружины, б — график пружины S-образной формы

Гистерезис у графика крутящего момента пружины S-образной формы меньше, чем у графика пружины спиральной формы, следовательно, коэффициент полезного действия пружинного двигателя S-образной формы больше, чем спирального.

## § 26. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРУЖИННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Главным свойством пружинного двигателя является способность аккумулировать энергию, отдавать часть этой энергии в процессе работы двигателя и вновь восстанавливать значительную ее часть для обеспечения непрерывной работы часов. Количество энергии, накапливаемой пружинным двигателем, определяется, исходя из графика крутящих моментов (рис. 83). Заштрихованная на графике площадь соответствует накопленной потенциальной энергии пружинного двигателя. Работу пружинного двигателя определяют следующие энергетические характеристики.

Потенциальная энергия пружинного двигателя  $W$  (суммарная накопленная энергия) — произведение площади графика на масштаб единицы площади.

Средняя удельная энергоемкость пружинного двигателя  $A$  — отношение потенциальной энергии  $W$  к внутреннему объему барабана  $V$ .

$$A = \frac{W}{V} \frac{\text{кг} \cdot \text{мм}}{\text{мм}^3} \text{ или } A = f \cdot a,$$

где  $f$  — коэффициент заполнения внутреннего объема пружинного двигателя,  $a$  — средняя удельная энергоемкость пружины.

$$V = \pi R^2 B,$$

где  $R$  — внутренний радиус барабана;  $B$  — высота внутренней стенки барабана.

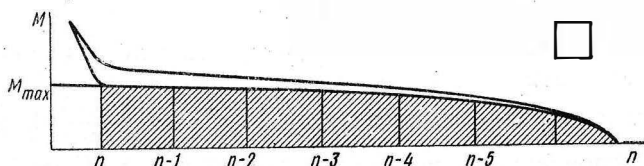


Рис. 83. График крутящего момента заводной пружины для расчета ее энергетической характеристики

Средняя удельная энергоемкость пружины  $a$  — есть отношение потенциальной энергии  $W$  пружинного двигателя к объему пружины, т. е.

$$a = \frac{W}{bhL} \frac{\text{кг} \cdot \text{мм}}{\text{мм}^3},$$

где  $b$ ,  $h$ ,  $L$  — размеры пружины.

Коэффициент полезного действия пружинного двигателя  $\eta$  — есть отношение потенциальной энергии  $W$  или заштрихованной части графика к сумме заштрихованной и незаштрихованной площадей графика крутящих моментов:

$$\eta = \frac{W}{S_1 + S_2}.$$

Расчет энергоемкости производится на основе диаграммы  $M_{кр}$ , полученной при замере пружины, и числа оборотов барабана. Заштрихованная на графике (см. рис. 83) площадь соответствует накопленной потенциальной энергии пружинного двигателя, ее площадь ( $\text{мм}^2$ )

подсчитывают путем нанесения диаграммы на миллиметровку.

Для подсчета определяется масштаб диаграммы по осям координат: по оси  $M_{кр}$  — момент в  $1 \text{ Г} \cdot \text{см} = 10 \text{ Г} \times \times \text{мм} = 0,01 \text{ кГ} \cdot \text{мм}$  равен по оси  $X$  (мм), следовательно,  $1 \text{ мм}$  по оси моментов соответствует:

$$1 \text{ мм} = \frac{0,01 \text{ кГмм}}{X},$$

по оси  $n$  барабана — один оборот ( $2\pi = 6,28$  рад) равен по оси  $Y$  (мм). Следовательно,  $1 \text{ мм}$  шкалы оборотов барабана соответствует:

$$1 \text{ мм} = \frac{6,28}{Y} \text{ рад.}$$

После определения масштаба диаграммы по осям определяется масштаб диаграммы по площади:

$$1 \text{ мм}^2 \text{ площади соответствует: } 1 \text{ мм}^2 = \frac{0,01 \cdot 6,28}{X \cdot Y} \text{ кГ} \cdot \text{мм}.$$

Затем определяется потенциальная энергия в  $\text{кГ} \cdot \text{мм}$ , как произведение площади диаграммы, подсчитанной на миллиметровке, на масштаб единицы площади, полученный при расчете.

Пример: Расчет энергоемкости пружинного двигателя часов модели 2609. Размер пружины:  $0,11 \times 1,38 \times 290$  мм. График крутящего момента  $M_{кр}$  представлен на рис. 83.

Определяем масштабные коэффициенты  $K_{масш}$ :

$$1 \text{ мм}^2 = \frac{0,80 \text{ кГмм} \cdot 6,28 \text{ рад}}{57 \text{ мм} \cdot 22 \text{ мм}} = 0,004,$$

где  $X = 22$  мм,  $Y = 57$  мм,  $80 \text{ Г} \cdot \text{см} = 0,80 \text{ кГ} \cdot \text{мм}$ .

Находим площадь заштрихованной части графика:

$$S = 6025 \text{ мм}^2.$$

Определяем потенциальную энергию:

$$W = S \cdot K_{масш},$$

$$W = 6025 \text{ мм}^2 \cdot 0,004 = 24,30 \text{ кГ} \cdot \text{мм}.$$

Находим внутренний объем пружинного двигателя:

$$V = 3,14 \cdot (4,65)^2 \cdot 1,4 = 95,0 \text{ мм}^3.$$

Определяем энергоемкость пружинного двигателя:

$$A = \frac{W}{V},$$

$$A = \frac{24,30}{95,0} = 0,256 \frac{\text{кГ} \cdot \text{мм}}{\text{мм}^3}.$$

Находим удельную энергоемкость пружины:

$$a = \frac{A}{f},$$

$$a = \frac{0,256}{0,463} = 0,553.$$

Определяем коэффициент заполнения:

$$f = \frac{W}{V}, \text{ где } V = b \cdot h \cdot L,$$

$$V = 0,11 \cdot 1,38 \cdot 290 = 44 \text{ мм}^3,$$

$$f = \frac{44,0}{95,0} = 0,463.$$

Эксплуатационные характеристики  
пружинных двигателей наручных часов

1. Крутящий момент на первом ( $n-1$ ) и четвертом ( $n-4$ ) разворотах вала барабана, выраженный в Г·см.

2. Перепад крутящего момента на рабочем участке спуска пружины, соответствующем суточному ходу часов, определяющий стабильность момента пружинного двигателя по времени, выражаемый в Г·см.

3. Число рабочих разворотов вала барабана при спуске пружины.

4. Коэффициент заполнения объема барабана пружинного двигателя, характеризующий число оборотов заводного вала и соответственно продолжительность хода часов от одной полной заводки.

Коэффициент заполнения выражается безразмерной величиной, меньше единицы.

5. Ресурс или резерв хода часов определяет продолжительность хода часов от одной полной заводки до их полной остановки и выражается в часах.

## § 27. ВЛИЯНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАПОЛНЕНИЯ ВНУТРЕННЕГО ОБЪЕМА БАРАБАНА НА ЧИСЛО ОБОРОТОВ ЗАВОДНОГО ВАЛА ПРИ СПУСКЕ ПРУЖИНЫ

Изменение числа оборотов заводного вала зависит от коэффициента заполнения барабана. Эту зависимость можно выразить графически. На рис. 84 представлен график влияния коэффициента заполнения барабана на число оборотов при спуске пружины.

По оси  $X$  откладывается коэффициент заполнения  $f$ .

По оси  $Y$  откладывается число оборотов вала бара-

бана  $n_6$ . На приведенном графике видно, что при данном диаметре барабана и одинаковой толщине пружины максимальное число оборотов имеют пружины, объем или площадь которых занимает соответственно половину объема или площади барабана, т. е. когда коэффициент заполнения барабана равен 0,5.

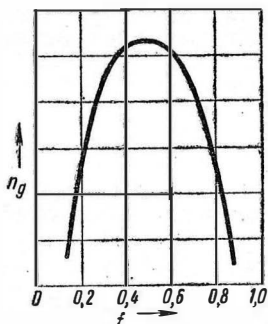


Рис. 84. График влияния коэффициента заполнения барабана на число оборотов при спуске пружины

Экспериментальные исследования, проводимые в НИИчаспроме, подтвердили эту зависимость независимо от формы пружины (спиральной или S-образной).

#### § 28. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ЗАВОДНЫМ ПРУЖИНАМ

Пружина имеет высокий коэффициент полезного действия, если отвечает следующим требованиям:

- обладает равномерной упругостью и эластичностью по всей длине;
- 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.

#### § 29. ПОНЯТИЕ О РАБОТЕ ЗУБЧАТОГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ. ПЕРЕДАТОЧНОЕ ОТНОШЕНИЕ

Работу основной колесной системы можно представить, рассмотрев основные принципы передачи вращения.

Возьмем два диска, оси которых расположены параллельно (рис. 85). 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 число оборотов первого диска. 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:

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{\pi D_1}{\pi D_2} = \frac{D_1}{D_2} = \frac{n_2}{n_1} = u.$$

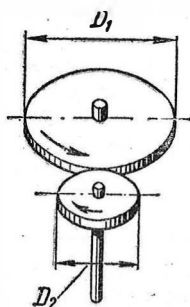


Рис. 85. Схема фрикционной передачи вращения между дисками

Отношение числа оборотов дисков обратно пропорционально отношению диаметров. Эту величину обозначают через  $u$  и называют *передаточным числом*, или *передаточным отношением*.

Вращение большого диска передается на малый диск за счет трения, возникающего между их соприкасающимися поверхностями. Такая передача называется фрикционной. Ее недостатком является непостоянство пере-

даточного числа из-за возможного проскальзывания между дисками.

Постоянное передаточное число можно получить с помощью зубчатых колес.

Рассмотрим схему зубчатого зацепления (рис. 86). В зубчатой передаче зубья соприкасаются таким образом, что один зуб или несколько зубьев одного колеса

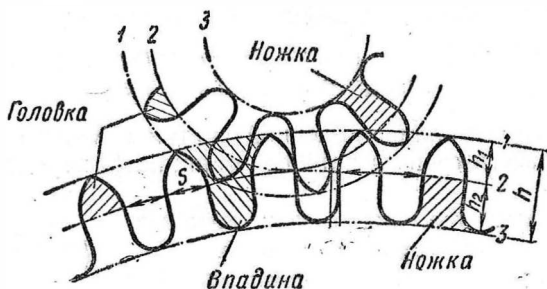


Рис. 86. Элементы зубчатого зацепления:

1 — окружность выступов, 2 — начальная или делительная окружность, 3 — окружность впадины

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 отношения диаметры или числа оборотов колес можно заменить числом зубьев:

$$u = \frac{D_2}{D_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1},$$

где  $z_1$  — число зубьев большого колеса;  $z_2$  — число зубьев малого колеса (триба).

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 колесо, 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

числа оборотов триба к числу оборотов колеса, т. е. формулу можно записать так:

$$u = \frac{z_k}{z_T} = \frac{n_T}{n_k},$$

где  $u$  — передаточное число;  $z_k$  — число зубьев колеса;  $z_T$  — число зубьев триба;  $n_k$  — число оборотов колеса;  $n_T$  — число оборотов триба.

### § 30. 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 *линией межосевой*, а расстояние между центрами — *межосевым расстоянием* и обозначается буквой  $a$ .

Часть зуба, расположенная между окружностью вершин зубьев 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 зуба*  $p_t$  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, находящегося в зацеплении, измеренная по начальной окружности, называется *боковым зазором*  $j_t$ .

Зазор между головкой зуба колеса и дном впадины триба, находящегося 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*.

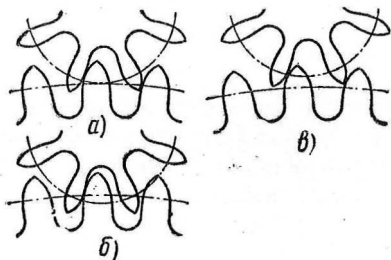


Рис. 87. Зацепление зубчатых передач:

*a* — нормальное, *b* — глубокое, *в* — мелкое

Нормальным будет зацепление, при котором ведущее колесо соприкасается с ведомым по начальной окружности, т. е. начальные окружности касаются (рис. 87, а).

Если при работе зубчатых колес их начальные окружности пересекаются (рис. 87, б), зацепление называется *глубоким*. Если

при работе зубчатой пары начальные окружности не касаются друг друга (рис. 87, в), зацепление называется *мелким*.

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

$$p_t = \frac{\pi D}{z},$$

где  $p_t$  — шаг зацепления, мм;  $D$  — диаметр начальной окружности, мм;  $z$  — число зубьев.

При расчете зубчатых передач пользуются понятием *модуль зацепления*. Модулем зацепления называется число, полученное от деления величины шага зацепления  $p_t$  на величину  $\pi$  ( $\approx 3,14$ ). Обозначается модуль буквой  $m$  и определяется по формуле:

$$m = \frac{p_t}{\pi} \text{ или } m = \frac{D}{z}.$$

Модуль зацепления выражается в миллиметрах.

В механизмах карманных и наручных часов обычно применяются модули зацепления зубчатых колес от 0,08 до 0,05 мм. Диаметр начальных окружностей колеса и триба определяется по формулам:

$$D_k = mz_k \text{ и } D_T = mz_T,$$

где  $D_k$  — диаметр начальной окружности колеса, мм;  $D_T$  — диаметр начальной окружности триба, мм;  $m$  — модуль зацепления, мм.

Межцентровое расстояние

$$a = \frac{D_k + D_T}{2}.$$

Если в эту формулу подставить значение  $D_k$  и  $D_T$ , то

$$a = \frac{m_1 z_k + m_2 z_T}{2} = \frac{m_1 (z_k + z_T)}{2}.$$

### § 31. ВИДЫ ЗУБЧАТЫХ ЗАЦЕПЛЕНИЙ

В приборостроении применяется несколько видов зубчатых зацеплений: эвольвентное, циклоидальное, цевочное, червячное. В эвольвентном зацеплении профиль зуба очерчен кривой, называемой *эвольвентой*. При качении прямой линии по окружности (рис. 88, а) точка А прямой линии описывает эвольвенту  $O_1A$ .

В циклоидальном зацеплении головка зуба очерчивается кривой, называемой *эпициклоидой*, а ножка зуба — кривой, называемой *гипоциклоидой*. При качении окружности I по окружности II, когда центр окружности I располагается вне окружности II (рис. 88, 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. 88, 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.

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.

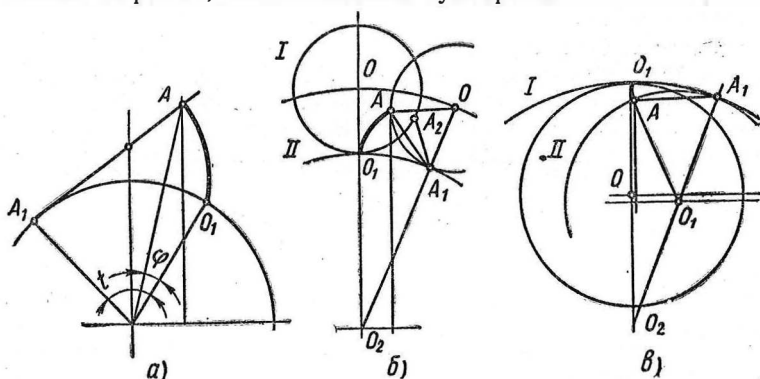


Рис. 88. Кривые, образующие профили зубьев:  
 а — эвольвентное, б — эпициклоида, в — гипоциклоида

Циклоидальное зацепление позволяет нарезать трибы с небольшим числом зубьев и получать большие передаточные отношения ( $u=1:10$ ,  $u=1:12$ ).

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 отношениями 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 число оборотов при небольшом количестве пар колес и трибов, но и обеспечивает малое трение в зубьях, а следовательно, и большой срок службы без существенного износа; плавность работы передачи дает возможность получения трибов с малым числом зубьев и колес с большим числом зубьев.

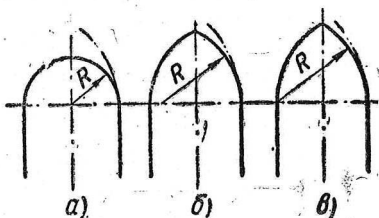


Рис. 89. Форма зубьев часового зацепления:

а — скругленная, б — полуострая, в — острая

Профиль зуба в часовом зацеплении при одной и той же толщине  $s$  может иметь различные очертания.

При  $R = \frac{1}{2} s$  — со скругленным зубом (рис. 89, а);

при  $R = \frac{5}{6} s$  — с полуострым зубом (рис. 89, б);

при  $R = s$  — с острым зубом (рис. 89, 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 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 отношение часового зацепления не остается постоянным:

в начале зацепления оно больше, чем в конце зацепления. Величина изменения передаточного отношения

$$\Delta u = u_{\text{нач}} - u_{\text{кон}}$$

зависит от межцентрового расстояния и других факторов.

### § 32. РАСЧЕТ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ОТНОШЕНИЙ ОСНОВНОЙ КОЛЕСНОЙ СИСТЕМЫ

В зависимости от конструкции часового механизма его основная колесная система имеет различное число пар.

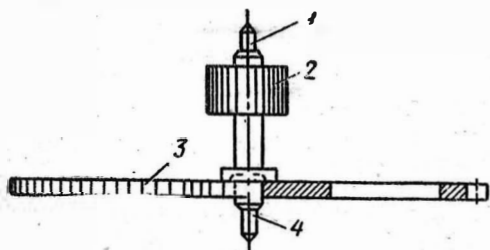


Рис. 90. Узел зубчатого колеса с трибом:

1, 4 — цапфы. 2 — триб, 3 — колесо

Наиболее распространенной является кинематическая схема, при которой основная колесная система состоит из четырех пар:

барабан — центральный триб ( $u_1$ ),  
центрального колеса — промежуточный триб ( $u_2$ ),  
промежуточное колесо — секундный триб ( $u_3$ ),  
секундное колесо — анкерный триб ( $u_4$ ).

Конструктивно узел основной колесной системы, состоящей из колеса и триба, выполнен, как показано на рис. 90. 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.

Колесо каждого узла 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:

барабан . . . . .	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 отношения через скорости вращения колес.** Передаточное отношение можно определить через скорости вращения колес.

Для нахождения передаточных отношений 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  $0,4 \times 15 = 6$  с, т. е. его скорость  $1/6$  об/с. Такую же скорость имеет и анкерный триб.

Определив скорость вращения анкерного колеса, находим скорость вращения секундного колеса, которое должно вращаться с той же скоростью, что и секундная стрелка. Она всегда должна делать один оборот за 60 с, т. е. скорость вращения секундного колеса равна  $1/60$  об/с. Передаточное отношение между анкерным трибом и секундным колесом можно выразить через скорости вращения секундного колеса и анкерного триба:

$$u_4 = \frac{z_7}{z_8} = \frac{n_7}{n_8} = \frac{\omega_7}{\omega_8};$$

$$u_4 = 1/6 \cdot 1/60 = 60/6 = 10.$$

Передаточное отношение между секундным и центральным колесами можно определить через скорости 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, скорость вращения центрального колеса и триба минутной стрелки  $\omega_{10}$  равна  $1/60$  об/мин, тогда как  $\omega_7$  равно 1 об/мин:

$$u = \frac{\omega_7}{\omega_{10}} = 1 : 1/60 = 60.$$

Передаточное отношение, равное 60, велико и при этом габариты центрального колеса резко увеличены. Для уменьшения габаритов колес передаточное отношение делится на две пары зубчатых зацеплений, для чего вводится дополнительное промежуточное колесо с трибом. Передаточное отношение разбивается на два приблизительно равных числа:  $u_2 = 8$ ,  $u_3 = 7,5$ .

В выбранной для расчета передаточных отношений конструкции часов (модель 2409) барабан делает за сутки 3,5 оборота или один оборот за 7 ч. Следовательно, скорость его вращения равна  $1/7$  об/ч.

$$u_1 = \frac{\omega_2}{\omega_1} = 1 : 1/7 = 7;$$

$$u_{\text{общ}} = u_1 \cdot u_2 \cdot u_3 \cdot u_4 = 7 \cdot 8 \cdot 7,5 \cdot 10 = 4200.$$

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 27300 оборотов.

При передаточном отношении, 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 отношения по числу зубьев колес.** Расчет будем вести на примере часов «Полет» модели 2409, имеющих классическую кинематическую схему (рис. 91).

Передаточное отношение от барабана к центральному трибу равно отношению числа зубьев барабана к числу зубьев центрального триба:

$$u = \frac{z_1}{z_2}.$$

Барaban имеет 70 зубьев, а центральный триб — 10, следовательно:

$$u = \frac{z_1}{z_2} = \frac{70}{10} = 7,$$

т. е. при одном обороте барабана центральный триб делает 7 оборотов.

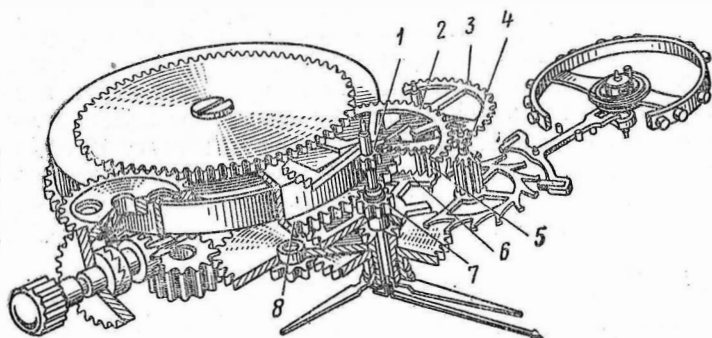


Рис. 91. Кинематическая схема часов с центральной секундной стрелкой:

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

Передаточное отношение от центрального колеса к секундному 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 отношение  $u$  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 отношение от центрального колеса к промежуточному трибу будет  $u_2$ :

$$u_2 = \frac{z_3}{z_4} = \frac{64}{8} = 8.$$

Передаточное отношение от промежуточного колеса к секундному трибу  $u_3$ :

$$u_3 = \frac{z_5}{z_0} = \frac{60}{8} = 7,5.$$

Передаточное отношение 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 отношение от секундного колеса к анкерному трибу  $u_4$  должно быть равно 10:

$$u_4 = \frac{z_7}{z_8} = \frac{70}{7} = 10.$$

Общее передаточное отношение зубчатой передачи от барабана к анкерному колесу будет равно произведению передаточных отношений отдельных пар:

$$u_{\text{общ}} = u_1 \cdot u_2 \cdot u_3 \cdot u_4 = \frac{70}{10} \cdot \frac{64}{8} \cdot \frac{60}{8} \cdot \frac{70}{7} = 4200.$$

### § 33. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЕЛ ЗУБЬЕВ КОЛЕСНОЙ СИСТЕМЫ И МОМЕНТА НА АНКЕРНОМ КОЛЕСЕ

**Определение чисел зубьев колесной системы.** Для определения числа зубьев колесной системы воспользуемся формулой:

$$u = \frac{z_{\text{ведущ.кол}}}{z_{\text{вед.ом.тр}}}$$

При расчете чисел зубьев колесной системы обычно задаются числом зубьев трибов и, используя полученные ранее передаточные отношения, находят необходимое количество зубьев колес. Передаточное отношение между барабаном и центральным трибом:

$$u_1 = \frac{z_1}{z_2} = 7.$$

Задаемся числом зубьев центрального триба, равным 10, тогда

$$z_1 = z_2 \cdot u_1 = 10 \cdot 7 = 70 \text{ зубьев.}$$

Передаточное отношение между центральным колесом и промежуточным трибом равно

$$u_2 = \frac{z_3}{z_4} = 8.$$

Задаемся числом зубьев промежуточного триба, равным 8, тогда

$$z_3 = z_4 \cdot u_2 = 8 \cdot 8 = 64 \text{ зуба.}$$

Передаточное отношение между промежуточным колесом и секундным трибом равно

$$u_3 = \frac{z_5}{z_6} = 7,5.$$

Задаемся числом зубьев секундного триба, равным 8, тогда

$$z_5 = z_6 \cdot u_3 = 8 \cdot 7,5 = 60 \text{ зубьев.}$$

Передаточное отношение между секундным колесом и анкерным трибом равно

$$u_4 = \frac{z_7}{z_8} = 10.$$

Задаемся числом зубьев анкерного триба, равным 7, тогда

$$z_7 = z_8 \cdot u_4 = 7 \cdot 10 = 70 \text{ зубьев.}$$

**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 число оборотов триба по сравнению с барабаном, т. е. можно записать соотношение:

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{n_2}{n_1},$$

заменяя  $\frac{n_2}{n_1}$  через  $u$ , получим:

$$M_2 = \frac{M_1}{u_1}.$$

Центральное колесо, неподвижно закрепленное на трибе, передает крутящий момент промежуточному трибу, т. е.

$$M_4 = \frac{M_3}{u_2},$$

Для других пар колес также можно записать аналогичные выражения. Для секундного триба и промежуточного колеса:

$$M_6 = \frac{M_5}{u_3}.$$

Для анкерного триба и секундного колеса:

$$M_8 = \frac{M_7}{u_4}.$$

Для анкерного колеса:

$$M_9 = \frac{M_1}{u_{\text{общ}}}.$$

Следовательно, момент на анкерном колесе будет во столько раз меньше момента на барабане, во сколько раз число оборотов анкерного колеса больше числа оборотов 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:

$$M_9 = \frac{M_1}{u_{\text{общ}}} \cdot \eta.$$

#### § 34. РАСЧЕТ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ОТНОШЕНИЙ 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 отношение зубчатой передачи от триба минутной стрелки к часовому колесу  $i_{\text{общ}}$  должно равняться  $1/12$ . Между трибом минут-

ной стрелки и часовым колесом имеется вексельное колесо с трибом (рис 92).

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:

$$u_5 = \frac{z_{10}}{z_{11}} = \frac{12}{32}.$$

Передаточное отношение второй пары триб вексельного колеса — часовое колесо будет равно:

$$u_6 = \frac{z_{12}}{z_{13}} = \frac{8}{36}.$$

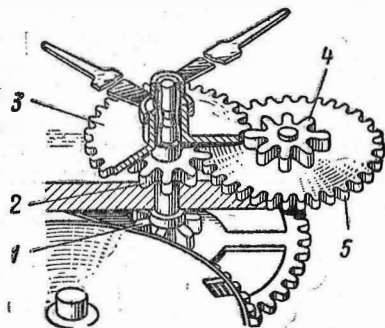


Рис. 92. Схема стрелочного механизма:

1 — триб центрального колеса, 2 — триб минутной стрелки, 3 — часовое колесо, 4 — триб вексельного колеса, 5 — вексельное колесо

Общее передаточное отношение передачи на стрелки равно:

$$u_{\text{общ}} = u_5 \cdot u_6 = \frac{12}{32} \cdot \frac{8}{36} = \frac{1}{12}.$$

#### Контрольные вопросы

1. Для чего служит основная колесная система в часах?
2. Что называется передаточным отношением часового механизма?
3. Что такое модуль зацепления зубчатых колес?
4. Какие существуют виды зубчатых зацеплений, каковы их преимущества и недостатки?
5. Каким образом достигают в часовом механизме снижения числа оборотов?
6. Как меняется крутящий момент, передаваемый заводной пружиной с 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 передаточные отношения по скоростям вращения колес для часов с периодом колебания 0,333 с?

## ГЛАВА VII

### АНКЕРНЫЙ ХОД ИЛИ СПУСК

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 регулятора 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 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.

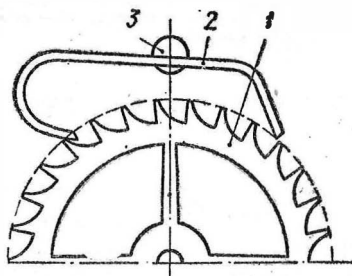


Рис. 93. Схема несвободного анкерного хода:

1 — ходовое колесо, 2 — скобка, 3 — ось

Детальными несвободного анкерного хода (рис. 93) 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.

Детальными свободного анкерного хода являются анкерное колесо 1, анкерная вилка 3 с палетами 2 или штифтами и двойной ролик 4 с импульсным камнем 5 (рис. 94, а, б, в).

Зубья анкерного колеса имеют сложную форму.

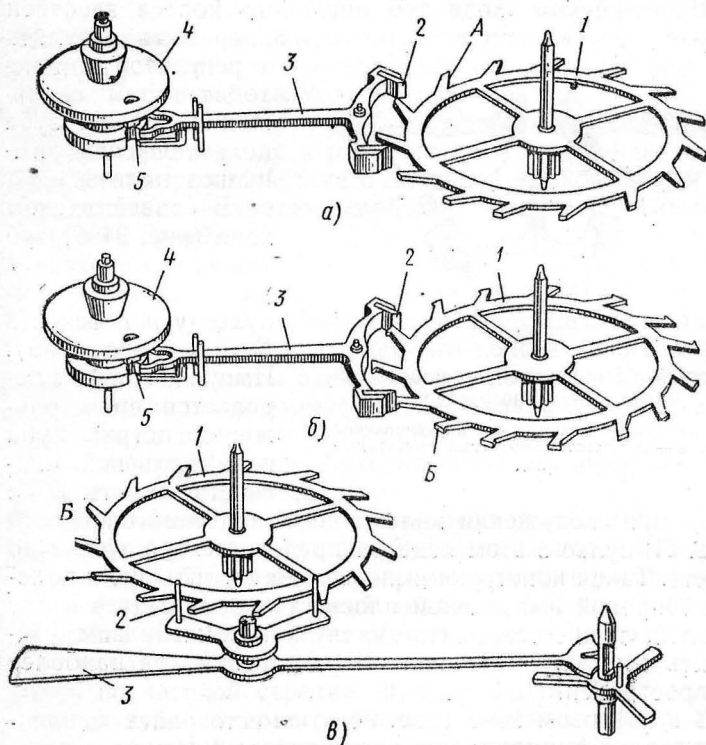


Рис. 94. Виды свободного анкерного хода:

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

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 свободные анкерные хода можно разделить на три типа (рис. 94, *а*, *б*, *в*):

ход с передачей импульса по палете (английский).  
Зуб анкерного колеса заострен, поверхность импульса расположена на палете;

ход с распределенным импульсом (швейцарский).  
Поверхность импульса расположена на зубе анкерного колеса и на палете;

ход с передачей импульса по зубу (штифтовый).

В английском ходе зуб анкерного колеса заострен и имеет только плоскость покоя, а передача импульса к регулятору происходит путем скольжения острия зуба по плоскости импульса палеты.

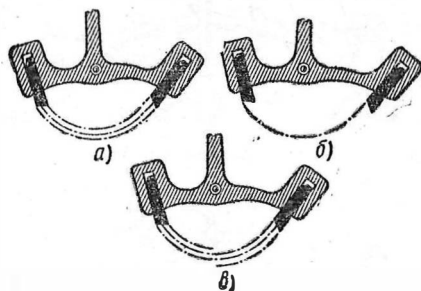


Рис. 95. Расположение плоскостей покоя анкерного хода.

*а* — равноплечный ход, *б* — неравноплечный ход, *в* — полуравноплечный или смешанный ход

В швейцарском ходе (рис. 94, *б*) зуб анкерного колеса *1* имеет широкую импульсную плоскость *Б* (на торце 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. 94, *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:

равноплечие (рис. 95, а), у которых середины импульсных плоскостей палет находятся на равном расстоянии от центра вращения анкерной вилки;

неравноплечие (рис. 95, б), у которых плоскости покоя палет находятся на равном расстоянии от центра вращения анкерной вилки;

полуравноплечие, или смешанные (рис. 95, 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. 96.

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 ограниченному штифту, зуб анкерного колеса лежит на плоскости покоя палеты входа. Между копьём 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 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 ко-

леса, 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 колеса. 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.

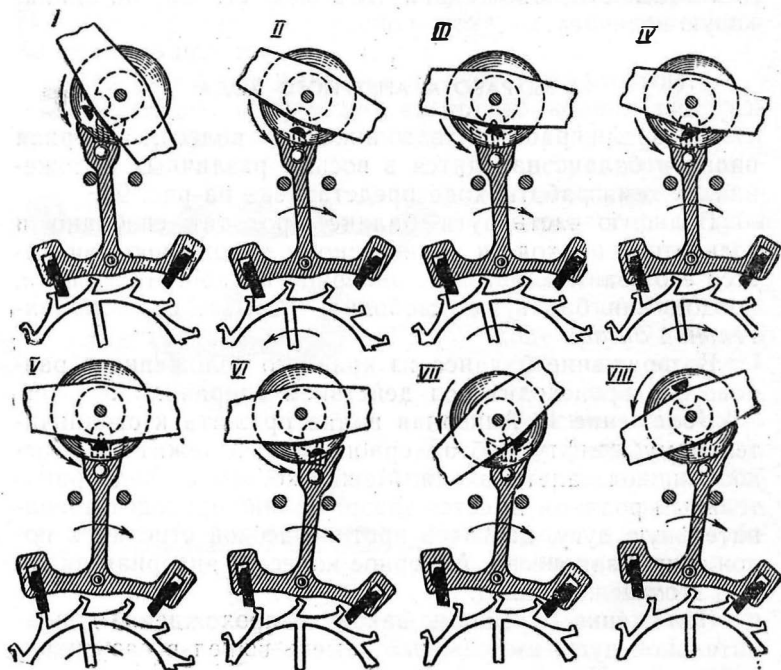
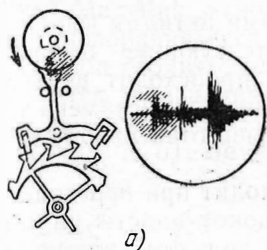


Рис. 96. Положение деталей при работе хода

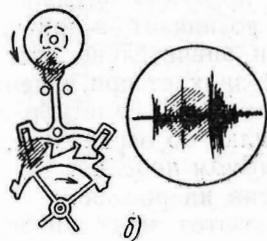
**Положение IV.** Под действием удара зуба анкерного колеса о палету вилка быстро поворачивается по часовой стрелке. Острие зуба колеса движется по плоскости импульса палеты, передавая ей импульс. Левая стенка паза анкерной вилки, догоняя импульсный камень, ударяет по нему, передавая импульс балансу.

**Положение V.** Острие зуба анкерного колеса продол-

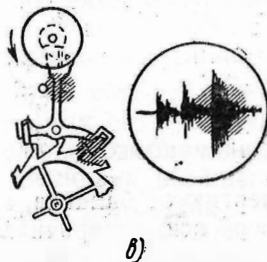
жает движение по плоскости импульса палеты, затем палета скользит по плоскости импульса зуба, анкерная вилка продолжает двигаться к ограничительному штифту, передавая через импульсный камень импульс балансу до тех пор, пока пятка зуба не сойдет с плоскости импульса палеты.



а)



б)



в)

Рис. 97. Осциллограмма ударов при различных положениях анкерной вилки и анкерного колеса:

а — шум освобождения, б — шум импульса, в — шум падения

**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 потеряннного пути, притягивается к ограничительному штифту. Импульсный камень, покинув паз анкерной вилки, проходит мимо рожка, баланс выходит на дополнительную дугу.



Рис. 98. Общая осциллограмма шумов

**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. 97 темными пятнами выделены участки осциллограммы, соответствующие основным ударам. Первый удар (рис. 97, 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. 97, б) происходит при переходе зуба анкерного колеса с плоскости покоя палеты на плоскость импульса. Звук, получаемый при этом, называется *шумом импульса*. Одновременно возникает вторичный шум в пазу анкерной вилки, но он значительно слабее первого. Третий шум (рис. 97, 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*.

Осциллограмма шумов приведена на рис. 98.

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. 99. 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. 100). Различают два угла падения: внутренний (рис. 100, а) и внешний (рис. 100, б). Внутренним углом падения называется

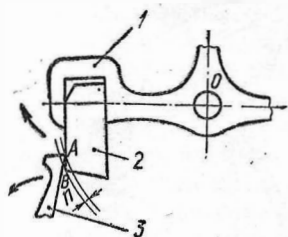


Рис. 99. Угол отхода анкерного колеса назад:

1 — анкерная вилка, 2 — палета, 3 — зуб анкерного колеса

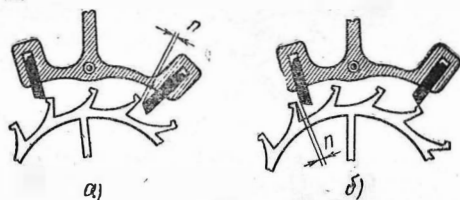


Рис. 100. Углы падения анкерного колеса:

а — внутренний, б — внешний

угол, на который поворачивается анкерное колесо после того, как его зуб сойдет с плоскости импульса палеты входа. При правильно отрегулированном механизме хода величина 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. 101, а). Если внешний угол падения мал, анкерную вилку называют широкой (рис. 101, 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. 102 угол покоя определяется величиной  $A$ .

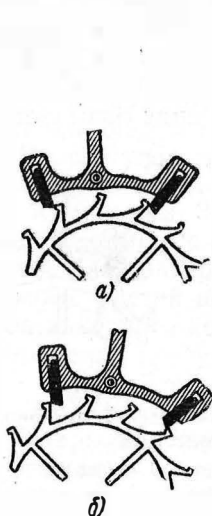


Рис. 101. Скобки:  
а — узкая, б — широкая

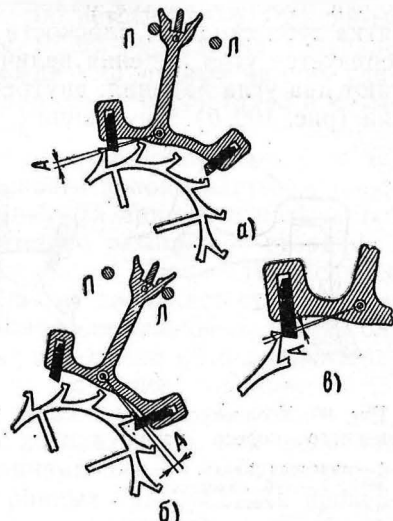


Рис. 102. Углы покоя:

а — угол полного покоя на палете входа,  
б — угол полного покоя на палете выхода,  
в — 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 импульсного 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, и затем отпустить ее, то вилка сразу же вернется к ограничительному штифту. Это явление называется *притяжкой*.

Притяжка необходима для того, чтобы обеспечить зазор между копьём и предохранительным роликом во вре-

мя 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

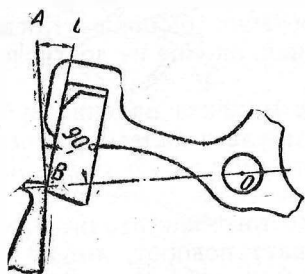


Рис. 103. Определение угла притяжки

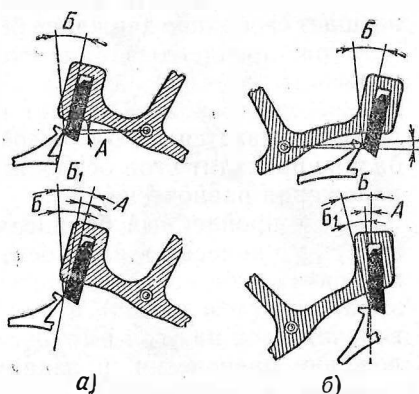


Рис. 104. Изменение углов притяжки: а — на палете входа, б — на палете выхода

силы, с которой зуб анкерного колеса давит на палеты. Он обеспечивает 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. 103). Если из точки  $B$  восстановить перпендикуляр  $AB$  к линии  $OB$ , то угол между перпендикуляром  $AB$  и плоскостью покоя 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  $8^{\circ}30'$ ).

Величина угла притяжки  $B$  во время освобождения анкерной вилки меняется: на палете входа (рис. 104, а) угол притяжки  $B$  увеличивается на угол  $A$ , а на палете выхода (рис. 104, б) — уменьшается на ту же величину  $A$ . Разность между углом притяжки в начале осво-

бождения и углом в конце освобождения равна углу покоя А. 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 повернуться от одного ограничительного штифта к другому. В конструкции хода имеются три предохранительных устройства: копьё 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.

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. 105). Удар будет довольно сильный, часы могут остановиться, в худшем случае может сломаться импульсный камень.

Копьё 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, копьём коснется предохранительного ролика.

Рожки анкерной вилки взаимодействуют с импульсным камнем и предохраняют анкерную вилку от самопроизвольного переброса в тот момент, когда копьё проходит мимо выемки предохранительного ролика и не может предохранить вилку. Ограничительные штифты не позволяют анкерной вилке отклоняться в сторону.

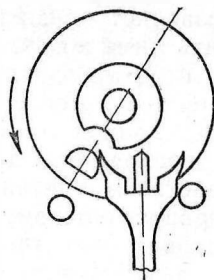


Рис. 105. «Заскок» импульсного камня на внешнюю сторону рожка

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 копые и предохранительный ролик. Во время работы часов между копыем и предохранительным роликом имеется зазор, который позволяет предохранительному ролику свободно проходить мимо копыя.

Если произойдет сильный толчок, анкерная вилка повернется и копые коснется предохранительного ролика, предохраняя 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 рожек 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 копьем 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. 106). 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 конце 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 рожок прежде, чем анкерная вилка дойдет до ограничительного штифта.

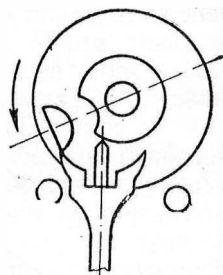


Рис. 106. «Наскок» импульсного камня на рожок

#### § 43. ПОСТРОЕНИЕ ШВЕЙЦАРСКОГО АНКЕРНОГО ХОДА\*

Построим полуравноплечий швейцарский анкерный ход (рис. 107) 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 покоя  $2^\circ$ ;

угол падения  $1^\circ 30'$ .

Шаг анкерного колеса  $t$  определяем по формуле

$$t = \frac{360^\circ}{15} = 24^\circ.$$

Половина шага анкерного колеса равна  $12^\circ$ .

\* Принцип построения швейцарского анкерного хода заимствован из книги З. М. Аксельрод «Часовые механизмы» (Машгиз, 1947).

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 уг-  
 ловая ширина зуба анкерного колеса будет равна  $4^\circ 30'$ .  
 Угол сдвига палет влево примем равным  $1^\circ$ .

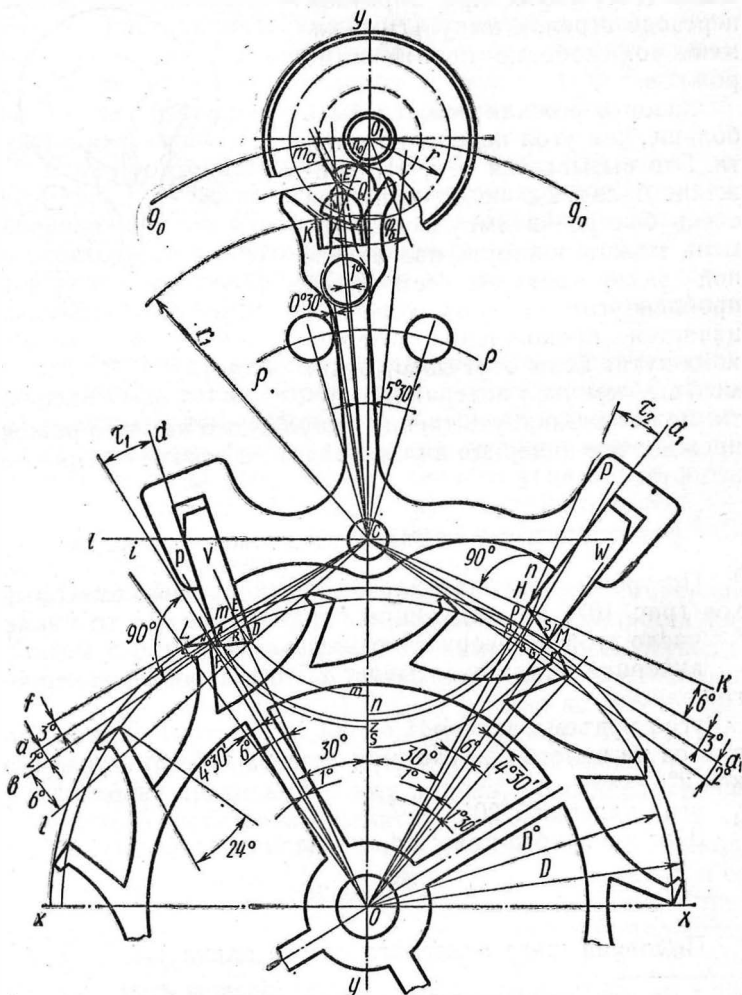


Рис. 107. Построение свободного анкерного хода

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 по 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  $zz$ ,  $tt$ ,  $nn$ ,  $ss$ .

Для определения внешней окружности колеса откладываем вверх угол импульса на зубе, равный  $3^\circ$ , и проводим луч  $Cf$ , пересекающий палетную окружность  $tt$  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  $tt$  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  $Sk$ , 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 (шаг). Каждый зуб строится в соответствии с рассмотренным выше построением.

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. Окладываемые 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  $pp$ , 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 по ГОСТ 7137—73 «Камни часовые» 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  $r$  делают-



ся 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 рожек, 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.

#### Контрольные вопросы

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?

## ГЛАВА VIII

### 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** — тяжелая материальная точка (практически тело малых размеров), подвешанная с помощью нити к неподвижной точке и могущая под влиянием собственного веса совершать колебания по дуге окружности.

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 положения равновесия, 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 про-

порционален 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 *изохронностью*. Приведенная формула справедлива лишь при небольших амплитудах колебаний маятника

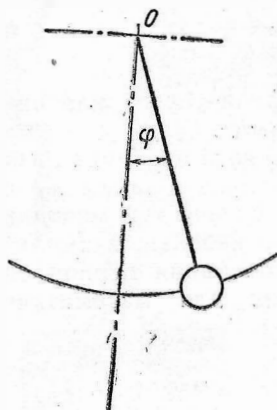


Рис. 108. Математический маятник

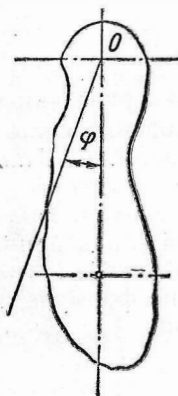


Рис. 109. Физический маятник

(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 маятника. Следовательно, при больших амплитудах *изохронность* 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. 109).

При малой амплитуде колебания период колебания физического маятника определяют по формуле:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L_0}{g}},$$

где  $L_0$  — приведенная длина физического маятника, м;  $g$  — ускорение силы тяжести,  $\text{м/с}^2$ .

*Приведенной длиной* физического маятника называется длина математического маятника с таким же 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 изохронность колебаний 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. 110).

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.

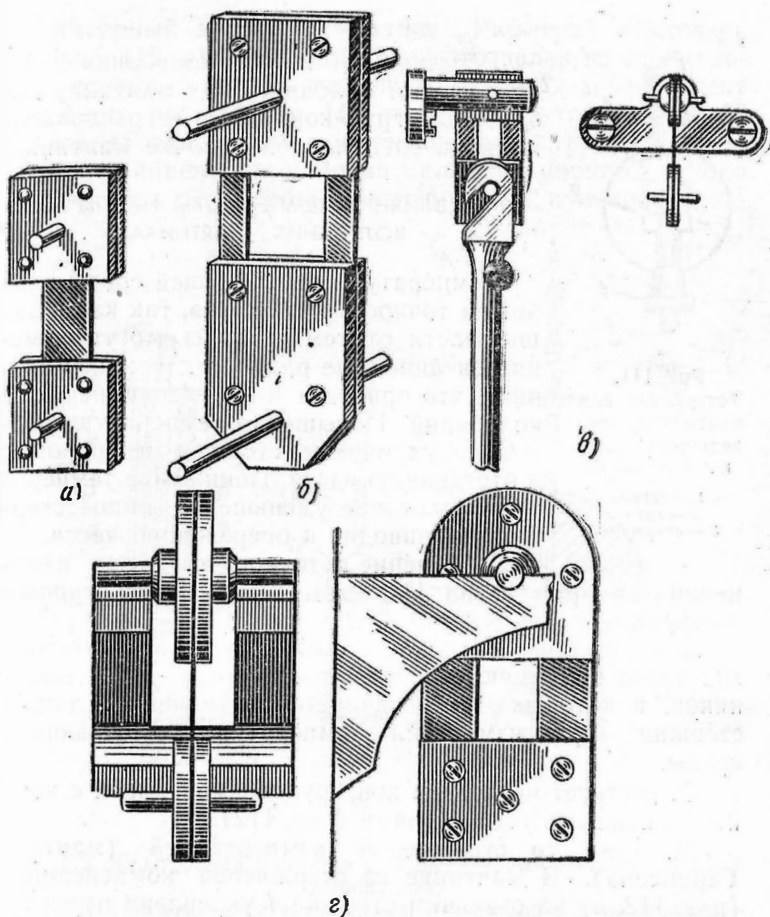


Рис. 110. Виды подвесов маятника:

*а* — в дешевых часах, *б* — в часах Рифлера, *б*<sub>1</sub> — в часах повышенного качества, *г* — в точных часах

Груз 2 (рис. 111) 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).

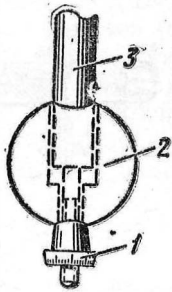


Рис. 111.  
Устройство для  
изменения при-  
веденной дли-  
ны маятника:

- 1 — гайка,  
2 — груз,  
3 — стержень

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.

Изменение суточного хода при изменении 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.

Существует несколько конструкций маятников с компенсационными устройствами (рис. 112).

**Маятник со стержневой компенсацией (маятник Гаррисона).** В маятнике со стержневой компенсацией (рис. 112, а) на стальном стержне 4 укреплен переключатель 8, на которую 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. 112, б) роль компенсационного устройства выполняет стакан 11 с ртутью, укрепленный на грузе 12, подвешенном к стержню 13.

**Инварный маятник (маятник Рифлера).** Стержень 14 (рис. 112, 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 дли-

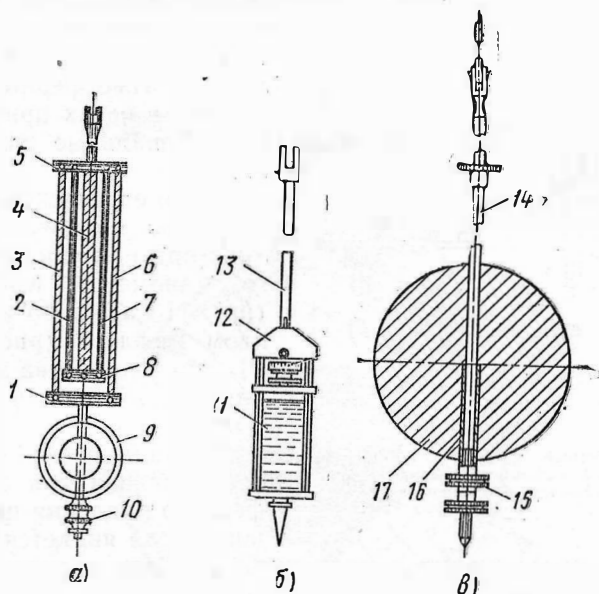


Рис. 112. Конструкция маятника с температурным компенсационным устройством:

*а* — маятник со стержневой компенсацией, *б* — ртутный маятник, *в* — инварный маятник; 1, 5, 8 — перекладки, 2 — латунный стержень, 3, 4, 6 — стальные стержни, 7 — латунный стержень, 9 — линза, 10 — гайка, 11 — стакан с ртутью, 12 — груз, 13, 14 — стержни, 15 — гайка, 16 — компенсационная трубка, 17 — линза

ны 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, сле-

довательно, 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. 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. 113, а), либо анероидом Рифлера (рис. 113, б). Эти устройства закрепляют на стержне маятника.

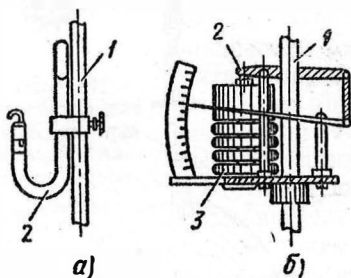


Рис. 113. Устройство для барометрической компенсации маятника:

а — ртутный манометр, б — анероид; 1, 2 — манометрическая трубка, 3 — коробка анероида.

Лучшим способом устранения влияния атмосферного давления на точность хода является уста-

новка 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. 114) являются: баланс 1, ось баланса 2, спираль 5, колодка спирали 6, колонка спирали 7, 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 6, 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 7, которая вставлена

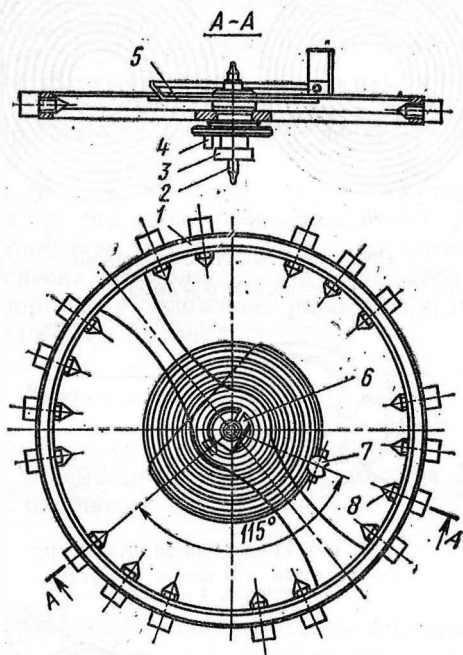


Рис. 114. Балансовый регулятор:

1 — баланс, 2 — ось, 3 — двойной ролик,  
4 — импульсный камень, 5 — спираль, 6 — колодка, 7 — колонка, 8 — винт

в отверстие балансового моста и закреплена там винтом. Спирали бывают с правой и левой навивкой (рис. 115).

Для регулирования точности хода часов путем изменения действующей длины спирали служит градусник (рис. 116). 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. 117).

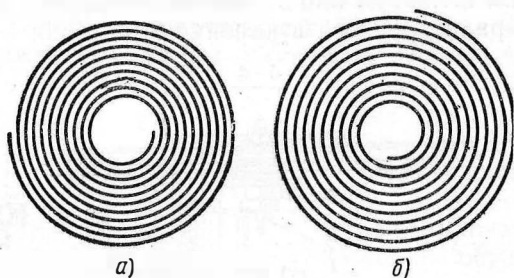


Рис. 115. Спираль с навивкой:  
а — правой, б — левой

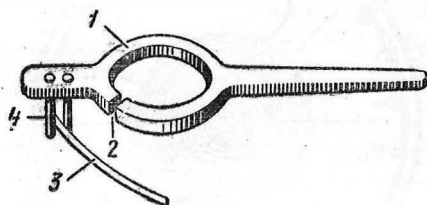


Рис. 116. Градусник со штифтами:  
1 — градусник, 2 — разрез градусника,  
3 — спираль, 4 — штифты

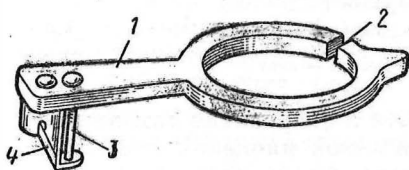


Рис. 117. Градусник с замком:  
1 — градусник, 2 — разрез градусника,  
3 — штифт, 4 — замок градусника

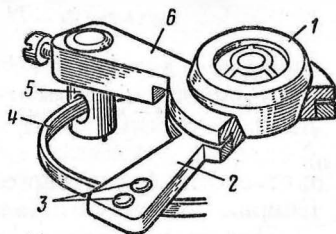


Рис. 118. Градусник с подвижной колонкой:  
1 — накладка, 2 — градусник,  
3 — штифты, 4 — спираль,  
5 — колонка, 6 — регулятор колонки

Для улучшения качества регулировки хода часов часто применяют градусник с подвижной колонкой (рис. 118). 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 положения баланса, так называемую «выкачку баланса». Действующую длину спирали изменяют поворотом градусника относительно регулятора колонки спирали.

### § 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

$$N = \frac{1}{T}.$$

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

$$M = \frac{4\pi^2 I_{\text{бал}}}{T^2}.$$

Из формулы жесткости  $M = \frac{Ebh^3}{12L}$  определяем длину спирали  $L = \frac{Ebh^3}{12M}$ .

Шаг спирали  $t$  определяем по формуле

$$t = \frac{\pi(R^2 - r^2)}{L},$$

где  $R$  — наружный радиус спирали;  $r$  — внутренний радиус спирали.

$$R = \sqrt{\frac{tL}{\pi} + r^2}.$$

Внутренний радиус спирали обычно задается, исходя из конструктивных соображений.

Расчетное количество витков спирали определяем по формуле

$$n = \frac{R-r}{t}.$$

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 0,2 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. Это свойство баланса называется *изохронностью*.

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 изохронности появляется зависимость периода колебания баланса от величины амплитуды. Инерция спирали расстраивает изохронность, 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 тол-

щина 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°) и малой (160—180°) 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

$$F = f \cdot N,$$

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:

$$D = 2\pi \frac{P_0}{S_0},$$

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  $(0,75—2,5) \cdot 10^2$ , камертонного малогабаритного регулятора (осциллятора) —  $(0,5—1,0) \cdot 10^4$  и кварцевого малогабаритного регулятора (осциллятора) —  $(1,5—2,0) \cdot 10^5$ .

## § 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 си-

лы 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  $200^\circ$  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,



Таблица I

Зависимость точности хода часов в вертикальных положениях от размещения центра тяжести баланса

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 амплитуда больше $220^\circ$	+	+	-	-	в I четверти	
	+	0	-	0	на вертикали вверху	
Средняя амплитуда 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 амплитуда больше $220^\circ$	+	+	-	-	в III четверти	
Средняя амплитуда меньше $220^\circ$	+	0	-	0	на вертикали внизу	
	+	-	-	+	в IV четверти	
Средняя амплитуда меньше $220^\circ$	0	+	0	-	на горизонтали слева	
	0	-	0	+	на горизонтали справа	
Средняя амплитуда меньше $220^\circ$	-	+	+	-	во II четверти	
	-	0	+	0	на вертикали вверху	
Средняя амплитуда меньше $220^\circ$	-	-	+	+	в I четверти	

Примечание. В таблице знак (+) показывает опережение хода, знак (-) — отставание, ноль (0) — нормальный ход.

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.

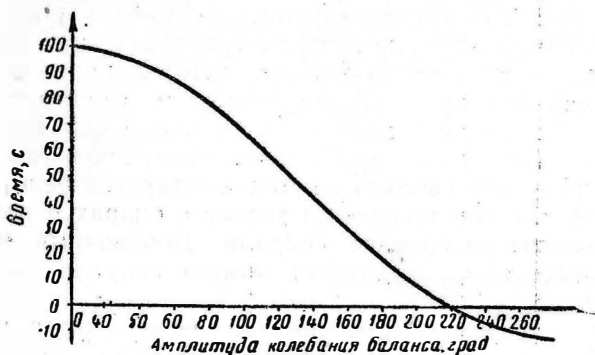


Рис. 119. График изменения суточного хода, вызванного неуравновешенностью баланса

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 он 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 отставать. Зависимость отклонения хода часов от неуравновешенности баланса при разных амплитудах его колебаний можно выразить графически (рис. 119). 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 изохронность.

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 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 карманных часах применяются два вида спиралей: плоская спираль и брегетированная спираль, которая названа по имени французского часовщика Луи Бреге, применившего ее впервые. В часах с плоской спиралью (рис. 120, а) боковая колонка находится в той же плоскости, что и сама спираль.

У брегетированной спирали (рис. 120, 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 балан-

са. Теорию концевых кривых спирали разработал французский инженер Филлипс. Он рассчитал концевые кривые спирали таким образом, чтобы витки спирали при работе, развертываясь, оставались концентричными.

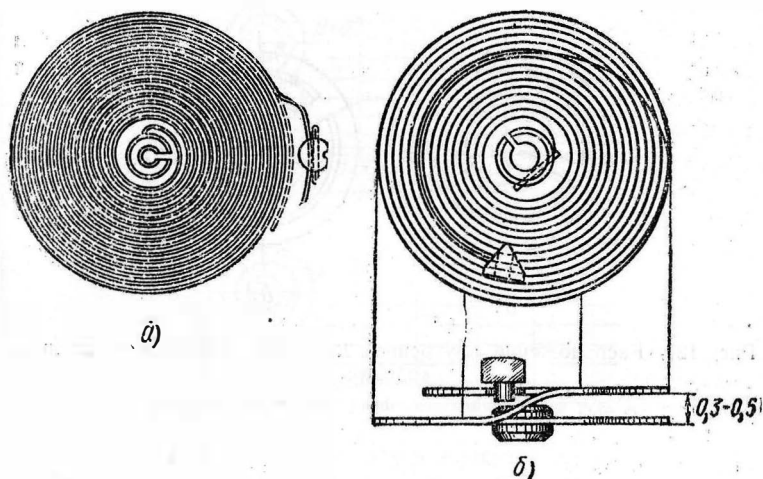


Рис. 120. Виды спиралей:

а — плоская спираль, б — брегетированная спираль

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 превышающем шаг спирали  $t$  (рис. 121). 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  $\frac{R_0}{R}$ , по таблицам можно определить концевую кривую.

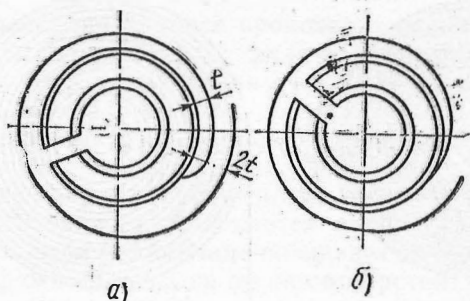


Рис. 121. Расположение внутренней концевой кривой относительно колодки:

а — правильное, б — неправильное

#### § 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.

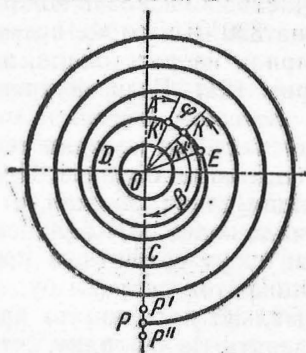


Рис. 122. Влияние крепления спирали на период колебания баланса

Пусть плоская спираль (некоторое число полных витков плюс дополнительная дуга  $\beta$ ) закреплена в точке  $K$  колодки и в точке  $P$  колонки (рис. 122). 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

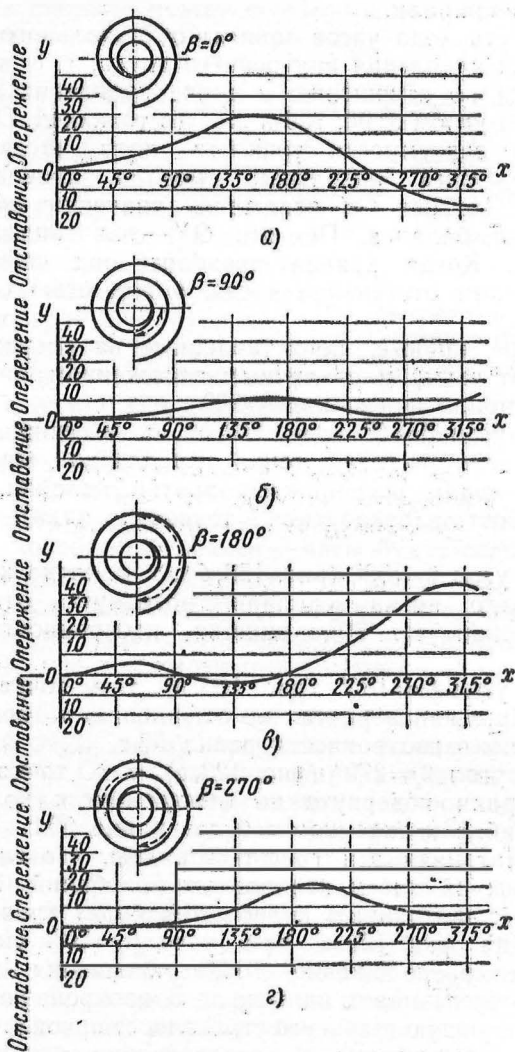


Рис. 123. Графики зависимости точности хода часов от места крепления концевых кривых

$\varphi$ , но в направлении к точке  $K$ , т. е. произойдет раскручивание спирали.

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. 123. 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  $90^\circ$ .

Если угол  $\beta=0^\circ$  (рис. 123, *a*), 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. 123, *b*), т. е. точка крепления внутреннего витка спирали повернута относительно колонки на  $90^\circ$ , ошибка изохронности равна 10 с.

Если угол  $\beta=180^\circ$  (рис. 123, *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. 123, *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. 123, *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 его 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.

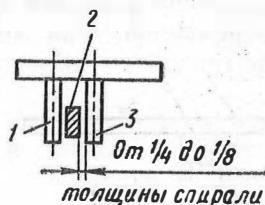


Рис. 124. Правильное расположение спирали в штифтах градусника:

1, 3 — штифты, 2 — спираль

## § 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 изохронность 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. 124).

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 изохронность системы.

Если зазор между штифтами и спиралью превысит половину толщины спирали, то ее рабочая длина станет переменной. При малых амплитудах спираль не будет

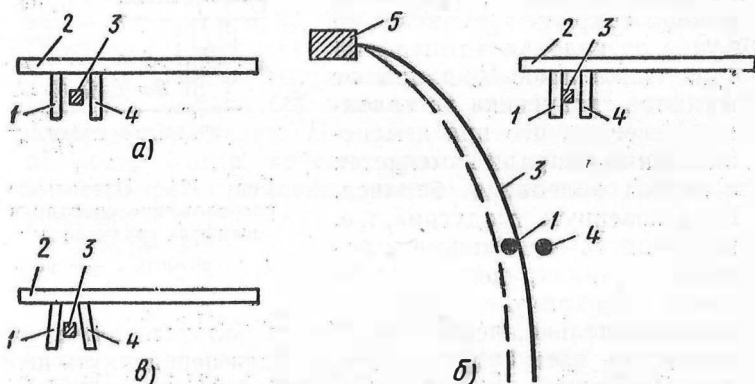


Рис. 125. Неправильное расположение спирали в штифтах градусника:

*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

касаться штифтов регулятора, следовательно, ее рабочая длина не будет ограничиваться штифтами (рис. 125, *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. 125, *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 уве-

личении амплитуды спираль 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 направлении не будет постоянным (рис. 125, 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 зависит 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. 126). Чтобы предотвратить поломки или деформацию оси баланса часов при ударах, применяют специальное противоударное устройство. На рис. 127 показано противоударное устройство оси баланса, применяемое в большинстве наручных часов. Камни запрессованы в специальных подвижных опорах: в накладку 1, имеющую сложную геометрическую форму, вставлена специальная ступенчатая втулка — бушон 2, а в бушон запрес-

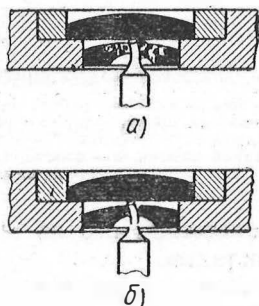


Рис. 126. Возможные поломки при ударе в узле баланса часов без противоударного устройства:  
 а — поломка сквозного камня, б — поломка цапф оси баланса

сован сквозной камень 3. В верхнем устье бушона установлен накладной камень 4, который сверху прижат фиксирующей пружиной 5. Пружина одним своим концом входит в специальный паз накладки, а другим разрезным концом скользит по направляющей накладки. Бушон имеет конические опорные фаски, а накладка является коническим гнездом для бушона. Это сделано для того, чтобы происходило самоцентрирование бушона при

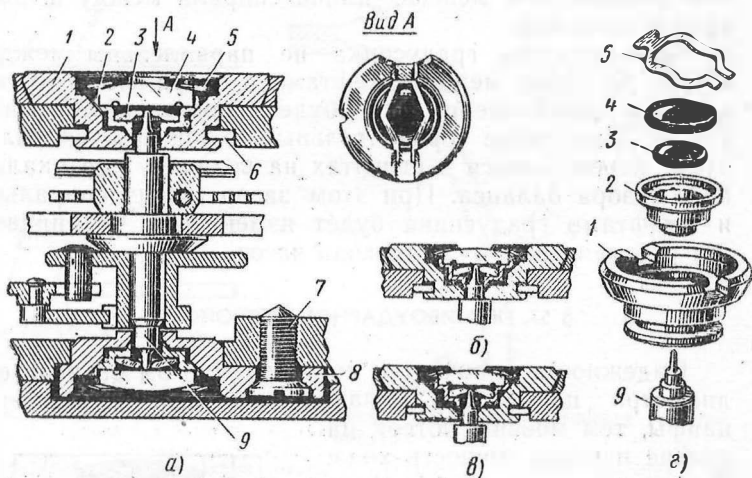


Рис. 127. Схема противоударного устройства оси баланса:

*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 пружина, 6 — V-образный штифт, 7 — винт, 8 — нижняя накладка, 9 — ось баланса

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 платформе часов винтом 7.

При ударе в осевом направлении (см. рис. 127, 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 (см. рис. 127, а) ось баланса давит на камень 4 с шатоном\*. 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 градуса на точность хода часов?
10. Для чего в часах применяют противоударные устройства?

---

\* Шатоном называется бушон с запрессованным камнем.

## ГЛАВА IX

### РЕГУЛИРОВКА ЧАСОВОГО МЕХАНИЗМА

Регулировка часов является наиболее ответственной операцией в процессе их изготовления, определяющей точность хода часов в эксплуатации.

Качество и стабильность регулировки в большой степени зависят от качества деталей и качества сборки отдельных узлов и механизма в целом.

#### § 58. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К УЗЛАМ ЧАСОВОГО МЕХАНИЗМА

**Узел барабана.** Характеристика заводной пружины должна соответствовать всем требованиям технических условий на нее. Раскручивание пружины в течение суток должно быть плавным, уменьшение крутящего момента при этом должно быть минимальным.

Крутящий момент пружины при ее полной заводке, превышающий максимальный допустимый момент, может вызвать «пристук» в часах, при этом часы могут или сильно спешить, или останавливаться вследствие поломки импульсного камня или заклинивания в ходу. Если крутящий момент пружины на четвертом развороте (после 24 ч работы) будет меньше минимально допустимого, то часы нельзя будет отрегулировать из-за «слабого хода».

Неравномерное раскручивание заводной пружины при работе будет вызывать скачкообразное изменение крутящего момента, что повлечет за собой резкие колебания амплитуды, т. е. ход часов будет непостоянным.

**Основная колесная система.** Колесная система должна работать плавно, передавая энергию от двигателя к ходу без рывков.

Неправильная установка осевых и радиальных зазоров колесной системы, неточное изготовление профиля зубьев, плоскостное и радиальное биение колес и трибов вызывают изменение трения при работе колесной системы. Так как момент на баланс будет передаваться неравномерно, произойдет периодическое изменение амплитуды колебания баланса, в связи с чем часы будут «менять ход». Грубые недостатки в колесной системе могут привести к остановке часов.

**Узел хода.** Узел хода обеспечивает периодическую передачу импульсов балансу при каждом его полукколебании и оказывает непосредственное влияние на точность хода часов. Дефекты в узле хода могут возникнуть при отклонении осевых и радиальных зазоров от допустимых, при неправильном изготовлении зубьев анкерного колеса, рожек анкерной вилки и копы, при отсутствии правильного взаимодействия деталей хода. Все эти недостатки приводят к нарушению подачи равномерных импульсов балансу и, следовательно, снижают точность хода часов или вызывают их остановку.

**Узел регулятора.** Узел регулятора должен колебаться с заданным периодом. Баланс должен быть хорошо уравновешен, цапфы оси баланса должны иметь правильную геометрическую форму, правильно термически обработаны и хорошо отполированы.

Спираль должна быть установлена правильно, т. е. витки спирали должны располагаться концентрично на одинаковом расстоянии один от другого. При колебаниях баланса все витки спирали должны равномерно расходиться и сходиться.

Спираль должна лежать в плоскости, параллельной плоскости обода баланса.

Зазор между спиралью и штифтами («игра») не должен быть более половины ее толщины на всем участке действия штифтов градусника.

Для обеспечения одинаковых колебаний баланса вправо и влево (нормальной «выкачки») необходимо, чтобы при полностью спущенной пружине хвост анкер-

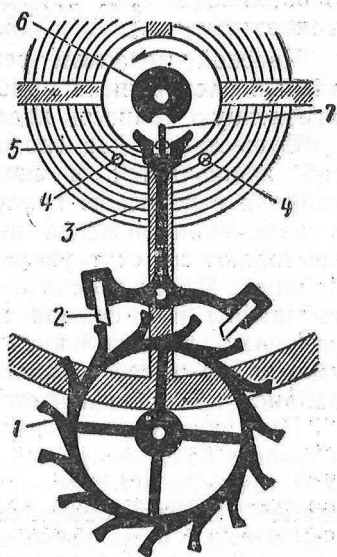


Рис. 128. Правильное расположение баланса анкерной вилки и анкерного колеса:

- 1 — зуб анкерного колеса,
- 2 — палета, 3 — анкерная вилка,
- 4 — ограничительные штифты,
- 5 — импульсный камень,
- 6 — предохранительный ролик,
- 7 — копы

ной вилки 3 находился на одинаковом расстоянии от ограничительных штифтов 4, зуб анкерного колеса 1 лежал на плоскости импульса палеты 2, а импульсный камень 5 (эллипс) находился в пазу анкерной вилки (рис. 128).

### § 59. СПОСОБЫ РЕГУЛИРОВКИ

Часовой механизм регулируют при помощи специальных электронных приборов, на которых определяют мгновенную точность хода часов.

Существуют два способа регулировки. Первый способ заключается в изменении действующей длины спирали с помощью градусника. Второй способ состоит в изменении момента инерции баланса, которое осуществляют за счет увеличения или уменьшения массы баланса. Массу можно изменять, подкладывая под винты шайбы или снимая их, а также засверливая или опиливая головки винтов. В безвинтовых балансах уменьшать массу можно только засверливанием обода баланса с его нижней стороны.

При эксплуатации наручные часы могут находиться в любых положениях, поэтому для обеспечения требуемой точности их регулируют в шести положениях, которые условно обозначают так, как указано ниже:

<i>Наименование положений</i>	<i>Условное обозначение</i>
Циферблатом вверх . . . . .	○ — —
Циферблатом вниз . . . . .	○
Заводной головкой влево . . . . .	Ю
Заводной головкой вверх . . . . .	Ю
Заводной головкой вниз . . . . .	Ю
Заводной головкой вправо . . . . .	Ю



При регулировке необходимо учитывать и изменения, которые могут произойти в часах при их длительной эксплуатации: увеличение трения из-за загрязнения механизма и увеличения вязкости смазки; уменьшение крутящего момента заводной пружины вследствие усталости материала пружины и т. п. В результате этих изменений уменьшается амплитуда колебания баланса. Поэтому регулировать часы необходимо как при максимальной амплитуде колебаний баланса, превышающей  $250^\circ$ , так и при минимальной амплитуде порядка  $150^\circ$ .

Регулируют только полностью собранный механизм, но без циферблата, стрелок и корпуса.

При амплитуде  $150^\circ$  определяют: точность выполнения операции «вибрация спирали», при которой устанавливается рабочая длина спирали; правильность установки осевых зазоров; равномерность трения на опорах в горизонтальных положениях часов — циферблатом вверх и вниз; степень уравновешенности узла баланс — спираль и направление утяжеленного участка этого узла; отклонение от изохронности при смене горизонтального положения на вертикальное.

При амплитуде свыше  $250^\circ$  определяют: отклонение от изохронности; правильность установки спирали в штифтах градусника; отсутствие «пристука»; изменение хода часов при смене горизонтального положения на вертикальное.

Если период колебания баланса в часах не зависит от амплитуды колебания баланса, то средний мгновенный суточный ход в горизонтальных положениях  $\omega_{\text{ср.г}}$  равен среднему мгновенному суточному ходу в вертикальных положениях  $\omega_{\text{ср.в}}$ :

$$\omega_{\text{ср.г}} = \omega_{\text{ср.в}}$$

Средний мгновенный суточный ход в горизонтальном положении можно определить по формуле:

$$\omega_{\text{ср.г}} = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2},$$

где  $\omega_1$  и  $\omega_2$  — мгновенные суточные хода в двух горизонтальных положениях (циферблатом вверх и вниз).

Средний мгновенный суточный ход в вертикальном положении можно определить по формуле:

$$\omega_{\text{ср.в}} = \frac{\omega_1 + \omega_4 + \omega_5 + \omega_6}{4},$$

где  $\omega_3$ ,  $\omega_4$ ,  $\omega_5$  и  $\omega_6$  — мгновенные суточные хода в четырех вертикальных положениях (заводной головкой вверх, вниз, вправо и влево).

Если система баланс—спираль уравновешена, то  $\omega_{\text{ср.в.}} = \omega_3 = \omega_4 = \omega_5 = \omega_6$ . В этом случае механизм можно регулировать, изменяя действующую длину спирали.

При неуравновешенной системе баланс—спираль  $\omega_3$ ,  $\omega_4$ ,  $\omega_5$  и  $\omega_6$  не равны между собой.

Для определения причин, вызывающих неуравновешенность колебательной системы, определяют разность между  $\omega_{\text{ср.г.}}$  и  $\omega_{\text{ср.в.}}$ :

Если эта разность менее 10 с, то причиной неуравновешенности системы является плохая уравновешенность баланса\*. Если разность более 10 с, неуравновешенность системы вызвана неточной установкой спирали.

Определение причин неуравновешенности колебательной системы особенно важно при регулировке часов с безвинтовым балансом, где нельзя регулировать часы, изменяя массу самого баланса.

Проверка точности хода в горизонтальных положениях показывает точность вибрации спирали. В винтовом балансе ошибку «вибрации» в пределах  $\pm 1,5$  мин можно исправить, изменяя момент инерции баланса. При этом момент инерции баланса или увеличивается, т. е. под два противоположных винта добавляют одинаковые по массе шайбы, или уменьшается, т. е. с двух противоположных винтов снимают шайбы или эти винты подверливают.

В зависимости от толщины добавленных или снятых регулировочных шайб суточный ход часов изменяется на определенную величину:

Толщина шайб, мм	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07
Ход часов, с	20—30	45—60	65—80	90—100	110—120	130—150— —150	150— —180

В случае безвинтового баланса ошибка «вибрации» допускается в пределах  $\pm 1$  мин. Исправить ошибку

\* Причины, вызывающие неуравновешенность узла, рассмотрены в главе VI.

«вибрации» в этом случае можно, только изменяя длину спирали.

При проверке часов в горизонтальных положениях определяют изохронную погрешность  $I$  по формуле:

$$I = \omega_{150^\circ} - \omega_{250^\circ} \text{ или}$$

$$I = \omega_{с.с} - \omega_{п.з},$$

где  $\omega_{250^\circ}$  — мгновенный суточный ход при амплитуде свыше  $250^\circ$ ;  $\omega_{150^\circ}$  — мгновенный суточный ход при амплитуде  $150^\circ$ ;  $\omega_{п.з}$  — мгновенный суточный ход при полной заводке пружины;  $\omega_{с.с}$  — мгновенный суточный ход через сутки после полной заводки пружины.

Изохронная погрешность для достаточно точных часов не должна превышать 10 с. Разность мгновенных суточных ходов в двух горизонтальных положениях циферблатом вниз и вверх также не должна превышать 10 с.

$$\omega_{ц.вверх} - \omega_{ц.вниз} \leq 10 \text{ с.}$$

При проверке часов в вертикальных положениях при амплитуде  $150^\circ$  выявляют величину неуравновешенности узла баланс—спираль.

Перед началом регулировки необходимо установить: нуждаются ли часы в регулировке, т. е. определить максимальный мгновенный суточный ход часов, и можно ли регулировать часы градусником.

Для регулировки часов градусником следует определить максимальный перепад мгновенного суточного хода в горизонтальном и вертикальном положениях и максимальную разность мгновенных суточных ходов в вертикальных положениях.

Если механизм невозможно регулировать градусником, надо установить, чем вызвана неуравновешенность системы баланс—спираль: неуравновешенностью баланса или неправильной установкой спирали.

По значениям мгновенных суточных ходов в четырех вертикальных положениях и в горизонтальном положении циферблатом вверх при различных амплитудах колебания баланса от  $140$  до  $270^\circ$  можно построить график (рис. 129).

Если неуравновешенность системы вызвана неуравновешенностью баланса, то кривые мгновенных суточных ходов в различных вертикальных положениях пе-

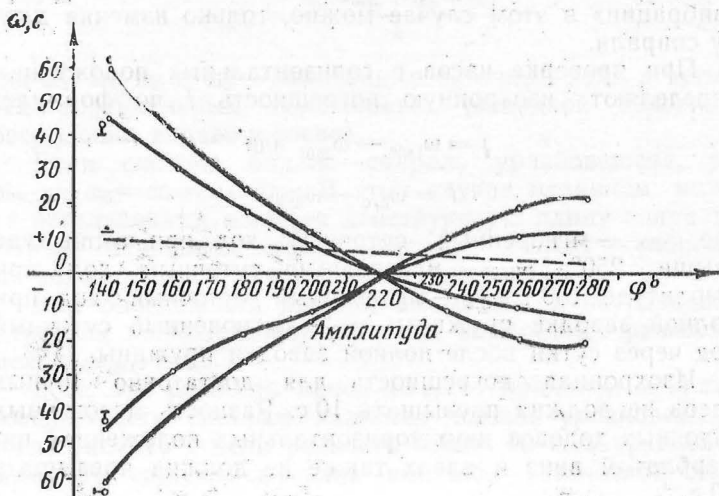


Рис. 129. График мгновенных суточных ходов при неуравновешенности баланса

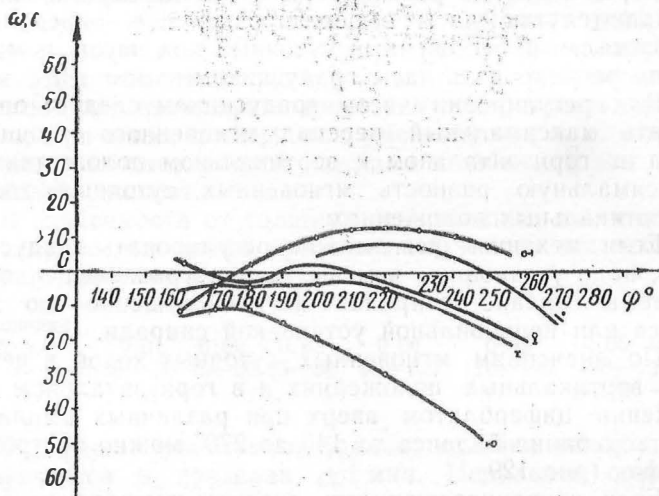


Рис. 130. График мгновенных суточных ходов при неуравновешенности, вызванной неправильной установкой спирали

ресекутся при значении амплитуды  $220^{\circ}$ , а кривая мгновенного суточного хода в горизонтальном положении (пунктирная) как бы разделит график на две части или может быть сдвинута в пределах до 10 с.

В этом случае в часах с безвинтовым балансом необходимо более тщательно статически уравновесить

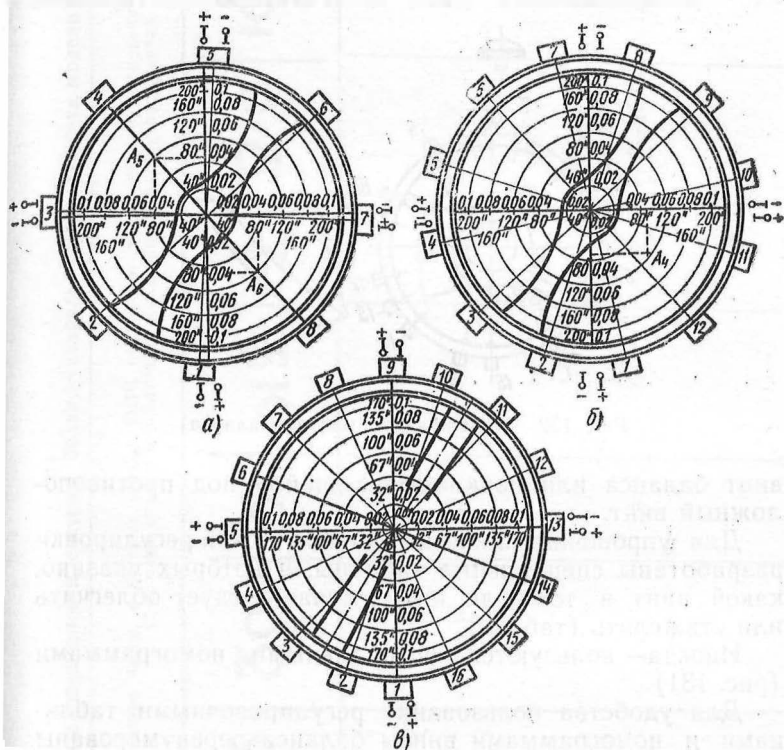


Рис. 131. Номограммы для регулировки часов

узел баланса, а в часах с винтовым балансом произвести динамическую регулировку.

Если неуравновешенность системы вызвана неправильной установкой спирали, то график мгновенных суточных ходов будет выглядеть, как показано на рис. 130, кривые будут расположены без какой-либо закономерности. Разность мгновенных средних ходов в горизонтальных положениях будет более 10 с. В этом

случае необходимо проверить установку спирали и исправить найденный дефект, после чего механизм надо регулировать градусником.

При динамической регулировке, записывая значения мгновенных суточных ходов в вертикальных положениях, определяют расположение утяжеленного участка. Уравновешивают узел, облегчая соответствующий

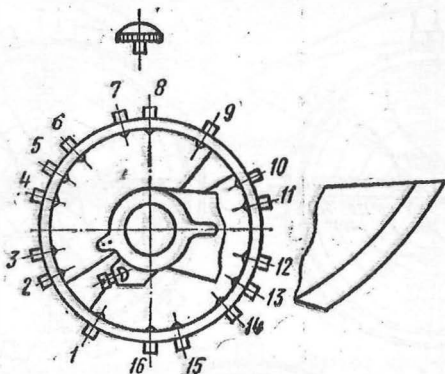


Рис. 132. Расположение винтов баланса

винт баланса или подкладывая шайбу под противоположный винт.

Для упрощения процесса динамической регулировки разработаны специальные таблицы, в которых указано, какой винт в том или ином случае следует облегчить или утяжелить (табл. 2).

Иногда пользуются специальными номограммами (рис. 131).

Для удобства пользования регулировочными таблицами и номограммами винты баланса перенумерованы (рис. 132).

#### § 60. ПРИБОРЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ТОЧНОСТИ ХОДА

Часы регулируют и проверяют точность их хода на специальных электронных приборах ППЧ-4, П-12, ППЧ-6, ППЧ-7.

На часовых заводах наиболее широко распространены приборы П-12 и ППЧ-6.

Прибор П-12 (рис. 133) состоит из механизма для записи хода часов на бумажную ленту, синхронного

## Исправление неуравновешенности системы баланс—спираль часов «Полет» модели 2409

Исправление	Положение часов, в которых прибор ППЧ показывает положительную поправку суточного хода, т. е. часы спешат относительно показаний в других положениях							
	⊖	⊖Ю	Ю	ЮЮ	Ю	ЮЮ	Ю	Ю⊖
Подложить соответствующую шайбу под винт №, если поправка (—) . .	8	9—10	12	14	16	1—2	4	6
Облегчить винт №, если поправка (+)	16	1—2	4	6	8	9—10	12	14

электродвигателя и стробоскопа. В комплект прибора входит микрофон и усилитель.

Чувствительный пьезоэлектрический элемент микрофона 4 преобразует механические удары часов (звук «тик-так») в импульсы тока. Для регулировки часы укрепляют над чувствительным элементом. Микрофон

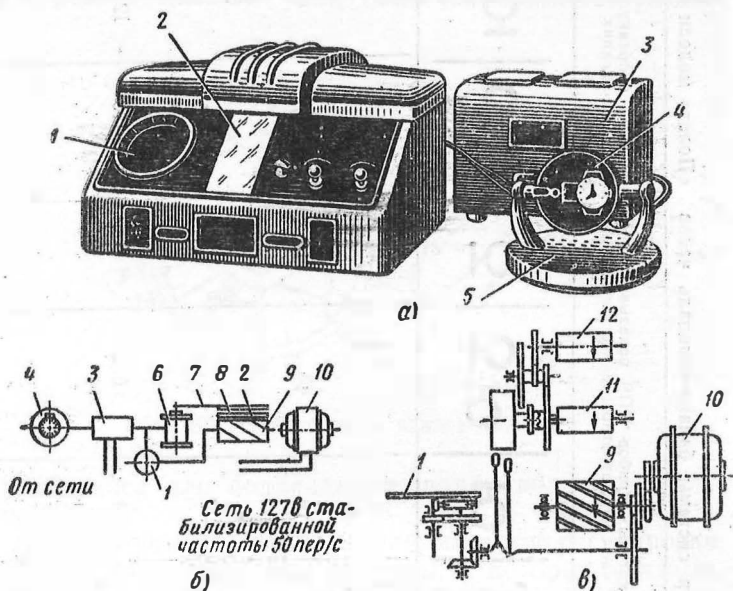


Рис. 133. Прибор П-12:

а — общий вид, б — электрическая схема, в — кинематическая схема; 1 — стробоскоп, 2 — бумажная лента, 3 — усилитель, 4 — микрофон, 5 — подставка, 6 — электромагнит, 7 — якорь, 8 — копирующая лента, 9 — барабан, 10 — синхронный электродвигатель, 11 — барабан подачи бумажной ленты, 12 — барабан подачи копирующей ленты

смонтирован на специальной подставке 5, позволяющей изменять положение часов, не снимая их с микрофона.

Импульсы тока, проходя через усилитель 3, заставляют срабатывать электромагнит 6 записывающего устройства или зажигаться неоновую лампу стробоскопа 1.

Синхронный электродвигатель 10 прибора питается от сети переменного тока стабилизированной эталонной частоты (50 периодов в секунду) и вращает барабан 9 с винтовыми выступами, оставляющими отпечатки на бумажной ленте 2.



Принцип работы прибора основан на сравнении частоты колебания регулятора проверяемого механизма с эталонной частотой вращения диска стробоскопа 1 или барабана 9 печатающего устройства.

Разница между частотой колебаний регулятора проверяемого механизма в течение короткого времени (например, 30 с) и эталонной частотой изображается печатной диаграммой на подвижной бумажной ленте 2. Диаграмма представляет собой линию, состоящую из последовательных точек, наклон которой показывает направление и величину суточной погрешности хода проверяемых часов.

Если при каждом ударе якоря электромагнита, соответствующем звукам «тик» или «так» в часах, винтовой выступ на барабане будет находиться в одном и том же положении, то все точки диаграммы расположатся на одной вертикали соответствующей нулевой погрешности хода часов.

Если часы спешат, то электромагнит сработает раньше, чем винтовой выступ займет исходное положение — точки на диаграмме сдвинутся вправо, т. е. диаграмма будет иметь вид прямой линии, наклоненной вправо. Если часы отстают, то прямая линия на ленте будет иметь наклон влево. Чем больше угол наклона линии диаграммы, тем больше погрешность хода часов.

Величину мгновенного суточного хода часов определяют по шкале, размещенной на передней панели прибора. В тех случаях, когда суточный ход часов более  $\pm 10$  мин, ход можно контролировать с помощью стробоскопа 1, диск которого вращается синхронно с электродвигателем.

Во время срабатывания электромагнита будет зажигаться неоновая лампа, укрепленная на диске стробоскопа 1.

Если при каждом обороте диска лампа зажигается в одном и том же месте шкалы стробоскопа, то часы идут правильно.

Если вспышки лампы и скорость вращения диска не синхронизированы, то вспышки лампы будут смещены.

Смещение вспышек неоновой лампы в направлении движения часовой стрелки будет означать, что часы спешат, а смещение против часовой стрелки — часы отстают.

Применение электронных ламп и наличие стробоскопа делают прибор П-12 несколько громоздким и неудоб-

ным в эксплуатации. В связи с этим разработан и внедряется в производство современный прибор ППЧ-6, в электронную схему которого включены полупроводниковые приборы. Принцип проверки хода часов в этом приборе такой же, как и на приборе П-12. В комплект прибора ППЧ-6 (рис. 134) также входит микрофон 5, на котором устанавливают проверяемые часы 6. Показания

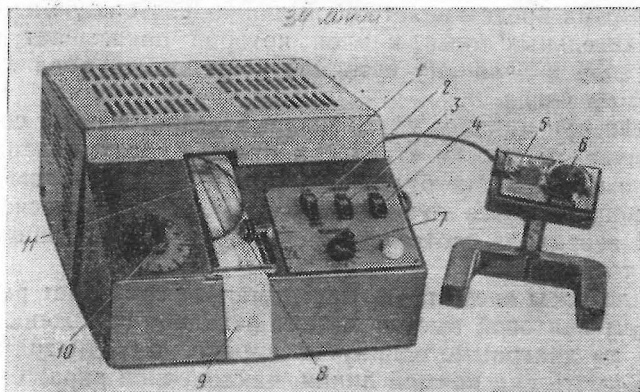


Рис. 134. Прибор ППЧ-6:

1 — корпус, 2 — ручка переключения периода, 3 — ручка включения мотора, 4 — ручка включения прибора, 5 — микрофон, 6 — проверяемые часы, 7 — ручка усилителя, 8 — прижимной валик, 9 — бумажная лента, 10 — ручка шкалы прибора, 11 — пластмассовый диск для определения точности хода

(диаграмма) записываются на бумажной ленте 9. Поворачивая ручку 10, совмещают шкалу пластмассового диска 11 с записью на ленте и по шкале определяют величину мгновенного хода часов. Прибором управляют с помощью ручек, расположенных на передней панели. Ручки 3 и 4 служат для включения приборов и запуска электродвигателя, ручка 2 — для переключения прибора на различные периоды колебаний баланса: 0,4 с, 0,333 с и т. д. Ручкой 7 регулируют усиление, прижимным валиком 8 можно изменять скорость движения ленты, т. е. можно производить запись точности хода с замедлением в два раза.

Чтобы получить на приборе для проверки точности хода часов ясную диаграмму, с помощью усилителя выбирают только один шум (обычно шум освобождения как наиболее точный).

## § 61. ЗАПИСЬ ХОДА ЧАСОВ НА ПРИБОРЕ

По характеру записи на ленте прибора определяется не только точность хода часов, но и качество их сборки.

На рис. 135 представлены различные виды записей, характеризующие работу часов.

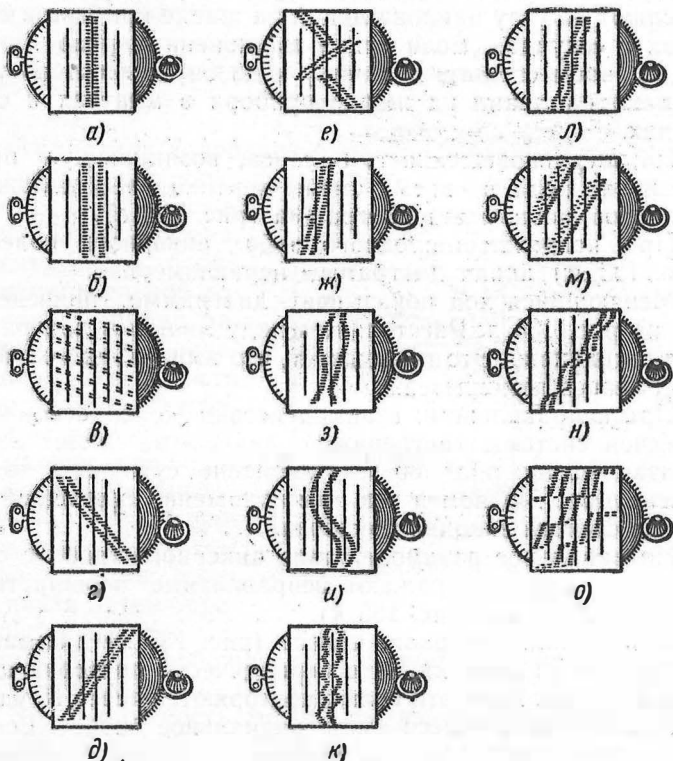


Рис. 135. Виды записи мгновенного суточного хода часов на приборе

Точный ход механизма (рис. 135, а) изображен в виде одной или двух линий, расположенных параллельно. Близкое расположение линий указывает на точную установку так называемой «выкачки» баланса, определяемой правильным положением анкерной вилки относительно ограничительных штифтов. Отсутствие «выкачки» возникает из-за неравномерной продолжительности обоих по-

луколебаний. Отсутствие «выкачки» на диаграмме показывает увеличенное расстояние между параллельными линиями (рис. 135, б).

На рис. 135, в приведена диаграмма, показывающая, что ход часов имеет большое отклонение, плохо выполнена операция «вибрация» спирали.

Если на диаграмме линия наклонена влево (рис. 135, г), часы отстают. В этом случае величину хода определяют по углу наклона линии на шкале прибора в минутах и секундах. Если линия наклонена вправо (рис. 135, д), часы спешат. Величину хода определяют по углу наклона линии на шкале прибора в минутах и секундах.

На неуравновешенность баланса, возникающую при изменении хода во время смены вертикальных положений часов, показывает диаграмма (рис. 135, е).

При повреждении одного зуба анкерного колеса (рис. 135, ж) линия диаграммы неравномерная.

Меняющийся ход показывает диаграмма, приведенная на рис. 135, з. Расстояние между линиями диаграммы неодинаково. Это показывает, что амплитуда колебаний баланса изменяется.

При неправильном взаимодействии колес основной колесной системы (ангренажа) диаграмма имеет вид, показанный на рис. 135, и. Изменение суточного хода фиксируется в одном и том же положении при одной и той же степени заводки пружины.

Неправильное взаимодействие анкерного триба с секундным колесом отражают неправильные извилистые линии диаграммы (рис. 135, к).

При биении анкерного колеса (рис. 135, л) диаграмма состоит из двух линий с периодически повторяющимися волнами. Если эти волны повторяются через 15 ударов, то анкерное колесо имеет радиальное биение. Если волны повторяются через разное число ударов, то цапфы анкерного колеса в камнях установлены с большим радиальным зазором.

При плохо отлаженном ходе (рис. 135, м) диаграмма состоит из двух линий, одна из которых имеет правильную форму, вторая неправильную (разбросанную). Это означает, что притяжка выполнена хорошо на одной палете и плохо на другой.

При больших радиальных зазорах между цапфами осей анкерной вилки или баланса и камнями или по-

грешностях в зубчатых зацеплениях (рис. 135, н) на диаграмме появляются неправильные волнистые линии.

Если баланс имеет «приступок» (рис. 135, о), на диаграмме будет разброс линий, составленных из неравномерных отрезков с хаотичным расположением точек, вызванных «приступком» баланса. Этот дефект получается обычно при завышенном крутящем моменте пружины при полной заводке.

## § 62. ПРИБОРЫ ДЛЯ ЗАМЕРА АМПЛИТУДЫ КОЛЕБАНИЙ БАЛАНСА

Амплитуду колебания баланса проверяют на специальных электронных приборах П-86, амплископе, амплитметре. Прибор состоит из микрофона, электронного блока и измерительной головки. Принцип работы прибора основан на зависимости амплитуды колебания от времени прохождения угла подъема узлом баланса — спиралью. Время прохождения балансом угла подъема можно найти путем определения времени между шумом освобождения и шумом падения, указанными ранее на рис. 97.

Эту зависимость можно выразить следующей формулой:

$$t = \frac{2 \cdot 3600}{\pi \cdot n} \cdot \arcsin \frac{\lambda}{2A},$$

где  $t$  — время прохождения угла подъема в с;  $n$  — количество полуколебаний в ч;  $\lambda$  — угол подъема баланса;  $A$  — амплитуда колебания баланса.

Колебательные движения баланса происходят по синусоидальному закону (рис. 136). На рисунке сплошной линией указано колебание баланса при малой амплитуде и пунктирной линией — колебание баланса при большой

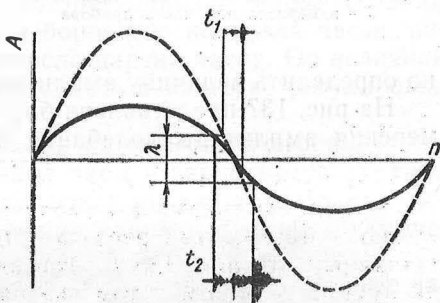


Рис. 136. Диаграмма колебательного движения баланса

амплитуде. Горизонтальные линии, определяющие угол подъема баланса  $\lambda$ , пересекают обе синусоиды в различных точках. У синусоиды, характеризующей малую амплитуду, отрезок времени  $t_2$  будет больше, чем у синусоиды, характеризующей большую амплитуду колебаний  $t_1$ ,

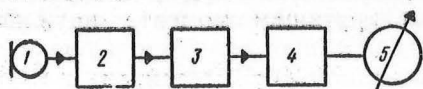


Рис. 137. Блок-схема прибора для измерения амплитуды колебаний баланса:

1 — микрофон, 2 — автоматический усилитель, 3 — датчик, 4 — блок измерения, 5 — измерительная часть прибора

т. е. при различной величине амплитуды колебания баланс проходит угол подъема за различное время. Устанавливая на приборе определенный (для каждой модели своей) угол подъема и число полуколебаний баланса в 1 ч, можно определить величину амплитуды колебания часов.

На рис. 137 представлена блок-схема прибора для измерения амплитуды колебаний баланса. Часы помеща-

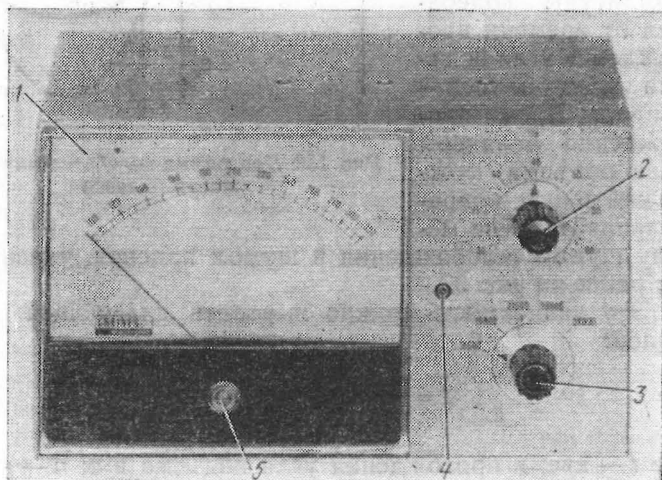


Рис. 138. Общий вид прибора для измерения амплитуды колебаний баланса:

1 — шкала, 2 — ручка установки угла подъема баланса, 3 — ручка установки числа полуколебаний баланса в час, 4 — сигнальная лампочка, 5 — кнопка включения

ются на микрофон 1. Чувствительный пьезоэлемент микрофона преобразует механические колебания в колебания тока, принимающиеся автоматическим усилителем 2. Микрофон смонтирован на специальной подставке, позволяющей изменять положение часов, не снимая их с микрофона. Далее с усилителя 2 через датчик 3 и блок 4, служащий для устранения внешних помех и обеспечения спокойного положения стрелки, импульс передается на измерительную часть прибора.

Для обеспечения правильной работы прибора на его панели (рис. 138) устанавливаются величины угла подъема и количество полуколебаний баланса в час.

### § 63. МЕТОДИКА ВЫБОРОЧНОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЧАСОВ

Для контроля качества регулировки часов создана специальная методика выборочного контроля часов, определяющая оценочное число партии часов. По величине оценочного числа можно судить о качестве регулировки проверяемой партии.


Часы условно разделены на четыре категории.

Наручные и карманные часы в зависимости от типа источника энергии разделяются на две категории: с источником энергии пружинного типа и с электрохимическим источником энергии.

В зависимости от калибра наручные и карманные часы II категории дополнительно разделяются на четыре подкатегории:

Подкатегория часов	Калибр, мм
1	$30 < k \leq 40$
2	$20 < k \leq 30$
3	$16 < k \leq 20$
4	$13 < k \leq 16$

Для контроля качества часов из партии отбирается определенное количество часов (выборка), указанных в табл. 3.

Отобранные для проверки часы заводят полностью и в течение 24—25 ч выдерживают в вертикальном положении заводной головкой вправо . По истечении указанного времени выявляются остановившиеся часы. Безотказно действующие часы проверяют на приборе





для проверки точности хода в четырех положениях: заводной головкой вниз  , влево  , вверх  и циферблатом вверх  , при температуре  $+20 \pm 2^\circ \text{C}$ . Полученные данные заносятся в специальные ведомости. После первой проверки на приборе часы заводят полностью и через 15—20 мин вновь проверяют на приборе в тех же положениях.

Таблица 3

Оценка качества регулировки часов в партии

Количество часов в партии	Количество часов, взятых для проверки	Допустимое количество забракованных часов
100—200	20	3
201—500	30	4
501—1000	40	5
1001—2000	60	6
2001—5000	80	8
5001—10 000	120	11

Полученные данные заносятся в те же ведомости. Затем часы вновь заводят, помещают в камеру с температурой  $+36^\circ \pm 2^\circ \text{C}$  и выдерживают там 2 ч. После этого проверяют мгновенный суточный ход на приборе при температуре  $+36^\circ \pm 2^\circ \text{C}$  в горизонтальном положении циферблатом вверх.

При проверке на приборе часы выдерживаются в каждом положении не менее 30 с.

В основу оценки качества часов положены следующие параметры:

*N* — оценочное число;

*I* — изохронная погрешность часов;

*P* — позиционная погрешность часов;

*D* — погрешность неуравновешенности;

*C* — температурная погрешность часов.

Величины *I*, *P*, *C* и *N* не должны превышать величин, указанных в табл. 4.

Максимальная величина мгновенного суточного хода определяется при полной заводке пружины в положении часов циферблатом вверх и заводной головкой влево.



Параметры оценки качества часов

Подкате- гория	$N_{\max}$	$I_{\max}$ , с	$P_{\max}$ , с	$D_{\max}$ , с	$C_{\max}$ , с/град	Предельное значение мгновенного суточного хода при полной заводке пружины в положении циферблатом вверх, заводной головкой влево	
<i>Перед сдачей на испытания</i>							
1 и 2	16 и 18	60	60	60	7	+70	-15
3	26						
4	31						
<i>После испытаний часов в КИСе</i>							
1 и 2	20	90	90	90	7	+95	-25
3	28	120	120	120	8	+120	-30
4	33	150	150	150	8	+150	-30

Изохронная погрешность часов  $I$  равна разности суточных ходов спустя 24 ч при полной заводке пружины

$$I = \omega'' - \omega',$$

где  $\omega'$  — мгновенный суточный ход при полной заводке пружины;  $\omega''$  — мгновенный суточный ход спустя сутки после заводки пружины.

Изохронную погрешность определяют для всех четырех положений и при подсчете оценочного числа берут ее максимальное значение.

$$I_1 = \omega_{10}'' - \omega_{10}'$$

$$I_3 = \omega_{30}'' - \omega_{30}'$$

$$I_2 = \omega_{20}'' - \omega_{20}'$$

$$I_4 = \omega_{40}'' - \omega_{40}'$$

Позиционную погрешность часов  $P$  определяют для всех положений. При полной заводке пружины и при подсчете оценочного числа берут ее максимальное значение:

$$P_1 = \omega'_{\text{г}} - \omega'_{\text{ю}}$$

$$P_4 = \omega'_{\text{г}} - \omega'_{\text{д}}$$

$$P_2 = \omega'_{\text{ю}} - \omega'_{\text{д}}$$

$$P_5 = \omega'_{\text{г}} - \omega'_{\text{с}}$$

$$P_3 = \omega'_{\text{с}} - \omega'_{\text{д}}$$

$$P_6 = \omega'_{\text{ю}} - \omega'_{\text{д}}$$

Погрешность неуравновешенности  $D$  определяют в вертикальном положении часов спустя сутки после их заводки. При оценке качества учитывается ее максимальное значение:

$$D_1 = \omega''_{\text{ю}} - \omega''_{\text{с}} \quad D_2 = \omega''_{\text{ю}} - \omega''_{\text{г}} \quad D_3 = \omega''_{\text{г}} - \omega''_{\text{с}}$$

Температурная погрешность  $C$  определяется при температурах  $+36^\circ \pm 2^\circ \text{C}$  и  $+20^\circ \pm 2^\circ \text{C}$  в горизонтальном положении циферблатом вверх и подсчитывается по формуле:

$$C = \frac{\omega_{\text{г}} + 20^\circ \text{C} - \omega_{\text{г}} + 36^\circ \text{C}}{16}$$

где  $\omega_{\text{г}} + 20^\circ \text{C}$  — мгновенный суточный ход часов в положении циферблатом вверх при температуре  $+20^\circ \text{C}$ ,

$\omega_{\text{г}} + 36^\circ \text{C}$  — мгновенный суточный ход часов в положении циферблатом вверх при температуре  $+36^\circ \text{C}$ ,

После определения названных выше параметров определяется оценочное число для каждого часа по формуле:

$$N = 0,15I + 0,1P + C.$$

Пример:

При проверке часов на приборе мгновенный суточный ход при температуре  $+20^\circ \text{C}$  оказался в соответствующих положениях часов равным:

Положение механизма	о	б	в	ю
Мгновенный суточный ход при полностью заведенной пружине, с . . .	-25	-20	0	-2
Мгновенный суточный ход через сутки, с . . .	+5	0	-10	+10

Мгновенный суточный ход часов при температуре  $+36^{\circ}\text{C}$  в положении циферблатом вверх  $-5$  с. Подсчитаем изохронную погрешность:

$$I_1 = (-25) - (+5) = -30 \text{ с};$$

$$I_2 = (0) - (-10) = +10 \text{ с};$$

$$I_3 = (-20) - (0) = -20 \text{ с};$$

$$I_4 = (-2) - (+10) = -12 \text{ с}.$$

Откуда  $I_{\max} = -30$  с.

Подсчитаем позиционную погрешность:

$$P_1 = (-25) - (-2) = -23 \text{ с}; \quad P_4 = (-25) - (0) = -25 \text{ с};$$

$$P_2 = (-2) - (-20) = +18 \text{ с}; \quad P_5 = (-25) - (-20) = -5 \text{ с};$$

$$P_3 = (-20) - (0) = -20 \text{ с}; \quad P_6 = (-2) - (0) = -2 \text{ с}.$$

Откуда  $P_{\max} = -25$  с.

Подсчитаем температурную погрешность:

$$C = \frac{(-25) - (-5)}{16} = 1,2 \text{ с/град.}$$

Оценочное число  $N$  равно:

$$N = 0,15 \cdot 30 + 0,1 \cdot 25 + 1,2 = 4,5 + 2,5 + 1,2 = 8,2$$

Кроме указанных выше параметров, при выборочном контроле большое внимание уделяется форме записи мгновенного суточного хода на ленте прибора. Запись должна быть четкой. Записи, указанные на рис. 135, в—о, не допускаются. Расхождение линии записи (выкачка) допускается не более 2 мм, изменение хода в одном положении допускается не более 15 с.

Спустя сутки работы часов проверяется величина амплитуды колебания баланса в положении заводной головкой вниз.

Часы не отвечают предъявляемым к ним требованиям, если:

Одна из предельных величин превышает указанную в таблице для данной категории часов.

Часы остановились на испытаниях.

Часы имеют нечеткую запись мгновенного хода на ленте прибора или форму записи, указанную на рис. 135, в — о.

Часы имеют амплитуду колебания баланса ниже допустимой.

При подсчете среднего оценочного числа для проверяемой партии часов исключаются часы, не отвечающие предъявляемым к ним требованиям, и  $N_{\text{ср}}$  определяется по формуле:

$$N_{\text{ср}} = \frac{N_1 + N_2 + \dots + N(m - C_N)}{m \cdot C_N},$$

где  $m$  — количество часов в проверяемой партии;  $C_N$  — количество исключенных часов, оценочное число которых невозможно подсчитывать.

#### Контрольные вопросы

1. Почему необходимо все часовые механизмы регулировать?
2. Какие требования, предъявляют к часовому механизму, который будут регулировать?
3. Какие существуют способы регулировки часов?
4. При каких величинах амплитуды колебаний баланса необходимо регулировать часы и почему?
5. Как определяют причины, вызывающие неуравновешенность системы баланс — спираль?
6. Как определяют дефекты в часах по видам записи точности хода часов на приборе?
7. Что такое оценочное число и как его определяют?

## ГЛАВА X

### ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ

#### § 64. ПОНЯТИЕ О ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ

Под взаимозаменяемостью понимают возможность замены без дополнительной обработки любых деталей или узлов, входящих в изделие, такими же деталями или узлами при соблюдении всех требований технических условий на эти детали или узлы и на изделие в целом. Взаимозаменяемость может быть, как полной, так и частичной.

В массовом производстве при современной технике стремятся к полной взаимозаменяемости. Это сокращает время сборки изделий, снижает его себестоимость, позволяет механизировать сборочные операции, использовать одинаковые детали на разных заводах, т. е. организовать экономически выгодную кооперацию, упрощает организацию технического обслуживания и ремонта изделий.

Для взаимозаменяемых деталей должны быть соблюдены не только геометрические параметры (размеры, форма), но и негеометрические (упругие свойства пружины, твердость, шероховатость поверхности и т. п.).

Деталь представляет собой изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций.

Сборочная единица (узел) — это изделие, составные части которого подлежат соединению между собой сборочными операциями. К сборочным единицам относятся также и те изделия, конструкция которых предусматривает разборку их на составные части, например, для удобства упаковки и транспортирования, а также совокупность сборочных единиц и деталей, имеющих общее функциональное назначение и совместно устанавливаемых на предприятии-изготовителе в другой сборочной единице.

Изделие — любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии; различают изделия вспомогательного производства, предназначенные для собственных нужд предприятия, изготавливающих их, изделия основного производства, предназначенные для реализации, например, часы, состоящие из нескольких составных частей — деталей и сборочных единиц (узлов).

В процессе соединения деталей и сборочных единиц в изделия (часы) их взаимосвязь определяется теми или иными характеристиками (зазоры, натяги, перекрытия и т. п.).

Для нормального функционирования сборочной единицы или всего изделия необходимо, чтобы все сборочные характеристики отвечали предъявляемым к ним техническим требованиям.

Полная взаимозаменяемость применяется в тех случаях, когда возможна полная замена любых сборочных единиц изделия на одноименные, при соблюдении требований технических условий к работе узла или изделия. Это означает, что собранный без подгонок и подбора часовой механизм должен безотказно функционировать и показывать время.

Полностью взаимозаменяемыми деталями называют такие детали, которые при сборке можно устанавливать без подбора, регулировки или подгонки, а в собранном виде такие детали выполняют все свои функции.

Частичная взаимозаменяемость применяется в тех случаях, когда неэкономично требование повышенной точности изготовления деталей для полной взаимозаменяемости. Частичная взаимозаменяемость позволяет значительно расширить допуски на сопрягаемые размеры.

Частично взаимозаменяемыми деталями называют такие детали, для установки которых требуется подбор деталей или регулировка механизма без дополнительной механической обработки.

Конструктивные чертежи часового механизма предусматривают частичную взаимозаменяемость, т. е. в них уже заложены элементы подгонок, выполняемых при сборке.

Основными видами подгонок, присущих большинству часовых механизмов, являются:

передвижка камневых опор для установления требуемой величины осевого зазора трибов и осей механизма; отладка хода (передвижка палет, установка зазоров в копье и рожках);

правка спирали и регулировка механизма.

При оценке уровня взаимозаменяемости для каждого изделия рассматривается определенное количество основных сборочных характеристик.

В производстве, вследствие того что параметры деталей и узлов не выполняются с точностью, требуемой допусками, а выходят за их пределы, появляются подгонки в большем количестве, чем предусмотрено.

Фактическая взаимозаменяемость — это взаимозаменяемость, существующая в реальных производственных условиях. Она зависит от трех основных факторов:

1. Правильного подбора конструкции и назначения необходимых допусков и технических требований.

2. Правильности построения технологического процесса и соблюдения технических требований и условий на изготовление и сборку.

3. Правильности назначения методов и средств контроля.

Качество изготовления деталей и узлов является критерием правильности построения технологического процесса и соблюдения технических требований их изготовления.

Фактическая взаимозаменяемость при сборке обычно ниже, чем предусмотрено конструктивными чертежами.

Уровень взаимозаменяемости показывает, какая часть от фактической взаимозаменяемости имеет удовлетворительные значения и выражается отвлеченным числом меньше единицы или в процентах.

Для взаимозаменяемых деталей должны быть соблюдены не только геометрические параметры (размеры, форма), но и негеометрические (упругие свойства пружины, твердость, шероховатость поверхности и т. п.).

Применение взаимозаменяемых деталей позволяет увязывать конструкцию изделия с технологией его производства и методами контроля.

## § 65. ДОПУСКИ

При сборке двух деталей, входящих одна в другую, различают охватывающую и охватываемую поверхности. Один из размеров соприкасающихся поверхностей называется охватывающим, другой — охватываемым (рис. 139).

Для круглых тел охватывающая поверхность называется отверстием, а охватываемая — валом. Соответствующие им размеры называются диаметром отверстия и диаметром вала.

Разность между охватывающими и охватываемыми поверхностями определяет характер соединения или посадки, т. е. большую или меньшую свободу перемещения одной детали относительно другой или прочность их неподвижного соединения.

Разность охватывающего и охватываемого размеров, т. е. разность диаметров отверстия и вала, характеризующая свободу относительно перемещения деталей, называется *зазором* (рис. 140, а).

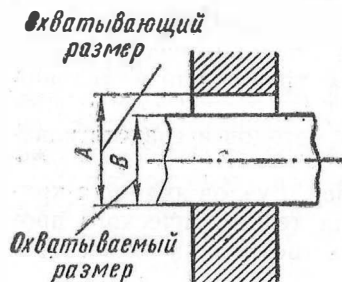


Рис. 139. Схема сопряжения деталей

Разность охватывающего и охватываемого размеров, т. е. разность диаметров отверстия и вала, характеризующая прочность неподвижного соединения, называется *натягом* (рис. 140, б).

Общий для охватывающей и охватываемой поверхностей основной размер называется *номинальным размером*.

Требуемые для изготовления размеры не могут быть в условиях производства выполнены абсолютно точно.

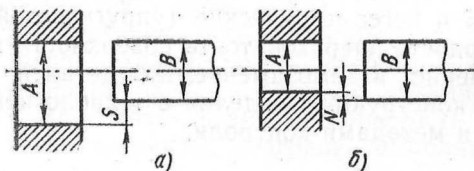


Рис. 140. Характер соединения или посадки:  
а — зазор, б — натяг

Поэтому различают размеры, полученные непосредственным измерением, которые называют *действительными*, и размеры, ограничивающие величину отклонения от номинального размера, которые называют *предельными*.

На чертеже указывают обычно номинальный размер и допустимые верхнее и нижнее отклонения от него. *Верхним отклонением* называется разность между наи-



большим предельным и номинальным размерами. *Нижним отклонением* называется разность между наименьшим предельным и номинальным размерами.

Отклонение будет положительным (со знаком +), если определяемый размер больше номинального, и отрицательным (со знаком —), если размер меньше номинального.

Следовательно, знаки плюс и минус показывают, какое действие необходимо произвести, чтобы подсчитать наибольший и наименьший предельные размеры.

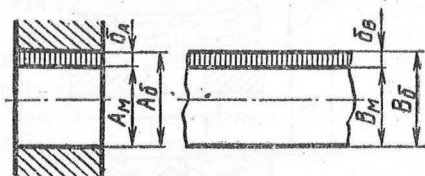


Рис. 141. Допуск размера

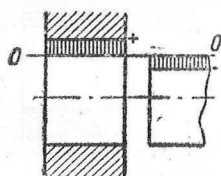


Рис. 142. Асимметричное расположение полей допуска

Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами называется *допуском* (рис. 141).

На чертеже допуск проставляют справа от размера в миллиметрах более мелкими цифрами. Отклонения, равные нулю, не проставляют. Например, на чертеже указан размер  $0,4^{+0,05}_{-0,03}$ . Предельные размеры будут равны: наибольший  $0,4+0,05=0,45$  мм; наименьший  $0,4-0,03=0,37$  мм. Допуск будет равен  $0,45-0,37=0,08$  мм или  $0,05-(-0,03)=0,08$  мм. Допуск равен алгебраической разности предельных отклонений. Отклонения отсчитывают от нулевой линии — линии номинального размера. Расстояние от нулевой линии для предельного размера называется *полем допуска*.

В различных системах допусков расположение полей допусков может быть различным по отношению к нулевой линии.

Если начальное отклонение поля допуска равно нулю, т. е. один из пределов совпадает с нулевой линией, такая система называется *предельно асимметричной* (рис. 142).

Если поле допуска расположено симметрично относительно нулевой линии и отклонения равны по абсолют-

ной величине, но противоположны по знаку, такая система называется *симметричной* (рис. 143).

В зависимости от того, какой размер принят за основание системы: отверстие или вал, различают систему отверстия А и систему вала В.

В зависимости от величины допуска различают несколько классов точности, а величина зазоров и натягов определяет вид посадки.

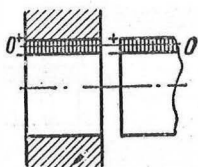


Рис. 143. Симметричное расположение полей допуска

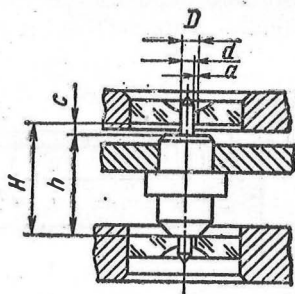


Рис. 144. Зазоры в часовом механизме

## § 66. ЗАЗОРЫ В ЧАСОВОМ МЕХАНИЗМЕ

Свободное вращение и перемещение деталей часового механизма обеспечивают радиальные и осевые зазоры (рис. 144).

*Радиальным зазором*  $a$  называется разность между диаметром отверстия и диаметром цапфы оси

$$a = D - d,$$

где  $a$  — радиальный зазор;  $D$  — диаметр отверстия;  $d$  — диаметр цапфы.

*Осевым (вертикальным) зазором* называется разность расстояния между камнями (или мостом и платиной) и расстояния между заплечиками оси  $c = H - h$ , где  $c$  — осевой зазор;  $H$  — расстояние между камнями;  $h$  — расстояние между заплечиками оси.

*Осевым зазором узла баланса* называется разность расстояния между накладными камнями и длиной оси баланса.

Различают зазоры наибольшие и наименьшие. *Наибольшим зазором* называется разность между наиболь-

шим диаметром отверстия и наименьшим диаметром вала. *Наименьшим зазором* называется разность между наименьшим диаметром отверстия и наибольшим диаметром вала.

Например, диаметр цапфы равен  $0,28_{-0,02}^{0,015}$  мм, а диаметр отверстия камня  $0,28^{+0,005}$  мм. Тогда предельные размеры цапфы будут:

$$0,28 - 0,02 = 0,26 \text{ мм и } 0,28 - 0,015 = 0,265 \text{ мм.}$$

Предельный размер отверстия равен  $0,28 + 0,005 = 0,285$  мм.

$$\text{Наибольший зазор равен } 0,285 - 0,26 = 0,025 \text{ мм.}$$

$$\text{Наименьший зазор равен } 0,28 - 0,265 = 0,015 \text{ мм.}$$

Аналогично можно подсчитать наибольший и наименьший осевые зазоры. Например, расстояние между камнями  $H = H_1 + H_2$ ,

где  $H_1$  — расстояние от места разъема до камня в платине;  $H_2$  — расстояние от места разъема в мосту.

$$H_1 = 1,31_{-0,01}$$

$$H_2 = 0,86_{-0,01}$$

$$H = 1,31_{-0,01} + 0,86_{-0,01} = 2,17_{-0,02}$$

Расстояние между заплечиками  $h = 2,13_{-0,01}$ .

Осевой зазор равен

$$c = H - h = 2,17_{-0,02} - 2,13_{-0,02} = 0,04_{-0,02}^{+0,02}$$

Наибольший зазор равен  $0,04 + 0,02 = 0,06$  мм.

Наименьший » »  $0,04 - 0,02 = 0,02$  мм.

## § 67. ПОСАДКИ

*Посадкой* называется характер соединения, определяемый разностью между охватывающим и охватываемым размерами. Посадка определяет большую или меньшую свободу относительного перемещения сопрягаемых деталей или прочность их неподвижного соединения.

Существует двенадцать основных посадок, которые можно разделить на три основные группы: посадки с натягом, посадки переходные, посадки с зазором.

Указанные группы включают следующие виды посадок:

<i>Посадки с натягом</i>	<i>Посадки переходные</i>	<i>Посадки с зазором</i>
Горячая ГР Прессовая ПР Легкопрессовая Пл	Глухая Г Тугая Т Напряженная Н Плотная П	Скользящая С Движения Д Ходовая Х Легкоходовая Л Широкоходовая Ш

Посадки с натягом характеризуются наличием гарантированного натяга, т. е. наименьшего натяга, не равного нулю. Переходные посадки не гарантируют зазоров или натягов. Посадки с зазорами характеризуются наличием гарантированного зазора, т. е. наименьшего зазора, не равного нулю.

#### § 68. КЛАССЫ ТОЧНОСТИ

Класс точности или степень точности зависит от величины допуска на точность изготовления детали при постоянном номинальном диаметре посадки. Выполнение размера по определенному классу точности определяет метод и режим обработки. При выборке класса точности учитывают назначение детали и возможность ее изготовления.

По величине допуска посадки сгруппированы по классам точности, которые обозначаются цифрами, в порядке убывающей точности: 1, 2, 2а, 3, 3а, 4, 5. 1-й класс точности рекомендуется для весьма ответственных соединений. Чтобы получить этот класс, поверхность детали шлифуют.

Классы точности 2 и 2а рекомендуются для точной сборки в соединениях с повышенной прочностью. Достигается этот класс шлифованием и чистовой токарной обработкой.

Классы точности 3 и 3а рекомендуются для соединения, когда не требуется особой точности, но необходимо выдержать определенный вид посадки. Этот класс достигается чистовой токарной обточкой, вырубкой в калибровочных штампах, развертыванием отверстий, полученных сверлением.

Класс точности 4 применяется для грубой сборки, в соединениях которых допускаются большие зазоры или натяги. Достигается этот класс обыкновенным точением, сверлением, вырубкой, фрезерованием и т. д.

Класс 5 применяется наряду с 4 классом. Его обеспечивают черновой обточкой и расточкой, сверлением и т. д.

Кроме того, существуют 7, 8 и 9-й классы точности, рекомендуемые для полуфабрикатов или для свободных размеров, т. е. размеров между поверхностями, не имеющими сопряжений с другими деталями.

### § 69. ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ

Шероховатость поверхности — это размерная характеристика неровностей (выступов и впадин), оставшихся после обработки на поверхности детали (рис. 145). Чем

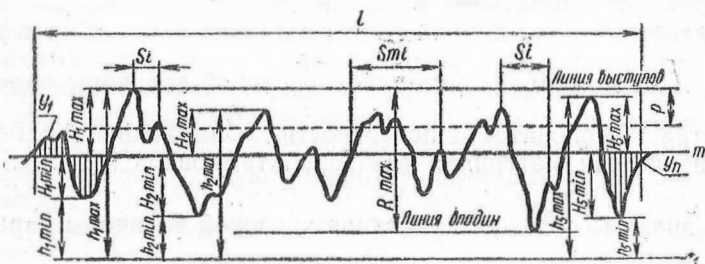


Рис. 145. Схема профиля неровностей:

$S_z$  — средний шаг неровности по вершинам,  $S_m$  — средний шаг неровностей профиля,  $h_{1,2,\dots,5}$  — выступ профиля,  $h_{1,2,\dots,5}$  — впадина профиля,  $p$  — уровень сечения профиля,  $y$  — отклонение профиля в системе М,  $R_{\max}$  — наибольшая высота неровностей профиля,  $l$  — базовая длина,  $m$  — средняя линия профиля


грубее обработка, тем больше высота неровностей, тем ниже классы шероховатости поверхности. Для количественной оценки шероховатости поверхности предусмотрены следующие параметры:


- $R_a$  — среднее арифметическое отклонение профиля;
- $R_z$  — высота неровностей профиля по десяти точкам;
- $R_{\max}$  — наибольшая высота неровностей;
- $S_m$  — средний шаг неровностей;
- $S_z$  — средний шаг неровности по вершинам;
- $t_p$  — относительная опорная длина профиля.


Числовые значения параметров выбирают по специальным таблицам (ГОСТ 2789—73). По значениям параметров определяют класс шероховатости, или, наоборот, зная класс шероховатости, — цифровые величины параметров шероховатости поверхности.


Установлены (по числовым значениям параметров  $R_a$  и  $R_z$ ) 14 классов шероховатости. Каждый класс, начиная с 6-го, разделяется на разряды: а, б и в.

На чертежах шероховатость поверхности (ГОСТ 2.309—73) обозначается:


знаком  с указанием числовой величины параметра шероховатости поверхности, способ обработки которой не устанавливается;


знаком  с указанием числовой величины параметра шероховатости поверхности, обрабатываемой со снятием слоя материала (точением, полированием и т. п.);

знаком  с указанием числовой величины параметра шероховатости поверхности, обрабатываемой без снятия слоя материала (литьем, штамповкой и т. п.);

знаком  без указания числовой величины параметра шероховатости поверхности, не обрабатываемой по данному чертежу.

Значение параметра шероховатости указывают в обозначении шероховатости:

для параметра  $R_a$  — без символа, например  ;

для остальных параметров — после соответствующего символа, например  .

В часовом производстве шероховатость поверхности ниже 6-го класса практически не бывает, наиболее ответственные поверхности деталей шлифуют или полируют.

Шероховатость поверхности деталей имеет большое значение; непосредственно характеризует эксплуатационные свойства деталей. От качества отделки деталей зависит их антикоррозийная стойкость и износоустойчивость. В массовом производстве, каким является часовое производство, контроль шероховатости поверхности иг-

рает очень важную роль, так как допуски на детали малой величины (по абсолютной величине) соизмеримы с величиной неровностей.

#### § 70. ПРИПУСКИ ИЛИ ОПЕРАЦИОННЫЕ ДОПУСКИ

Слой металла, который должен быть удален при обработке за одну операцию для получения заданного размера, называется *операционным припуском*. Величину припуска задают в зависимости от способа получения заготовки и вида механической обработки. Чем точнее заготовка, тем меньше припуск на обработку, поэтому на чистовых операциях припуск меньше, чем на черновых. При обработке наружных и внутренних цилиндрических поверхностей операционные припуски задают на диаметр (на две стороны). Припуски на наружные плоскости и торцевые поверхности задают на одну сторону и числовое значение их в два раза меньше, чем припуск на соответствующую обработку цилиндрических поверхностей.

Общий припуск на обработку поверхности складывается из припусков на отдельные операции и равен их сумме.

Для того чтобы механическая обработка на каждой операции была выполнена с необходимой точностью, назначается *операционный допуск*, который устанавливает наибольшее и наименьшее отклонения операционного припуска. Операционным допуском на последнюю операцию является допуск на окончательный размер обрабатываемой поверхности.

#### § 71. ВИДЫ СОЕДИНЕНИЙ

При изготовлении часов применяются следующие виды соединений: неразъемные, разъемные, подвижные и неподвижные, фрикционные.

Соединение называется *неразъемным*, если разъем деталей невозможен без повреждения одной из них. Неразъемные соединения применяют в тех случаях, когда изготовление детали из одной заготовки затруднено или неэкономично, а также, если детали должны обладать различными механическими свойствами. В часовой промышленности применяется несколько видов неразъемных соединений; запрессовка, чеканка или расклепка, пайка

и сварка. Например, латунные колеса напрессовываются на стальные трибы. Прочность соединения должна быть такой, чтобы колесо не проворачивалось на трибе при передаче крутящего момента. Для повышения надежности соединения после запрессовки колеса выступающий буртик триба развальцовывают или расклепывают (рис. 146). Сборка колеса с трибом производится на небольших настольных прессах. Так же производится и запрессовка анкерной вилки и баланса на оси. Штифты, втулки и камни запрессовываются в платину и мосты. Пайка и сварка применяются, в основном, для крепления ножей на циферблате.

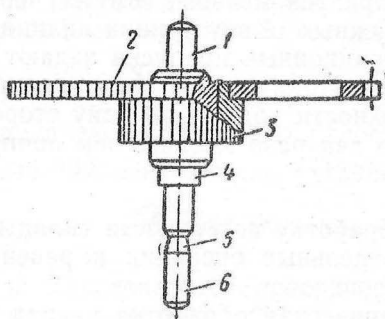


Рис. 146. Соединение колеса с трибом:

1 — верхняя цапфа, 2 — колесо, 3 — зубчатая часть триба, 4 — нижняя цапфа, 5 — обратный конус, 6 — цапфа удлиненной части триба

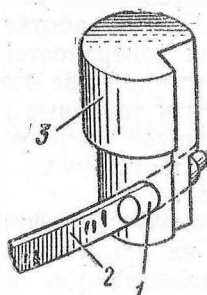


Рис. 147. Штифтовое соединение:

1 — штифт, 2 — конец спирали, 3 — место соединения колонки с балансовым мостом

Соединение называется *разъемным*, если возможна разборка и сборка узла без повреждения деталей.

Типичным разъемным соединением в часовом производстве являются штифтовое и резьбовое. Штифтовое соединение применяется для закрепления концов спирали в колодке и колонке (рис. 147) для крепления противоударного устройства на мосту баланса. Резьбовые соединения являются в часах наиболее распространенными: винтами крепят мосты, барабанное колесо, накладку заводного колеса, собачку, накладки баланса, колонку волоска, циферблат. Заводную головку навинчивают на заводной валик, крышку или резьбовое кольцо ввинчивают в корпусное кольцо защитных корпусов.



Соединение называется *подвижным*, если сопряженные детали могут взаимно перемещаться, т. е. между диаметром отверстия одной детали и диаметром вала другой имеется зазор. Характерным подвижным соединением является соединение трибов и осей с камнями.

Соединение называется *неподвижным*, если детали не могут свободно перемещаться друг относительно друга, т. е. между диаметром отверстия и диаметром вала существует натяг. Неподвижными соединениями в часах являются соединения платины с камнями, колес с трибами и т. п.

Соединение называется *фрикционным*, если перемещение деталей друг относительно друга возможно лишь от определенного усилия, преодолевающего трение между этими деталями. Примером фрикционного соединения в часах является посадка триба минутной стрелки на центральный триб (рис. 148), колодки спирали на ось баланса, градусника на накладку.

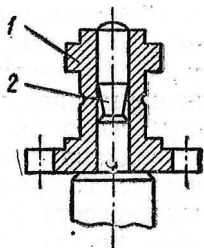


Рис. 148. Фрикционное соединение деталей:

1 — триб минутной стрелки, 2 — триб центрального колеса

#### Контрольные вопросы

1. Что подразумевается под взаимозаменяемостью?
2. Что называется допуском и как его обозначить на чертеже?
3. Что такое радиальный и осевой зазоры и как их определить?
4. Какие существуют посадки?
5. Какие классы шероховатости применяют в часовой промышленности?
6. Какие виды соединений применяют при изготовлении часов? Каковы их преимущества и недостатки?

## ГЛАВА XI

### ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ НАДЕЖНОСТИ

Современный уровень развития техники характеризуется возрастающим применением средств автоматизации, комплексной разработкой сложных систем, усложнением аппаратуры, повышением показателей сложности, скорости, точности и других важнейших свойств.

Однако даже самые совершенные начальные технические характеристики изделий — это необходимое, но еще недостаточное условие его высокого качества. Начальные характеристики изделия показывают по существу его технические возможности. Но любое изделие должно не только иметь высокие начальные характеристики, но и обладать способностью сохранять эти характеристики в течение эксплуатации.

Способность любого изделия сохранять свои первоначальные технические характеристики в процессе эксплуатации и определяется его надежностью. Надежность — это одна из обязательных составляющих качества изделия. Надежность обеспечивается в процессе разработки и конструирования систем и приборов. В процессе изготовления обеспечивается их фактическая надежность. На надежность изделия влияют следующие факторы:

- качество и количество применяемых узлов и деталей;
- режимы работы узлов и деталей;
- стандартизация и унификация деталей;
- доступность деталей для осмотра и ремонта;
- контроль материалов и комплектующих изделий;
- контроль технологического процесса при изготовлении деталей и сборке изделия;
- правильность эксплуатации изделия.

#### § 72. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ

Надежность — это вероятность безотказной работы изделия в заданном интервале времени, т. е. вероятность того, что данное изделие будет сохранять свои параметры в заданных пределах в течение определенного интервала времени при определенных условиях эксплуатации. Количественная характеристика надежности имеет вероятностный характер и определяется тре-

мя основными показателями: вероятностью безотказной работы  $P(t)$ , интенсивностью отказов  $\lambda(t)$  и наработкой на отказ.

Вероятность безотказной работы  $P(t)$  — это вероятность того, что в заданном интервале времени, при определенных условиях эксплуатации не произойдет ни одного отказа. Вероятность безотказной работы определяется по формуле:

$$P(t) = \frac{N_0 - n_t}{N_0},$$

где  $N_0$  — партия часов, поставленная на испытания;

$n_t$  — число отказавших часов за время испытания.

Вероятность безотказной работы подчиняется экспоненциальному закону (рис. 149). Пользуясь этим законом, можно рассчитать вероятность безотказной работы изделия, т. е. вероятность того, что изделие при данной постоянной интенсивности отказов его элементов не откажет в течение заданного времени  $t$ . Отказом называется нарушение работоспособности изделия. Отказ может быть случайным или закономерным. Отказы могут наступать внезапно или в результате длительного постепенного изменения параметров.

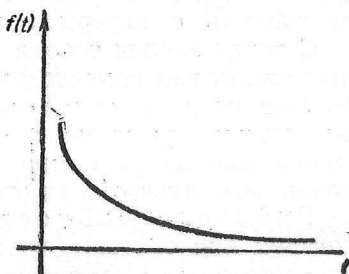


Рис. 149. Кривая, характеризующая изменения величины надежности

**Интенсивность отказов  $\lambda(t)$**  — это вероятность отказа изделия в единицу времени, т. е. количество отказов в единицу времени.

Интенсивностью отказов  $\lambda(t)$  называется отношение отказавших изделий в единицу времени к среднему числу изделий, продолжающих исправно работать, и определяется по формуле:

$$\lambda(t) = \frac{n_t}{N_{\text{ср.}t} \cdot \Delta t},$$

где  $n_t$  — число отказов в интервале;  $N_{\text{ср.}t}$  — количество работоспособных изделий в среднем интервале;  $\Delta t$  — интервал времени.

Кривая интенсивности отказов подчиняется также экспоненциальному закону (см. рис. 149).

Наработка на отказ — это продолжительность работы изделия до отказа. Определяется в часах, месяцах, годах. Средняя величина наработки на отказ характеризует эксплуатационную надежность изделия. Надежность многих изделий, в том числе и часов, обуславливается не только их безотказностью, но и их долговечностью.

Долговечность — это свойство изделия сохранять работоспособность до предельного состояния, с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонта.

В зависимости от назначения изделия на первый план при оценке их надежности выдвигается или безотказность, или долговечность. Долговечность свидетельствует о способности изделия длительно сохранять работоспособность с перерывами для необходимого ремонта.

С точки зрения теории надежности часы можно рассматривать как самостоятельное изделие, предназначенное для выполнения заданных функций, например, выявления текущего времени. Часы являются системой восстанавливаемой, т. е. при возникновении отказа часы можно восстановить или отремонтировать.

Работоспособность часов — это состояние, при котором они соответствуют всем требованиям ГОСТа, установленным в отношении основных параметров (средний суточный ход, продолжительность хода, работа дополнительных устройств).

Неисправность — это состояние часов, при котором они в данный момент не соответствуют хотя бы одному из требований ГОСТа.

Дефект — это состояние, при котором часы не удовлетворяют второстепенным требованиям, например внешний вид и т. п.

Сохраняемость — это свойство часов сохранять исправность и надежность в определенных условиях хранения и транспортировки.

Придавая большое значение надежности работы часов, т. е. их безотказной работе и долговечности, в ГОСТ 10733—73 дополнительно введены оба параметра.

Срок службы часов, т. е. их долговечность, не менее 10 лет. Вероятность безотказной работы при  $20 \pm 5^\circ \text{C}$  (при доверительной вероятности  $P^* = 0,8$  за 2000 ч) не

менее 0,94 для часов нормального калибра и не менее 0,92 для часов малого калибра. Доверительная вероятность  $P^*$  — это вероятность того, что оцениваемый параметр лежит в заданном доверительном интервале.

Вероятность безотказной работы не должна уменьшаться более чем на 0,02 для часов с высотой базового механизма менее 3,2 мм, с календарем, с автоподзаводом, с сигнальным устройством. При форсированных методах испытаний допускается сокращение времени испытаний до 1000 ч.

В требованиях ГОСТа оговорены параметры, которые определяют отказ часов. Этими параметрами являются: прекращение действия часов (останов); отклонение среднего суточного хода от установленного ГОСТом, которое не устраняется регулировочным устройством; прекращение действия механизма заводки пружины и перевода стрелок; прекращение действия любого из дополнительных устройств.

### § 73. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЯ НА НАДЕЖНОСТЬ

Для правильной оценки надежности разработана специальная методика испытаний часов и классификатор отказов. По классификатору отказов различают:

- 01 — часы не функционируют (останов);
- 02 — уход по точности (отклонения среднего суточного хода от требований ГОСТа, которые не устраняются регулировочным устройством);
- 03 — продолжительность хода менее допустимой по ГОСТу;
- 04 — прекращение действия механизма заводки пружины и перевода стрелок;
- 05, 06, 07, 08 — прекращение действия дополнительных устройств.

Испытания часов на надежность могут в соответствии с требованиями ГОСТа производиться двумя методами — за 2000 ч и 1000 ч (форсированным).

Контрольные испытания на надежность проводятся одноступенчатым методом, т. е. методом однократной выборки. На испытания устанавливается случайная выборка часов из числа прошедших проверку в контрольно-испытательной станции. Отобранные для испытаний часы в период испытаний не вскрываются до появления отказа.

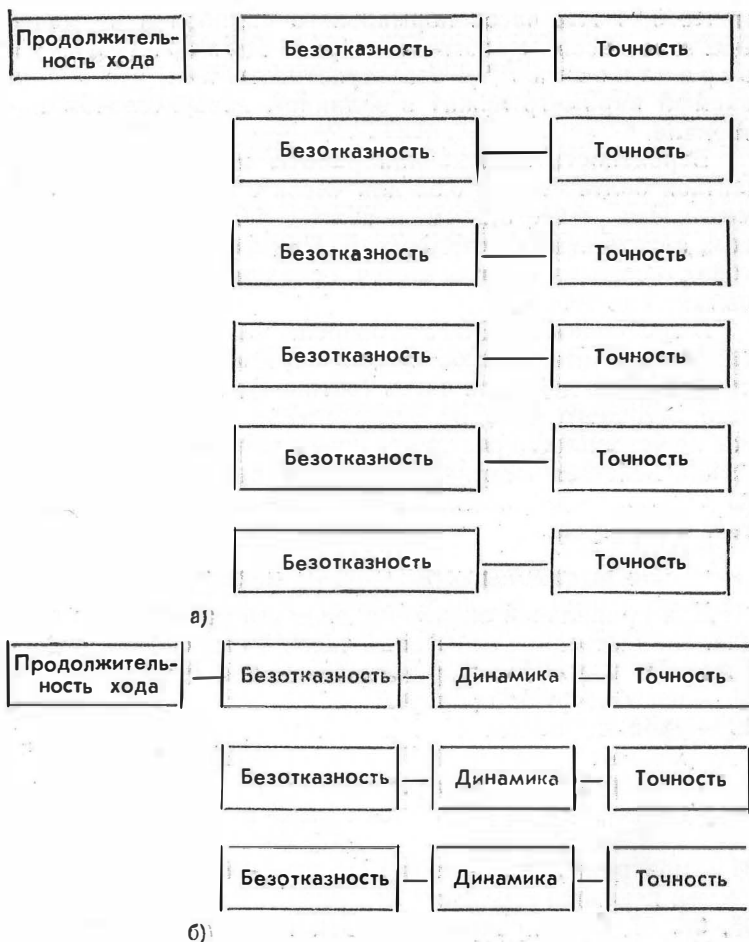


Рис. 150. Схемы испытаний часов на надежность:

а — без динамики; б — с динамикой

Испытания производятся по следующей схеме (рис. 150, а). Все испытания разбиваются на шесть одинаковых интервалов по 336 ч в каждом, всего 2016 ч. В каждом интервале два одинаковых этапа — это проверка безотказности работы часов и их точности. Кроме того, перед началом испытаний проверяется продолжительность хода часов.

Перед началом испытаний часы заводятся, устанавливаются на время по минутной стрелке и ставятся в шкаф в положении циферблатом вверх. Время заводки часов ( $t_1$ ) и их останова ( $t_2$ ) фиксируется. Разность между ними определяет продолжительность хода часов ( $t_2 - t_1$ ). Часы, имеющие продолжительность хода меньше допустимой, снимаются с испытаний как отказавшие (03), здесь же фиксируются отказы вида, часы не функционируют (01).

Первый этап испытаний — проверка безотказности работы часов в течение 7 сут. Часы ежедневно заводятся и проверяются в положениях: циферблатом вверх и вниз, заводной головкой влево, вниз и вверх. При этом отсеиваются часы по отказам: часы не функционируют (01) и прекращение действия механизма заводки часов и перевода стрелок (04).

Второй этап испытаний — это проверка точности часов на соответствие их требованиям ГОСТа. Часы проверяются в положениях: заводной головкой влево, вверх и вниз, циферблатом вверх и вниз. При этом отсеиваются часы по отказам: часы не функционируют (01), уход по точности (02), прекращение действия механизма заводки часов и перевода стрелок (03). Циклы испытаний с периодом  $\Delta t = 336$  ч повторяются 6 раз.

По окончании испытаний фиксируется общее количество отказов и подсчитывается вероятность безотказной работы по формуле:

$$P(t) = \frac{N_0 - n_t}{N_0},$$

а с учетом доверительной вероятности 0,8 эта величина практически уменьшается  $\sim$  на 0,02.

Форсированные испытания проводятся по следующей схеме (рис. 150, б). Испытания разбиваются на три одинаковых интервала, по три этапа в каждом. Перед установкой на испытания определяется продолжительность хода часов от полной заводки пружины. Заведенные полностью часы устанавливаются в положение циферблатом вверх и остаются в этом положении до полного останова. Время заводки часов  $t_1$  и останова часов  $t_2$  фиксируется. Разность  $t_2 - t_1$  определяет продолжительность хода. Часы, имеющие продолжительность хода меньше допустимой, снимаются с испытаний как отка-

завшие, здесь же фиксируются отказы вида, часы не функционируют (01).

Проверка безотказности работы часов производится в шести положениях: циферблатом вверх, вниз, заводной головкой влево, вниз, вправо и вверх с ежесуточной заводкой часов. При этом фиксируются отказы — часы не функционируют (01) и прекращение действия механизма заводки часов и перевода стрелок (04).

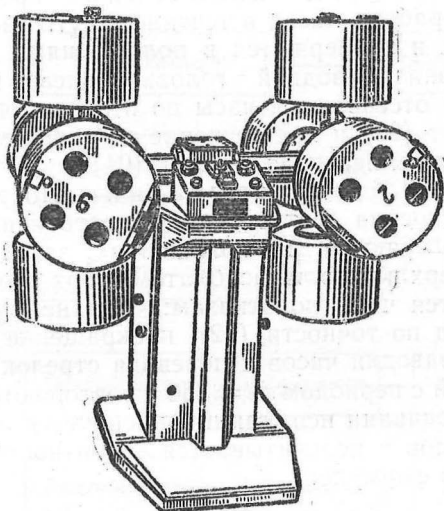


Рис. 151. Установка АП-344

Динамические испытания производятся на специальной установке АП-344, имитирующей условия эксплуатации наручных часов (рис. 151). Продолжительность испытаний 2 сут. При испытаниях часы полностью заводятся, устанавливаются на время по эталону и помещаются в кассеты установки, которая при включении вращается в двух плоскостях. Частота вращения ее равна 4 об/мин или 8 об/мин.

В первые сутки часы испытываются при режиме 4 об/мин в течение 14 ч (через каждые 2 ч работы установки — 2 ч в статических условиях, т. е. при выключенной установке) и 10 ч в статических условиях.



Вторые сутки часы испытываются при режиме 8 об/мин в тех же временных режимах. Каждый сутки определяется суточный ход часов. Фиксируются такие отказы, как часы не функционируют (01) и уход по точности (02).

Проверка точности часов происходит в строгом соответствии с требованиями ГОСТ 10733—73, т. е. часы проверяются в течение 4 сут в положениях: циферблатом вверх, заводной головкой влево, вверх и вниз (сутки в каждом положении при ежедневной заводке часов). При испытаниях определяется средний суточный ход часов. При этом фиксируются отказы: часы не функционируют (01), уход по точности (02), прекращение действия узла заводки часов и перевода стрелок (04).

Второй и третий интервалы аналогичны первому, без проверки продолжительности хода часов.

По окончании испытаний фиксируется общее количество отказавших часов и подсчитывается вероятность безотказной работы по формуле:

$$P(t) = \frac{N_0 - n_i}{N_0}.$$

В часах с дополнительными устройствами проверяется работа календаря, подзавода, сигнала и фиксируются их отказы.

#### Контрольные вопросы

1. Назовите основные показатели количественной характеристики надежности.
2. Как проводятся контрольные испытания часов на надежность?

## ГЛАВА XII

### МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ЧАСОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

#### § 74. КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ЧАСОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Все металлические конструкционные материалы, применяемые в часовом производстве, разделяются на следующие группы сплавов:

- I. Стали.
  1. Углеродистые стали.
  2. Автоматные стали.
  3. Нержавеющие стали.
- II. Сплавы цветных металлов.
  1. Сплавы на медной основе:  
а — латуни;  
б — бронзы.
  2. Сплавы на медноникелевой основе:  
а — нейзильбер;  
б — мельхиор.
  3. Сплавы с улучшенной обрабатываемостью резанием:  
а — свинцовистая латунь;  
б — свинцовистый нейзильбер;  
в — медные сплавы, легированные селеном и теллуром.
  4. Сплавы на алюминиевой основе:  
а — авиаль-часовая (АВЧ);  
б — дуралюминий (Д16).
- III. Сплавы с особыми физическими свойствами.
  1. Сплавы с малым коэффициентом линейного расширения (инвар).
  2. Сплавы с малым термоэластичным коэффициентом (элинвар, ниварокс Н41ХТА и др.).
  3. Сплавы с высокими упругими свойствами (К40ТЮ, К40НХМ и др.).
  4. Электронные сплавы.
  5. Магнитные сплавы.
  6. Камертонные сплавы.
  7. Тяжелые сплавы для инерционных грузов часов с автоматическим подзаводом пружины.

## § 75. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ЧАСОВЫМ МЕТАЛЛИЧЕСКИМ МАТЕРИАЛАМ

К материалам, применяемым в часовой промышленности для производства деталей часовых механизмов, предъявляются особо высокие требования. Малые размеры часовых деталей, особая точность их изготовления и сложный, многооперационный процесс производства в значительной степени ужесточает технические требования, предъявляемые к металлам и сплавам.

Металлические материалы, применяемые в часовой промышленности, могут быть разбиты по технологическому признаку, в зависимости от характера операций изготовления деталей, на следующие четыре группы (не считая материалов, идущих на изготовление инструмента):

1. Стали, применяемые для изготовления часовых деталей резанием (точением) с последующей термообработкой. К этой группе следует отнести автоматные стали для трибов, осей, винтов и других деталей.
2. Сплавы цветных металлов и стали, применяемые для изготовления штампуемых деталей.
3. Сплавы, применяемые для изготовления часовых спиралей.
4. Стали и сплавы, применяемые для изготовления заводных пружин.

Технические требования, предъявляемые к часовым металлическим материалам следующие:

однородность по химическому составу, структуре и свойствам;

высокая плотность, отсутствие металлургических пороков;

чистая и гладкая поверхность без рисок и заусенцев; способность сплава воспринимать термическую обработку и улучшать при этом свои свойства;

высокая устойчивость к деформированию и изменению размеров готовых деталей под влиянием внутренних напряжений (размерная стабильность сплава);

высокая коррозионная стойкость в условиях производства, хранения и эксплуатации деталей часов.

Кроме того, к различным группам материалов предъявляются свои специфические требования, характерные только для данной группы. Например, к сталям и сплавам, идущим на изготовление заводных пружин, такие

требования, как постоянство крутящего момента в течение всей продолжительности спуска и значительная усталостная прочность. Аналогично к сплавам, применяемым для изготовления часовых спиралей такими специфическими требованиями является относительное постоянство модуля упругости в различных температурных условиях, и благодаря этому обеспечиваемая минимальная температурная погрешность хода часов.

Для изготовления наиболее ответственных деталей часов были созданы специальные сплавы — например, специальные сплавы Н35ХМВ, Н41ХТА для часовых спиралей или нержавеющей немагнитные сплавы К40НХМ, К40ТЮ — для заводных пружин.

## § 76. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Для изготовления деталей часов применяют металлические материалы, обладающие необходимыми механическими и технологическими свойствами, удовлетворяющими определенным техническим требованиям.

Несоответствие металлических материалов предъявляемым к ним требованиям ухудшает качество часов и усложняет технологический процесс их изготовления.

Механические, физические, химические и технологические свойства металлов и сплавов зависят от их структуры. Структура металла и сплава зависит, в свою очередь, от их химического состава и обработки.

Химический состав, механические свойства и другие требования, предъявляемые к металлическим материалам, определяются Государственными стандартами (ГОСТ) и междуведомственными техническими условиями (ТУ). Свойства металлических материалов характеризуют такие параметры, как модуль упругости, пределы упругости, прочности, текучести, пропорциональности и др.

*Модулем нормальной упругости  $E$*  называется отношение напряжения материала к соответствующему относительному удлинению в пределах начального (упругого) участка растяжения.

*Пределом упругости  $\sigma_y$*  называется условное напряжение, соответствующее появлению первых признаков остающейся при разгрузке образца пластической деформации, величина которой задается определенными допусками.

*Пределом пропорциональности*  $\sigma_{п.ц}$  называется максимальное напряжение, до которого деформация образца пропорциональна нагрузке, т. е. напряжение, до которого справедлив закон Гука.

*Пределом прочности*  $\sigma_{вр}$  называется максимальное напряжение, приходящееся на единицу площади поперечного сечения, при котором наступает разрушение (разрыв) образца.

$$\sigma_{вр} = \frac{P_{\max}}{f_0},$$

где  $P_{\max}$  — величина наибольшей нагрузки, кГ;  $f_0$  — площадь поперечного сечения образца до растяжения, мм<sup>2</sup>.

*Пределом текучести*  $\sigma_t$  называется наименьшее напряжение, при котором образец металла продолжает удлиняться, в то время как нагрузка остается постоянной.

*Относительным удлинением*  $\delta$  называется отношение приращения длины образца к первоначальной расчетной длине, выраженное в процентах.

*Термоэластичным коэффициентом сплава или температурным коэффициентом модуля упругости* называется изменение модуля упругости в зависимости от температуры.

*Коэффициентом линейного расширения* называется коэффициент, характеризующий способность металлов и сплавов изменять свои линейные размеры при нагревании.

*Твердость металла* характеризуется сопротивлением пластической деформации при местном действии нагрузки. Определяют твердость при вдавливании в металл закаленного стального шарика или алмазной пирамиды.

Первый способ носит название определения твердости по Бринеллю. Стальной закаленный шарик определенного диаметра 2,5; 5,0; 10 мм вдавливают в испытываемый металл на прессе под определенной нагрузкой — 62,5; 250; 1000 и 3000 кГ. Твердость характеризуется величиной полученного отпечатка и выражается в кГ/мм<sup>2</sup>.

Второй способ носит название определения твердости по Роквеллу. Наконечник, представляющий собой алмазный конус (шкала  $R_c$ ) для более твердых материалов или стальной шарик (шкала  $R_b$ ) для более мягких материалов.

Характеристика твердости по Роквеллу выражается в единицах условной шкалы отвлеченным числом (без размерности), связанным с глубиной внедрения наконечника в испытуемый металл под действием соответствующей нагрузки.

Третий способ называется определением твердости по Виккерсу (*HV*). В приборе Виккерса для алмазного наконечника выбрана форма четырехгранной пирамиды, имеющей квадратное основание и угол между противоположными боковыми гранями у вершины, равный  $136^\circ$ . Из всех перечисленных методов определения твердости, метод и прибор Виккерса являются наиболее универсальными и приемлемыми для деталей точного приборостроения. Система измерения твердости по Виккерсу допускает использование нагрузок от граммов до десятков килограммов, при этом значения твердости однозначны.

Обычно регламентируются такие механические свойства, как предел прочности и относительное удлинение.

Для изготовления деталей часов применяются сплавы черных, цветных и благородных металлов, которые должны удовлетворять специальным техническим требованиям. Номенклатура сплавов, применяемых для изготовления часовых деталей, сравнительно невелика.

## § 77. ЧЕРНЫЕ МЕТАЛЛЫ И ИХ СПЛАВЫ

Многие часовые детали изготавливают из стали. Сталью называют сплав железа с углеродом, содержащий не более 2% углерода. В часовых механизмах используют обыкновенные углеродистые и легированные стали.

*Углеродистой сталью* называют сталь, в которой не содержится никаких легирующих элементов.

*Легированной сталью* называют сталь, содержащую один или несколько легирующих элементов, в различных комбинациях и количествах, улучшающих механические и технологические свойства стали. К легирующим элементам относятся: хром, никель, титан, вольфрам, молибден и некоторые другие.

В часовом производстве наиболее часто применяют следующие стали и сплавы черных металлов.

Из среднеуглеродистой стали У7АВ (автоматной) с содержанием углерода 0,7—0,8% получают заготовки

деталей на станках-автоматах продольного точения. К таким деталям относятся: трибы, оси, винты, кулачковая муфта, заводной триб. Благодаря наличию фосфора (0,04—0,08%) и серы (0,18—0,24%) эта сталь хорошо обрабатывается резанием. Однако при значительном содержании серы она приобретает повышенную хрупкость и недостаточную коррозионную стойкость.

Из высокоуглеродистой стали У10А (высококачественной, инструментальной) с содержанием углерода 0,95—1,04% изготовляют наиболее ответственные детали: ось баланса, анкерное колесо, анкерную вилку. Сталь У10А значительно хуже обрабатывается, чем сталь У7АВ.

Для улучшения обрабатываемости резанием стали У10А ее легируют 0,2% селена. Автоматная сталь такого состава имеет марку У10Е (ЧМТУ-1-424-68) и обрабатывается в 1,5—2,0 раза лучше, чем сталь У10А.

Нержавеющая сталь ЭИ699 с содержанием углерода 0,32—0,4% отличается повышенной коррозионной стойкостью и идет на изготовление деталей часов, эксплуатируемых в условиях теплого и влажного (тропического) климата. По сравнению со сталями У7АВ и У10А она обрабатывается резанием еще хуже.

Нержавеющая хромоникелевая сталь 1Х18Н9 с содержанием углерода не более 0,12% применяется для изготовления крышек корпусов. Эта сталь имеет повышенную вязкость, что затрудняет ее механическую обработку, но обладает высокой коррозионной стойкостью.

Нержавеющая сталь ЭП47 (1Х18Н10Е) применяется для изготовления нержавеющих корпусов наручных часов. Для улучшения ее обрабатываемости в ее состав введен селен (0,18—0,36%).

Нержавеющий немагнитный сплав К40ТЮ имеет повышенную коррозионную стойкость, применяется для изготовления заводных пружин наручных часов.

## § 78. СПЛАВЫ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

**Латунь.** Этот сплав имеет наибольшее применение при изготовлении деталей часов.

Латунь представляет собой сплав меди с цинком. Из нее изготовляют такие детали часов, как платины, мосты, колеса основной колесной системы, барабаны, циферблат и др.

Чтобы латунь было легче обрабатывать, в нее добавляют свинец, олово и некоторые другие вещества.

Часовые детали изготавливают из латуни марок ЛС-63-3, ЛС-59-1 и Л-68. Буква Л обозначает «латунь», буква С указывает на содержание в ней свинца, первые две цифры показывают среднее содержание меди в процентах, а последняя цифра — среднее содержание свинца в процентах. Так, например, латунь марки ЛС-63-3Т содержит 63% меди, 3% свинца и находится в твердом состоянии ( $R_b$  75—85).

Латуни марки Л-62 и Л-68 относятся к мягким, пластичным латуням, из них изготавливают циферблаты наручных часов.

Латунь ЛС-59-1 содержит 0,8—1,9% свинца, который улучшает обрабатываемость резанием. Из латуни этой марки делают менее ответственные детали.

Из латуни ЛС-63-3 изготавливают ответственные детали, например, платины, мосты, колеса и др. Эта латунь может быть повышенной твердости и особо твердой (ОТ).

После соответствующей обработки поверхности деталей из особо твердой латуни имеют повышенную чистоту. Латуни всех марок хорошо подвергаются покрытию другими металлами.

**Томпак Л90.** Это сплав меди с цинком. Меди содержится в нем 88—91%. Применяется этот сплав для изготовления циферблатов наручных часов.

**Нейзильбер.** Этот сплав состоит из никеля (16,5—18%), цинка (17—19%), свинца (1,6—2%), меди (остальные) и обозначается буквами МНЦ. Из нейзильбера изготавливают детали корпуса, балансы наручных часов. Нейзильбер тверже латуни, обладает большей вязкостью, поэтому обрабатывается резанием значительно хуже. Но отличается лучшей, чем латунь, коррозионной стойкостью. Балансы из нейзильбера обладают более высоким качеством, чем из латуни.

**Бериллиевая бронза.** Бериллиевая бронза представляет собой сплав меди, никеля и бериллия и обозначается БрБ-2,5, т. е. бронза с содержанием бериллия 2,5%, никеля — 0,2—0,5%, остальное — медь. Из бериллиевой бронзы изготавливают обод баланса наручных часов высоких классов точности. Так как этот сплав обладает высокой твердостью, то балансы из него хорошо сохраняют форму при обработке и не деформируются с течением



времени. Кроме того, сплав имеет малый коэффициент линейного расширения. Это позволяет снизить температурную погрешность системы баланс — спираль. Этот материал обладает также высокой коррозионной стойкостью. Бериллиевая бронза марки БрБ-2,5 применяется также для изготовления передаточных колес. Чтобы детали лучше обрабатывались резанием, для их изготовления используют сплав Б-4 с содержанием теллура 0,4%.

**Мельхиор.** Мельхиором называется сплав никеля (18,0—20,0%) с медью. Он применяется для изготовления корпусов женских наручных часов. Сплав хорошо обрабатывается давлением и обладает высокой коррозионной стойкостью.

**Специальный никелевый сплав.** Специальный дисперсионно-твердеющий никелевый сплав Н41ХТА применяется для изготовления часовых спиралей. Дисперсионно-твердеющие сплавы — сплавы, упрочняющиеся в результате распада твердого раствора и выделения упрочняющей дисперсной фазы. Предел прочности спиралей из этого сплава после фиксации равен 130—140 кг/мм<sup>2</sup>, а относительное удлинение  $\delta = 5—7\%$ . Температурный коэффициент спиралей, изготовленных из этих сплавов, равен 0,3—0,5 с на 1°С в сутки, т. е. при изменении температуры на 1°С модуль упругости спирали изменяется на величину, соответствующую изменению хода часов на 0,3—0,5 с в сутки. Модуль упругости сплава Н41ХТА равен 18 500—19 000 кг/мм<sup>2</sup>.

**Благородные металлы и их сплавы.** Для изготовления деталей корпусов дорогих наручных и карманных часов применяются сплавы золота, платины и серебра.

Кроме того, золото и серебро применяются для декоративного покрытия деталей часового механизма из латуни и нейзильбера, как например, для золочения платин, мостов, колес, балансов и для серебрения циферблатов.

**Металлы, применяемые для гальванических покрытий.** Для защиты часовых деталей от окисления и коррозии, а также для декоративных целей применяются гальванические покрытия из никеля, хрома, меди, кадмия, серебра, золота. Никель — металл серебристо-белого цвета с сильным блеском. На воздухе не тускнеет и не окисляется. Температура плавления 145°С, твердость по Бринеллю 70, хорошо полируется. Применяется для покрытия платин, мостов, винтов.

**Хром** — металл серебристо-белого цвета с синеватым отливом, обладает высокой твердостью. На воздухе не тускнеет и не окисляется. Температура плавления  $1765^{\circ}\text{C}$ , твердость по Бринеллю 217. Применяется для покрытия корпусов.

**Медь** — металл красноватого цвета, мягкий и пластичный. Температура плавления  $1083^{\circ}\text{C}$ , твердость по Бринеллю 35. Применяется для промежуточного покрытия деталей перед никелированием.

**Кадмий** — металл серебристо-белого цвета с синеватым отливом и металлическим блеском. Температура плавления  $320^{\circ}\text{C}$ . Твердость по Бринеллю 16. Применяется для покрытия винтов.

**Серебро** — блестящий белый металл. Температура плавления  $960,5^{\circ}\text{C}$ , твердость по Бринеллю 25, хорошо полируется. Применяется в основном для покрытия поверхности циферблатов. Такое покрытие дает красивую поверхность.

**Золото** — металл желтого цвета с металлическим блеском. Мягкий, легкотягучий металл с температурой плавления  $1063^{\circ}\text{C}$ . Твердость по Бринеллю 20. В зависимости от примесей металл может иметь желтый или красноватый оттенок. Золото обладает высокой стойкостью к воздействию кислот и щелочей окружающей атмосферы. Применяется для покрытия часовых колес, стрелок, циферблатов, балансов, корпуса и иногда платин и мостов.

## § 79. ЧАСОВЫЕ КАМНИ

Часовые камни по назначению разделяются на две группы:

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

камни с отверстиями, служащие радиальными или осевыми опорами;

камни, способствующие передаче силы или движения;

узлы, содержащие несколько камней (например, шариковые муфты для механизма подзавода). Каждый узел считается одним функциональным камнем независимо от того сколько камней в узле.

2. Нефункциональные — декоративные камни. К ним относятся: 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 полированию. 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 уменьшают потери на трение и износ деталей, длительное время могут удерживать смазку, обеспечивая стабильную работу часового механизма.

В зависимости от назначения в часовом механизме применяют камни различной формы и размеров (рис. 152): накладные, сквозные, палеты, импульсные (эллипсы).

Накладные камни (рис. 152, а) применяются в качестве подпятников для снижения трения в опорах. Их ста-

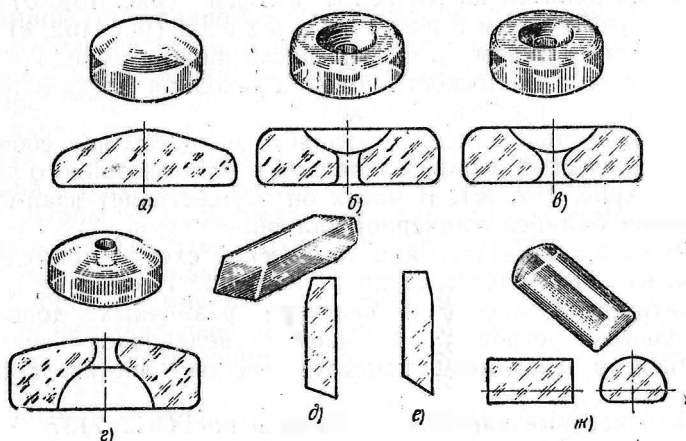


Рис. 152. Виды часовых камней:

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

вят с обеих сторон оси баланса. Иногда накладные камни применяют и в качестве подпятников оси 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. 152, 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 оливаж (рис. 152, 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.

Для уменьшения трения и износа палеты анкерной вилки также изготавливают из искусственного рубина. Палеты имеют форму прямоугольной призмы. По углу, образованному плоскостью импульса и плоскостью основания, они делятся на палеты входа (рис. 152, д) с более тупым углом и палеты выхода (рис. 152, 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 (рис. 152, ж). 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—73, который определяет форму камней, их размеры, шероховатость поверхности, технические требования к ним и методы контроля.

Смазка трущихся деталей часового механизма снижает потери на трение и износ деталей, повышает коэффициент полезного действия механизма и увеличивает срок его службы. Часовые масла изготавливаются в соответствии с ГОСТ 7935—56 и 7936—56.

Качество масел, их правильное использование для смазки механизмов имеют важное значение для нормальной работы часов. Смазке часового механизма следует уделять большое внимание при его сборке. Масло должно наноситься на тщательно промытые сухие поверхности деталей, полностью очищенные от пыли, грязи и промывочных жидкостей. При соблюдении этих условий масло сохраняется в механизме без существенных изменений в течение нескольких лет. Нанесение смазки на плохо подготовленную поверхность ведет к изменению его физико-химических свойств, загустеванию, растеканию или высыханию, что отражается на точности хода и долговечности работы часов.

Гладкие, полированные поверхности деталей служат хорошей защитой от утечки масла. Если же детали плохо промыты или на них при обработке оставлены риски и канавки, то может происходить утечка масла. Большое значение имеет и хранение масла. Чтобы оно сохраняло свои физико-химические свойства, его следует хранить в темном, прохладном месте. Флаконы с маслом должны быть плотно закрыты и помещены в индивидуальные коробки. Для избежания загрязнения масла берут из флакона специальной стеклянной палочкой, которую тщательно протирают чистой, не ворсистой тряпкой. Погружая палочку в масло на 1—3 мм, его переносят из флакона в углубление масленки.

Чтобы часовой механизм работал хорошо, масла должны обладать следующими свойствами:

- высокой смазывающей способностью;
- хорошо смачивать трущиеся поверхности, но при этом незначительно растекаться;
- не изменять значительно вязкость при изменении температуры;
- быть нейтральным по отношению к камневым подшипникам и металлам;
- не содержать воды и каких-либо механических примесей;

работать в интервале температур от  $-10$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ . В зависимости от размеров деталей и их функций в механизме применяют различные виды масел.

Часовые масла изготовляют из костного жира, который смешивают с диоктилсебацнатом или с веществами, выделяемыми при вакуумной перегонке нефтяных масел. Чтобы получить густые масла, в них добавляют твердые загустители. Для смазки часовых механизмов применяют масла следующих марок:

МБП-12 — для баланса и палет в наручных и карманных часах;

МЗП-6 — для зубчатой передачи в наручных часах нормального калибра и в карманных часах;

МЦ-3 — для опор осей и трибов будильников, заводной пружины, опор центрального триба, заводного колеса наручных и карманных часов и опор колесной системы настольных, настенных и напольных часов;

РС 1 — ремонтурная густая смазка для подвижных соединений в механизме заводки и перевода стрелок;

ПС-4 — для смазки пружин будильников, настольных и настенных часов;

МЧМ-5 — для смазки опор осей и трибов в наручных часах малого калибра.

Для часов, работающих в условиях тропического климата, применяются специальные, так называемые «тропические» масла:

МЧТ-3 — для смазки палет, опор, осей и трибов в наручных часах;

МПТ-3 — для смазки заводных пружин в наручных часах;

РСТ-1 — для смазки подвижных соединений в механизме заводки часов и перевода стрелок наручных часов.

Тропические масла содержат антисептическое ртутное соединение, предохраняющее их от поражения микробами в условиях тропического климата.

При употреблении этих масел необходимо соблюдать меры предосторожности: использовать только по их прямому назначению, тщательно промывать после них масленки и маслодозировки этиловым спиртом, после работы тщательно мыть руки теплой водой с мылом.

## § 81. ОРГАНИЧЕСКОЕ СТЕКЛО И ПРОКЛАДОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Из органического стекла марок СОЛ, СТ-1, СТ-2-55 изготовляют часовые стекла. Оргстекло относится к тер-

моэластичным материалам и его физико-механические свойства изменяются в зависимости от температуры. Например, стекло марки СОЛ — упругий материал, но его упругость уменьшается при температуре ниже  $50^{\circ}\text{C}$ . С повышением температуры стекло размягчается и при температуре  $120\text{—}160^{\circ}\text{C}$  оно хорошо формуется.

Органическое стекло прозрачно, бесцветно и достаточно прочно. Однако при определенных условиях оргстекло имеет склонность к растрескиванию и образованию внутренних микротрещин. Микротрещины появляются под действием напряжений растяжения, которые могут возникнуть в часовых стеклах при их изготовлении, при вставке в ободок или корпус и при неправильной эксплуатации.

Органические растворители, ультрафиолетовые лучи, местное нагревание снижают поверхностную прочность оргстекла. К оргстеклу предъявляются следующие требования: на его поверхности не должно быть пузырей, трещин, посторонних включений, царапин, микротрещин («серебра»), волнистости, разнотонности (цветности).

Для изготовления герметизирующих прокладок применяют полихлорвиниловые пластики, которые изготовляет химическая промышленность по рецептам 355 и 38. Прокладки из этих материалов обеспечивают хорошую герметичность часов в течение примерно одного года. С течением времени они подвергаются процессу естественного старения и теряют свои эластичные свойства, т. е. твердеют.

Материал для прокладок не должен скручиваться, растрескиваться и высыхать, не должен выделять летучих продуктов, вызывающих коррозию или потемнение деталей часов, должен обладать хорошей износостойкостью и небольшим коэффициентом трения при взаимодействии с металлом, не должен изменять своих физико-механических свойств при воздействии часового масла, пота и мыльного раствора. Первоначальные свойства материала должны сохраняться не менее двух лет при работе в диапазоне температур от  $10$  до  $+70^{\circ}\text{C}$ .

## § 82. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

При сборке часов применяют вспомогательные специфические, характерные для часового производства материалы. К ним относятся замша, клей-шеллак, сердцевина бузины и др.

Клей-шеллак применяют для проклейки палет в пазах анкерной вилки.

Сердцевинной бузины прочищают цапфы осей и трибов.

Деревянные палочки (пуцгольцы) из самшита или пластмассовые палочки служат для того, чтобы придерживать детали при сборке часового механизма.

Папиросной и конденсаторной бумагой пользуются для чистки и сушки мелких деталей часов.

Замшей или полубархатом предохраняют детали корпуса от повреждения, когда механизм вставляют в корпус.

В специальном мыльном растворе, спирте и бензине «Галоша» промывают детали часов.

#### Контрольные вопросы

1. Какие марки сталей применяют для изготовления деталей часов?
2. Почему ось баланса изготавливают из стали У10А?
3. Из какого материала изготавливают платины и мосты?
4. Из какого сплава изготавливают спираль и каковы особенности этого сплава?
5. Каково назначение камней в часах, из какого материала их изготавливают?
6. Каким требованиям должны соответствовать часовые камни?
7. Какие узлы часового механизма смазывают?
8. Какие масла применяют для смазки часовых механизмов?
9. Какие требования предъявляют к прокладочным материалам?



## ГЛАВА XIII

### ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ЧАСОВЫХ ДЕТАЛЕЙ

Для изготовления деталей в часовом производстве применяются различные виды обработки: холодная и горячая штамповка, точение на токарных полуавтоматах и автоматах, сверление, фрезерование, нарезание резьбы, шлифование и полирование. Применяется также термическая обработка деталей, гальванические и лакокрасочные покрытия.

Часовые детали имеют небольшие размеры, поэтому технологические процессы их изготовления и обработки имеют особенности и должны отвечать определенным требованиям.

Для обеспечения взаимозаменяемости деталей и нормальной работы часового механизма необходима высокая точность их изготовления. Высокие требования предъявляются и к шероховатости поверхностей. Это объясняется необходимостью снизить потери на трение, обеспечить антикоррозионную стойкость, а также эстетическими соображениями.

#### § 83. ВИДЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И ОТДЕЛОЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ

**Холодная штамповка.** Под штамповкой подразумевается ряд операций, выполняемых, как правило, на прессах без снятия стружки. Этот вид обработки является одним из прогрессивных и имеет ряд преимуществ перед другими видами обработки.

Штамповка обеспечивает высокую производительность, так как за один ход прессы можно получить деталь сложной конфигурации. Штамповку почти всех деталей можно автоматизировать. В часовом производстве штамповкой получают все заготовки плоских деталей: платины, мосты, колеса, анкерные вилки, накладки, градусники, рычаги и т. д.

Применяют следующие операции холодной штамповки: вырубку, правку, зачистку, гибку, вытяжку, кернение, чеканку, клеймение, калибровку и т. д.

Вырубка является наиболее распространенной операцией штамповки. Это исходная операция для изготовления деталей из металлической полосы или ленты.

В некоторых случаях вырубка может применяться в сочетании с другими операциями холодной штамповки.

Правка применяется после вырубки крупных деталей, так как их получают, как правило, несколько изогнутыми. Применяют два вида правки: гладкую и точечную. После правки получают ровную деталь.

Зачистку производят после вырубки заготовки из полосы или ленты толщиной более 0,5 мм. Заготовки деталей по контуру имеют неровную поверхность среза и заусенцы. Поверхность среза часовых деталей должна быть перпендикулярна плоскости, шероховатость 7—8-го класса. Чтобы детали соответствовали этим требованиям, после вырубки их зачищают в зачистном штампе. При этом снимается часть металла (припуск на зачистку) и поверхность деталей получается требуемого качества. Особенно необходимо зачищать детали, имеющие острые углы и резкие переходы, например, такие, как платина. Зачисткой исправляют также образующиеся при вырубке завалы острых углов.

В часовом производстве применяют комбинированные штампы, в которых одновременно и производится вырубка и зачистка.

Гибку применяют для изгиба заготовки детали. При этом наружные слои металла растягиваются, а внутренние сжимаются. Величина допустимого радиуса гибки зависит от свойств материала, его толщины и направления линии изгиба относительно направления проката металла. Линию изгиба следует располагать под углом не более  $90^\circ$  и не менее  $30\text{—}40^\circ$  к направлению проката.

Вытяжку применяют тогда, когда необходимо из плоской заготовки вытянуть пустотелую деталь. Вытяжку можно производить без изменения первоначальной толщины материала и с уменьшением толщины. Глубокие пустотелые изделия вытягивают за несколько операций с промежуточным отжигом. Таким способом изготавливают, например, корпуса будильников, авиационных часов.

Кернение применяется для образования лунок (кернов), служащих направляющими при сверлении отверстий. Процесс сверления по кернам намного производительнее и точнее сверления с помощью кондукторов и в часовом производстве применяется широко.

Чеканку производят при изготовлении крышек корпусов, циферблатов и других деталей, чтобы получить на них различные рельефы, цифры, знаки и т. п. Выпуклые рельефы придают деталям более красивый внешний вид. При чеканке рельефа толщина детали почти не меняется.

**Калибровка** — это окончательная операция обработки отверстий, при которой достигается высокая точность.

Размеры отверстий, получаемые при калибровке, стабильны. Шероховатость поверхности, получаемая при калибровке, соответствует 9—10-му классу. Допуск на координаты отверстий выдерживается в пределах 0,005—0,01 мм, а на диаметр отверстия 0,005—0,007 мм.

Процесс калибровки производителен. За один ход пресса калибруются несколько отверстий детали как сквозные, так и глухие. Так, например, в платине наручных часов одновременно калибруется до 24-х отверстий различных диаметров.

**Комбинированную штамповку** экономически целесообразно применять в массовом производстве. Если раньше каждая операция штамповки выполнялась отдельно, то теперь одновременно вырубают и зачищают заготовку. Иногда комбинированная штамповка состоит из нескольких последовательных операций. Например, при изготовлении барабанного колеса вырубается заготовка, пробивается и зачищается квадратное отверстие, производится клеймение, если это требуется по чертежу, и правка. Несмотря на то, что штампы для комбинированной штамповки значительно сложнее, экономически этот вид штамповки оправдывается.

**Горячая штамповка.** Горячая (объемная) штамповка также является одним из прогрессивных методов обработки деталей. Этим методом получают заготовки деталей как из черных металлов, так и из сплавов цветных металлов. Заготовки, полученные этим методом, обладают высокими механическими свойствами. Процесс горячей штамповки является наиболее производительным и дешевым из всех видов обработки давлением. Форма и размеры штампованных заготовок максимально приближены к готовой детали, поэтому уменьшаются отходы.

При горячей штамповке, чем выше температура нагрева, тем больше способность металла заполнять форму и соответственно требуется меньшее усилие.

В часовом производстве методом горячей штамповки получают в основном заготовки корпусных колец. Заготовку разогревают до температуры 780—790° С, специальное приспособление подает ее на пресс, в котором деталь обрабатывается, вытягивается или чеканится.

**Обработка заготовок на автоматах продольного точения.** Точение цилиндрических, конических и фасонных заготовок деталей, растачивание углублений, сверление и растачивание отверстий, нарезание наружных и внутренних резьб, фрезерование шлицов в головках винтов выполняют на специальных станках-автоматах продольного точения. В автомат вставляют калиброванный прутки определенной длины.

В часовом производстве около 60% заготовок изготавливается на автоматах. Таким способом получают заготовки осей балансов, осей анкерных вилок, трибов, кулачковых муфт, заводных валов, валов барабана и т. д. Полученные заготовки подвергают дальнейшей обработке, чтобы получить готовую деталь. Так, например, допуск на диаметр цапф в готовых осях баланса, осей анкерной вилки в наручных часах не должен превышать 0,005 мм, а шероховатость поверхности должна соответствовать 12-му классу. Для обеспечения такой точности и шероховатости поверхности необходимо получить заготовку с шероховатостью поверхности 8—9-го классов, а некоторых поверхностей и до 10-го класса с допуском 0,003—0,005 мм. Шероховатость поверхностей до 12-го класса повышают полированием, но при этом несколько снижается точность размеров.

**Фрезерование.** Фрезерование применяют при изготовлении многих часовых деталей. Например, фрезеруют зубья колес и трибов, расточки в платинах и мостах, пазы в анкерных вилках.

Зубья колес и трибов фрезеруют двумя способами: методом копирования (деления) дисковой фрезой и методом обкатки червячной фрезой. Методом копирования фрезеруют зубья храповых колес и трибов, если их число меньше 12. Профиль дисковой фрезы должен соответствовать профилю впадины нарезаемого зуба триба или колеса. После фрезерования одной впадины заготовка поворачивается на один шаг. Трибы фрезеруются по одной штуке, а тонкие колеса можно собирать в пакеты и фрезеровать по несколько штук одновременно. Этим

методом производят фрезерование на специальных автоматах или полуавтоматах.

Более совершенным и производительным методом фрезерования зубьев колес является метод обкатки. Этот метод состоит в следующем. Повороту червячной фрезы, которая нарезает зубья в пакете заготовок колес, соответствует вращение шпинделя делительного механизма станка, в котором закреплен пакет заготовок.

В часовом производстве методом обкатки фрезеруют зубья колес, если зубьев больше 12. Фрезерование этим методом производится на специальных зубофрезных автоматах. В последнее время появились станки-автоматы для фрезерования трибов методом обкатки.

Фрезерование расточек в платине и мостах производят на специальных фрезерных полуавтоматах и на автоматических линиях. При фрезеровании расточек сложной конфигурации фреза и изделие в процессе обработки перемещаются в горизонтальной плоскости относительно друг друга.

**Сверление.** Сверление применяют для получения отверстий. Чтобы получить высокую точность, отверстия обрабатывают в два приема: предварительно и окончательно.

Предварительная обработка отверстия включает кернение отверстий и последующее их сверление.

Окончательная обработка отверстий или калибровка состоит в зачистке их в специальных калибровочных штампах.

Отверстия в деталях можно сверлить по кернам или по кондуктору. Сверление отверстий по кернам широко применяют в часовом производстве. При сверлении по кернам деталь свободно лежит на столе сверлильного станка или на открытой подставке и рукой подается под сверло. Направлением для сверления служит лунка керна. При сверлении по кернам достигается высокая точность межцентрового расстояния отверстий.

Сверление по кондуктору осуществляется при помощи специального приспособления — кондуктора с точно расположенными втулками, через которые производится сверление: деталь фиксируют при определенном положении кондуктора и через втулки кондуктора рассверливают отверстия. Этот способ менее точный, так как к погрешности изготовления самого кондуктора добавляется погрешность сверления, обусловленная наличием зазора

между сверлом и втулкой кондуктора. Сверление производят на настольных вертикально-сверлильных станках или полуавтоматах.

В часовом производстве имеют большое значение отделочные операции. К ним относятся: шлифование, лучевание, полирование и алмазная обработка. Детали часов шлифуют и полируют для того, чтобы снизить потери на трение, повысить их коррозионную стойкость и придать им красивый внешний вид.

Кроме шлифования и полирования, к отделочным операциям относятся гальванические, химические и лакокрасочные покрытия.

**Шлифование.** Шлифуют такие детали, как заводной вал, рычаги, заводные и переводные колеса. Некоторые плоские детали шлифуют для выравнивания плоскости и устранения завалов, полученных при штамповке, например заводные колеса, переводной и заводной рычаги. Шлифование является в некоторых случаях подготовительной операцией перед полированием. После шлифования шероховатость поверхности детали соответствует 8—9-му классу. Способы шлифования, применяемые в часовом производстве, разнообразны и зависят как от размера и формы детали, так и от требований, предъявляемых к ее поверхности. Шлифуют детали на специальных станках с вращающимися чугунными дисками с чисто обточенной торцевой поверхностью. На чугунные диски наносят слой абразивной пасты.

**Полирование.** Полированием называется процесс снятия с обрабатываемых поверхностей неровностей высотой от 0,8 до 3,5 мк.

Различают два вида полирования: размерное и декоративное. Размерное полирование применяют в тех случаях, когда требуется обеспечить не только соответствующую шероховатость поверхности, но и выдержать размеры с большой степенью точности. Размерному полированию подвергают цапфы осей и трибов, зубья трибов, зубья анкерных колес.

Декоративное полирование осуществляют, чтобы улучшить внешний вид деталей. При этом допуски на размеры могут быть более свободными. Декоративному полированию подвергаются плоские поверхности анкерных вилок, анкерных колес, градусников, стрелок. После полирования поверхности деталей имеют шероховатость 11—12-го класса.

Полируют детали с помощью специальных твердосплавных дисков, которые во время работы смазывают минеральным маслом. Для полирования пользуются также деревянными дисками из бука, дисками из сплава олова и сурьмы. На их поверхность наносят слой полировочной пасты (окись хрома или диамантин).

**Лучевание.** Лучевание заключается в нанесении мелких рисок в виде лучей на наружной плоскости детали с помощью наждачной пасты или окиси хрома, чтобы придать детали красивый внешний вид.

Перед лучеванием обрабатываемые поверхности предварительно шлифуют. Лучеванию обычно подвергают барабанные и заводные колеса.

**Алмазная обработка.** Высокую точность изготовления деталей и улучшение их внешнего вида дает обработка алмазными резцами.

Высокая твердость алмаза и его стойкость позволили широко применять алмазный режущий инструмент в массовом производстве.

Детали, изготовленные алмазными резцами, имеют шероховатость поверхности 11—13-го класса при точных геометрических формах.

С помощью алмазных резцов изготавливают детали противоударного устройства, где необходимо выдержать углы накладки и бушона и обеспечить требуемую чистоту их поверхностей, корпусные кольца с четкими гранями, которые придают часам строгий и изящный вид.

## § 84. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА И ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ

Для улучшения механических свойств деталей и их способности шлифоваться и полироваться стальные детали часового механизма подвергают термической обработке: закалке, отпуску, отжигу, цементации. При этом происходит изменение микроструктуры сплава, которое влияет на механические свойства металла.

**Закалка.** Закалкой называется операция, при которой детали нагревают до температуры, несколько выше критической, выдерживают их определенное время при этой температуре и затем быстро охлаждают в воде или масле.

Основное назначение закалки — получение деталей с высокими механическими свойствами: твердостью, прочностью, износостойкостью. Качество закалки зави-

снт от среды, в которой производится закалка, и от режима закалки: температуры и скорости нагрева, времени выдержки и скорости охлаждения. В зависимости от марок сталей температура закалки колеблется от 750 до 1300° С.

Скорость нагрева и время выдержки зависят от количества, размеров и формы деталей, типа нагревательных печей и закалочной среды. В результате закалки повышается твердость и уменьшается вязкость стали. Структура стали после закалки становится, как правило, мелкозернистой. Закалке подвергаются почти все стальные детали часового механизма.

После закалки в металле появляются большие внутренние напряжения, поэтому закаленная сталь очень хрупкая и легко разрушается от ударных и изгибающих нагрузок. Для снятия внутренних напряжений закаленную деталь подвергают отпуску.

**Отпуск.** Отпуском называется операция, при которой закаленные стальные детали нагревают до температуры ниже критической, после чего их медленно охлаждают.

Отпуск различным деталям производится при температурах от 150 до 650° С. Продолжительность отпуска также зависит от характеристики обрабатываемых деталей.

После отпуска детали охлаждают, как правило, медленно. Только детали из некоторых марок стали при отпуске охлаждают быстро в воде или в масле.

Чем выше температура нагрева детали при отпуске, тем сильнее ее структурные изменения. В результате повышается вязкость металла и уменьшается его твердость. Отпуску подвергают все стальные детали часового механизма.

**Отжиг.** Отжигом называется операция, при которой деталь нагревают до температуры ниже критической 300—400° С и очень медленно охлаждают. Медленное охлаждение обеспечивают, оставляя детали в печи, где они и остывают вместе с ней. При медленном охлаждении получают однородную структуру и снимают внутренние напряжения. При отжиге улучшается структура металла, снижается его твердость.

В часовом производстве для снятия внутренних напряжений, возникающих при механической обработке деталей, отжигу подвергают латунные детали (платины, мосты, корпусные кольца и т. д.).



**Цементация.** Цементация является одним из видов химико-термической обработки деталей, при которой изменяется не только структура, но и химический состав поверхностных слоев металла. Цель такой обработки — получение высокой поверхностной твердости и износостойкости стальных деталей при сохранении пластичной и вязкой сердцевины, хорошо сопротивляющейся ударам, а также повышение усталостной прочности стали. Цементации подвергается сталь, содержащая не более 0,25% углерода.

Наиболее распространенной является цементация в твердой среде: стальные детали укладывают в железные ящики и пересыпают порошковой смесью березового угля и углекислых солей бария или натрия. Ящики закрывают крышкой и нагревают в печи в течение нескольких часов до температуры 860—1050°С в зависимости от требуемой глубины науглероживания. При этом происходит химическая реакция и выделяемый углерод проникает в поверхностный слой стальной детали, изменяя его структуру.

После нагрева ящики вынимают из печи и охлаждают вместе с деталями. Глубина цементации зависит от продолжительности выдержки деталей при температуре цементации и может быть в зависимости от назначения детали от 0,1 до 2,4 мм.

После цементации поверхность детали становится более твердой, сердцевина остается сравнительно мягкой.

Цементации подвергают те детали, которые работают на истирание и испытывают динамические нагрузки, например, переводной и заводной рычаги в наручных часах.

Гальваническим покрытием называется электроосажденный слой металла толщиной от 0,5 до 10 мк, наносимый на поверхность металлических изделий. Металл для покрытия выделяется из электролита и осаждается на поверхности деталей.

Электролитами являются растворы солей металлов, способные проводить электрический ток. Электролит включается в электрическую цепь постоянного тока с помощью электродов. Электроды, соединенные с положительным полюсом источника тока, называются анодами, а с отрицательным — катодами. Обычно в гальванических процессах катодами являются детали, на которые

осаждается металл, а анодами — металлические пластины, с которых металл должен перейти на деталь (никель, хром, серебро, золото и др.). Гальваническую обработку деталей производят в специальных ваннах.

Основными условиями для получения гальванического покрытия высокого качества являются:

хорошая механическая обработка деталей;

хорошая химическая подготовка поверхностей деталей, обезжиривание, травление, промывка.

**Никелирование.** Никелирование применяют для защитно-декоративного покрытия и как подслоя при хромировании деталей. В часовом производстве никелируют обычно пластины и мосты. Толщина покрытия различных деталей механизма колеблется от 2 до 5 мк, а для деталей, работающих на открытом воздухе, от 5 до 10 мк. Никелирование не только придает деталям красивый внешний вид, но и обеспечивает высокую коррозионную стойкость. Такие покрытия имеют высокую твердость, хорошо работают на истирание, прочно сцепляются с основным металлом, хорошо полируются, обладают высокой стойкостью против атмосферных воздействий и нейтральны к часовым маслам.

**Хромирование.** Хромирование применяют в качестве защитно-декоративного покрытия, придающего деталям красивый серебристо-голубоватый цвет. Хромирование — покрытие высокой твердости и износостойкости, обладает высокой стойкостью к атмосферным воздействиям и воздействию щелочей и кислот. Стальные детали полируют, затем на них наносят подслоя меди или никеля с промежуточной полировкой, а затем уже хромируют. Хромирование применяют для покрытия корпусов часов. Толщина покрытия при этом обычно равна 4—6 мк.

**Серебрение.** Серебрение применяют для защитно-декоративного покрытия циферблатов наручных и карманных часов с целью придания им красивого внешнего вида. Толщина покрытия циферблатов колеблется обычно от 1 до 4 мк.

**Золочение.** Золочение применяют для защитно-декоративного покрытия, придающего деталям красивый внешний вид и высокую устойчивость против коррозии. Золото обладает хорошей химической стойкостью и не теряет своего блеска от воздействия атмосферного воздуха. В зависимости от условий работы детали толщина

золочения бывает от 0,5 до 10 мк. Причем, для деталей механизма толщина покрытия составляет обычно от 0,5 до 0,75 мк. В наручных часах золотят латунные колеса, балансы, стрелки, а иногда платины и мосты. Широкое распространение нашло толстослойное золочение корпусов наручных часов, при этом толщина покрытия составляет 10 мк.

#### Контрольные вопросы

1. Каково назначение отделочных операций?
2. Какая шероховатость поверхности получается после полирования и почему необходимо ее выдерживать?
3. Какие детали подвергают полированию?
4. Какие детали часов подвергают гальванической обработке и зачем?
5. Какие виды обработки применяют при изготовлении часовых деталей?
6. Какие детали часов подвергают термической обработке и зачем?

**ТИПОВОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
ПРОЦЕСС СБОРКИ НАРУЧНЫХ ЧАСОВ****§ 85. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ  
СБОРКИ**

Совокупность работ, в результате которых поступающие на предприятия материалы или полуфабрикаты превращаются в готовые изделия, называются *производственным процессом*.

Время, необходимое для получения изделия, начиная от поступления материала или полуфабриката на завод до полной готовности изделия, называется *производственным циклом*.

Часть производственного процесса, непосредственно связанная с изменением формы, размеров или свойств материалов, начиная от получения заготовок и кончая сборкой готового изделия, называется *технологическим процессом*. В свою очередь технологический процесс делится на операции, переходы, установы, позиции, приемы.

*Операцией* называется часть технологического процесса, связанного с обработкой одной или нескольких деталей одним рабочим (или определенной группой рабочих) непрерывно на одном рабочем месте.

*Переходом* называется часть операции, во время которой обрабатывают участок детали или совокупность участков детали одним или несколькими одновременно работающими инструментами.

*Установом* называется часть операции, выполняемая при одном закреплении обрабатываемой детали.

*Позицией* называется каждая из различных положений обрабатываемой детали по отношению к инструменту или к станку при одном ее закреплении.

*Приемом* называется часть операции, непосредственно связанная с подготовкой станка или прибора к выполнению отдельных переходов.

На часовых заводах выполняются различные виды технологических процессов: механическая обработка, термическая обработка, гальваническая обработка, сборка, контроль часов.

Совокупность всех сборочных операций, в результате которых получают собранные и отрегулированные часы, называется *технологическим процессом сборки*.

Часть технологического процесса сборки, которую делает один рабочий, выполняющий определенные соединения деталей и узлов, называется *сборочной операцией*.

Часть сборочной операции, выполняемая одним или несколькими одновременно работающими инструментами с одной или несколькими деталями и узлами, называется *переходом*.

Совокупность движения руки, инструмента или группы одновременно работающих инструментов при выполнении части перехода сборочной операции называется *сборочным приемом*.

Технологический процесс изготовления каждого изделия подробно разрабатывается и заносится в специальные операционные технологические карты сборки. В картах подробно описана последовательность выполнения каждой операции, указаны необходимые инструменты, приспособления, материалы, сформулированы технические требования к выполняемой операции. Выполнение требований, указанных в карте, обязательно для сборщика.

## § 86. ТИПЫ ПРОИЗВОДСТВА

Производство, в зависимости от количества выпускаемых изделий и особенностей организации, делится на индивидуальное, серийное (крупносерийное и мелкосерийное) и массовое. Каждый тип производства имеет свои особенности.

Производство называется *индивидуальным* тогда, когда на предприятии изготавливают единичные изделия или мелкие партии изделий. Индивидуальное производство оснащено универсальным оборудованием, инструментами и приспособлениями. Технологический процесс изготовления изделий в индивидуальном производстве не разрабатывается, а составляет лишь перечень операций. В таком производстве заняты, как правило, рабочие высокой квалификации.

Производство называется *серийным* тогда, когда предприятие выпускает изделия различными партиями или сериями. Такое производство может быть мелкосерийным и крупносерийным в зависимости от количества изделий в партии. При серийном производстве детали

с операции на операцию передаются партиями. Разнообразие производимых деталей в крупносерийном производстве значительно меньше, чем в мелкосерийном. Технологический процесс разрабатывается подробно. Детали изготавливают с помощью специальных приспособлений и инструментов.

Производство называется *массовым* тогда, когда предприятие постоянно выпускает одинаковые изделия, соблюдая определенный ритм. В массовом производстве широко применяются специальные станки, автоматические станки и линии, специальные приборы, приспособления и инструменты. Все оснащение технологического процесса специализировано. Технологический процесс массового производства разрабатывают особенно подробно. Благодаря постоянному повторению на одном рабочем месте одних и тех же операций и применению специальной оснастки обеспечивается высокая производительность труда.

#### § 87. СБОРОЧНЫЙ ЦЕХ И РАБОЧЕЕ МЕСТО СБОРЩИКА

Помещение сборочного цеха должно быть просторным, чистым, светлым и сухим.

Для поддержания постоянной температуры  $+20 \pm 2^\circ \text{C}$  и необходимой влажности в цехе применяют установку для кондиционирования воздуха. В последнее время, при строительстве сборочных корпусов часовых заводов предусматривается их герметизация с созданием внутри корпуса искусственного климата.

Стены и потолок цеха окрашивают в светлые тона. Для смягчения ярких солнечных лучей на окна сборочных цехов должны быть специальные шторы или жалюзи. Рабочее место сборщика состоит из специального стола и стула, которые можно регулировать по высоте. Конструкция рабочего стола сборщика может быть различной, однако, поверхность стола должна быть на 100 мм ниже уровня глаз. На каждом столе устанавливают лампу дневного света так, чтобы рабочий участок стола освещался равномерно.

Удобство стола сборщика, высота стула, достаточная освещенность и чистота на рабочем месте способствуют наименьшей утомляемости рабочего, предупреждают возникновение профессиональных заболеваний.

Технологический процесс сборки разделен на опера-

ции в соответствии с нормами времени, необходимыми для сборки того или иного узла и в зависимости от его конструктивных особенностей.

В зависимости от требований технологического процесса сборки рабочие столы сборщика соединены между собой конвейерными лентами различных конструкций. Конвейер оснащен электронными, оптическими и механическими приборами и приспособлениями, которые позволяют с высокой точностью выполнять сборочные операции.

Ряд сборочных операций производится вне конвейерной ленты. Так на отдельных сборочных участках выполняются такие операции, как обработка узла баланс — спираль; предварительная установка палет в анкерную вилку на специальном проекторе со стократным увеличением; сборка узла барабана с пружиной; ввертывание винтов циферблата в платину и установка нижней накладки баланса; сборка барабанного моста; промывка комплектов и деталей перед сборкой.

Кроме того, вне конвейера устанавливают циферблат, стрелки, корпуса, регулируют часовой механизм и собирают дополнительные устройства — автоподзавод, календарь, сигнал.

На рис. 153 показана примерная схема последовательности выполнения конвейерных и внеконвейерных сборочных операций. Типовой технологический процесс сборки наручных часов рассмотрен на примере часов «Полет».

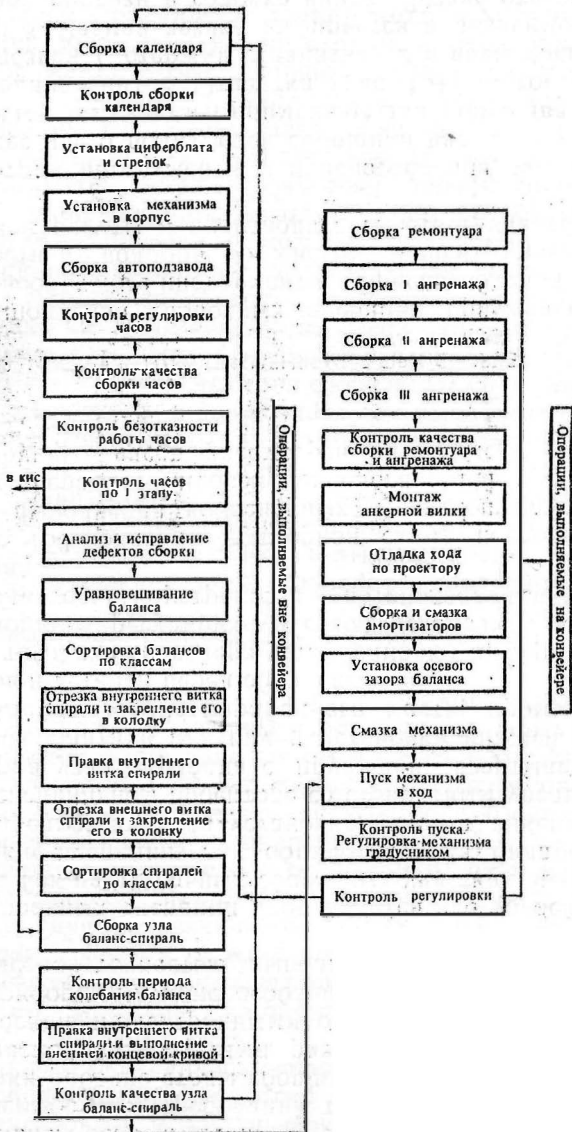
#### § 88. ИНСТРУМЕНТЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ СБОРКЕ

Для выполнения сборочных операций применяются самые разнообразные инструменты и приспособления. От правильности их подбора во многом зависит качество выполненной работы и производительность труда сборщика.

Рассмотрим инструменты и приспособления, которыми наиболее часто пользуются сборщики часов.

Ч а с о в ы е о т в е р т к и применяют для завинчивания и отвинчивания винтов. Отвертка (рис. 154) состоит из сменного лезвия 1, стержня с накаткой 2 и вращающейся головки 3. Размер лезвия выбирается в зависимости от шлицевой прорези в головке винта. Лезвие отвертки должно быть правильно заточено. Обычно лезвие затачи-

Рис. 153. Схема технологического процесса сборки часов





вається так, чтобы по ширине оно было на 0,05—0,1 мм меньше диаметра головки винта и после установки его в шлицевую прорезь остался бы зазор 0,02—0,04 мм. Острые углы лезвия должны быть пригнаны радиусом 0,03 мм.

На рис. 155 приведены примеры правильного и неправильного подбора отвертки по ширине шлица и диаметру головки винта. Если отвертка подобрана правильно по ширине и толщине лезвия, головка винта дефектов при сборке не имеет (рис. 155, а). Если лезвие отвертки шире головки винта, то шлиц винта не будет поврежден, но будет испорчена при сборке деталь, в которую будут ввинчивать (рис. 155, б) винт. Если лезвие отвертки значи-

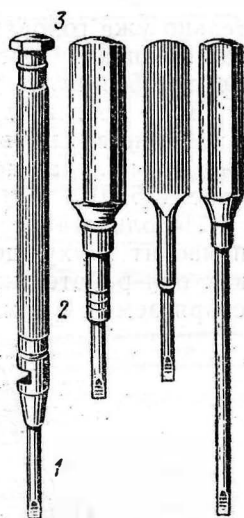


Рис. 154. Часовые отвертки:

1 — лезвие, 2 — стержень с накаткой, 3 — головка

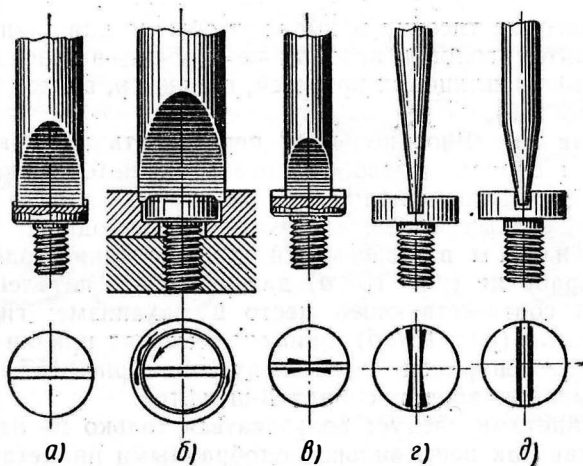


Рис. 155. Подбор отвертки по шлицу:

а — ширина и толщина лезвия отвертки соответствуют длине и ширине шлица, б — ширина лезвия отвертки больше длины шлица, в — лезвие отвертки уже длины шлица, г — лезвие отвертки заточено тонко, д — лезвие отвертки заточено толсто

тельно уже головки винта или заточено слишком тонко, то шлицевая прорезь винта сомнется при работе (рис. 155, в, г).

Если лезвие отвертки заточено толсто, то оно полностью не входит в шлицевую прорезь винта и при сборке в этом случае может смяться вся поверхность прорези (рис. 155, д).

Использование неправильно подобранных отверток приводит к ухудшению внешнего вида механизма, так как при работе они оставляют следы на винтах или на сопрягаемых с ними деталях.

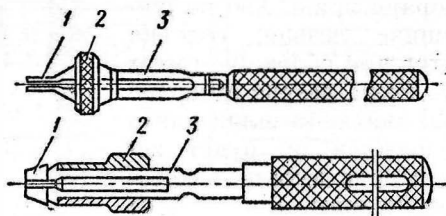


Рис. 156. Виды канговых тисочек:

1 — канга, 2 — зажимное кольцо, 3 — конус

Канговые тисочки применяют обычно для завинчивания винтов, головки которых не утопают в тело детали и не имеют шлицевых прорезей, например, винтов баланса (рис. 156).

Если зажимное кольцо 2 передвигать по конусу 3 канги 1 справа налево, то деталь окажется зажатой в канге. При перемещении кольца слева направо губки канги разойдутся и деталь окажется свободной.

Пинцеты в зависимости от назначения разделяются на рабочие (рис. 157, а) для установки деталей и узлов на соответствующее место в механизме; гибочно-правочные (рис. 157, б), применяемые для правки колес, балансов, спиралей; пинцеты-кусачки (рис. 157, в) для откусывания концов спиралей-штифтов.

Пинцетами следует пользоваться только по назначению, так как неправильно подобранными пинцетами неудобно работать. Кроме того, если пинцет подобран неправильно, можно повредить детали механизма.

Пинцеты должны быть правильно изготовлены, заправлены, концы пинцета должны плотно прилегать один к другому. Длину прилегания и расхождения кон-

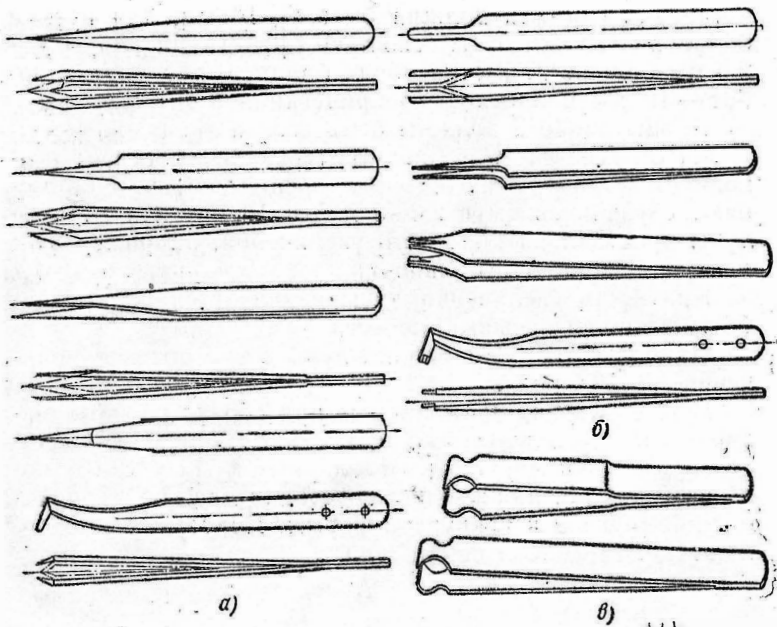


Рис. 157. Часовые пинцеты:

*а* — рабочие, *б* — гибочно-правочные, *в* — пинцеты кусачки

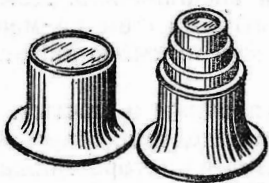
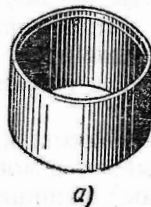
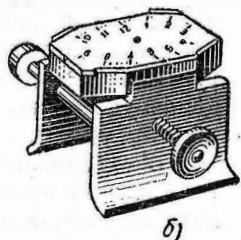


Рис. 158. Часовые лупы



*а*)



*б*)

Рис. 159. Подставки для сборки часов:

*а* — простая, *б* — зажимная

цов необходимо подбирать в зависимости от назначения пинцета. При слишком большом расхождении концов снижается чувствительность руки, при слишком малом — возможно выпадение пинцета из рук при работе. Величина расхождения концов пинцета для правки и

установки спирали должна быть 6—10 мм, для правки баланса — 10 мм с плоскостью прилегания на 0,5—2,0 мм больше диаметра обода баланса, для прочих работ — 10 мм с плоскостью прилегания 3 мм.

Концы пинцета должны быть всегда чистыми.

Часовые лупы (рис. 158) в зависимости от выполняемой работы и состояния зрения рабочего применяют с увеличением в 2,3; 3,5; 5 и 10 раз. На корпусе лупы проставлена кратность увеличения, например 3,5 $\times$ , т. е. увеличение лупы равно 3,5.

Кратность увеличения лупы назначается при разработке технологического процесса.

Наиболее часто применяют лупы с кратностью увеличения 2,3 и 3,5 раза.

Подставки, применяемые при сборке часовых механизмов, выбирают в зависимости от конструкции часов. Подставки могут быть различными. На рис. 159 показаны простая и зажимная подставки для сборки механизмов круглой и некруглой формы. Подставки изготовляют из пластмассы или латуни.

## § 89. ПОДГОТОВКА ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ К СБОРКЕ

**Промывка деталей.** Промывка деталей имеет важное значение для сохранения хорошего состояния смазки в часах и для защиты деталей от коррозии. Кроме того, промытые детали имеют хороший внешний вид. Детали поступают в сборочный цех промытыми, тем не менее, непосредственно перед сборкой часов их снова тщательно промывают.

Никелированные комплекты (платины и мосты), детали и узлы промывают в моечном отделении сборочного цеха на специальных машинах, одна из которых показана на рис. 160. Машина состоит из трех частей: моечной машины 2, генератора 7 и установки для дистилляции жидкости 3. В моечной машине имеется карусель 1 с пятью шпинделями, к которым через загрузочное окно 4 прикрепляются обоймы 5 с сетками для промывки деталей. Промывка деталей разделена на пять переходов: сначала их промывают в подогретом мыльном растворе с применением ультразвука, затем — в трех сосудах со спиртом, после этого детали сушат струей теплого воздуха.

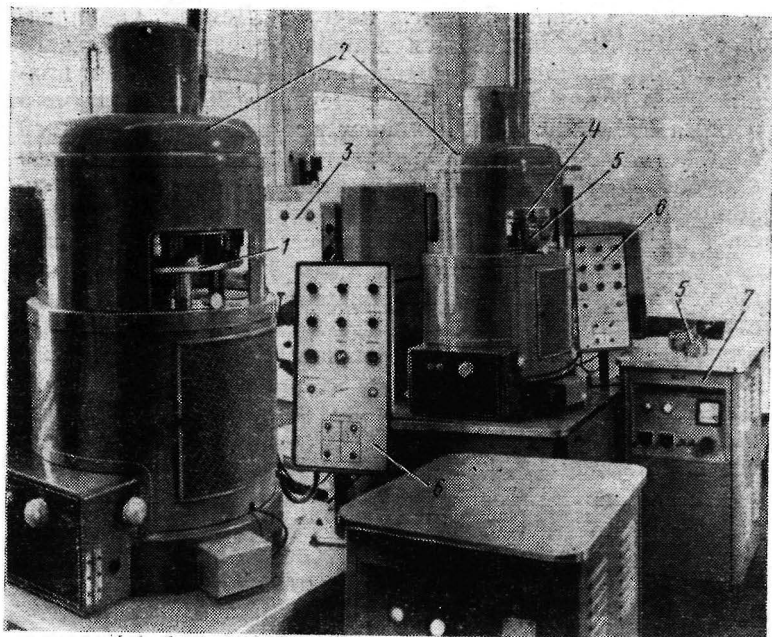


Рис. 160. Моечная машина для промывки деталей:

1 — карусель со шпинделями, 2 — моечная машина, 3 — установка для дистилляции жидкости, 4 — загрузочное окно, 5 — обойма с сетками, 6 — пульт управления, 7 — генератор

Для промывки используют мыльный раствор следующего состава:

	<i>содержание</i> в мг/л
мыло жидкое туалетное . . . . .	50
щавелевая кислота (10%-ная) . . . . .	10
аммиак (25%-ный) . . . . .	15
спирт-ректификат . . . . .	50
дистиллированная вода . . . . .	остальное

После окончания любого из переходов промывки карусель со шпинделями, на которых укреплены корзины с деталями, поворачивается на одну пятую оборота, передвигая детали в следующую позицию. Обработка деталей в каждом переходе состоит из двух циклов — промывки и сушки (для предотвращения переноса моющего

раствора из одного сосуда в другой). Детали, укрепленные в обойме, опускаются в первый сосуд с мыльным раствором, включается мотор, и обойма с деталями вращается в моющей жидкости в течение 30 с, после чего обойма поднимается и начинает вращаться вне моющей жидкости, в это время происходит сушка деталей. Затем карусель со шпинделями автоматически поворачивается, обойма опускается в следующий сосуд и цикл повторяется. Режим промывки программируется и может меняться в зависимости от требований технологического процесса. Сушка деталей, прошедших промывку, осуществляется струей теплого воздуха, нагнетаемого специальным вентилятором. Автоматическая система карусели со шпинделями включается с пульта управления 6. Для обеспечения моечной машины чистым регенерированным спиртом предназначена специальная установка для его дистилляции 3, которая соединена с моечной машиной.

Мелкие детали промывают в той же последовательности, только для их промывки используют специальные сетки, имеющие соответствующие отделения.

Золоченые комплекты промывают иначе.

Уложенные в сетки комплекты промывают в подогретом до 40—50°С бензине «Галоша», затем их сушат сжатым воздухом и погружают в сосуд с мыльным раствором, подогретым до 50—60°С. После промывки в мыльном растворе комплекты последовательно промывают в двух дистиллированных водах — горячей (60—70°С) и холодной (18—25°С). Затем последовательно промывают в двух сосудах с бензином «Галоша» и в двух сосудах со смесью бензина и гидролизного спирта в пропорции 1 : 1. Промытые детали сушат в специальном сушильном шкафу теплым воздухом.

После промывки касаться деталей руками нельзя, поэтому при раскладке деталей в специальную тару их следует брать только пинцетом.

После окончания промывки деталей все сосуды в моечном отделении освобождают и промывают. Уходя из помещения, сушильные шкафы, моечные машины, вентиляцию необходимо выключать и все легковоспламеняющиеся жидкости убирать в специально отведенные места.

**Промывка узлов баланс — спираль перед клейкой спирали в колонку. Промывка узлов баланс — спираль**

перед вклейкой спирали в колонку производят в специальной моечной машине (см. рис. 160), для чего узлы укладывают в специальные кассеты (приспособления для промывки). Последние укладывают в специальные обоймы, закрывают их крышкой, которая должна плотно прилегать к обойме.

Обойму закрепляют на шпинделе карусели моечной машины и проверяют правильность посадки обоймы легким вращением от руки. Загрузочное окно закрывают предохранительным щитком и включают программное устройство. Промывку узлов осуществляют спиртом в следующей последовательности:

- 1-й цикл — спирт гидролизный с включенной ультразвуковой установкой;
- 2-й цикл — спирт гидролизный;
- 3-й цикл — встряхивание;
- 4-й цикл — просушка.

После окончания цикла промывки открывают предохранительный щиток загрузочного окна и снимают обойму со шпинделя карусели, вынимают кассеты из обоймы.

#### Ввертывание винтов.

Циферблатные винты ввертывают в платину, а винты крепления колонки спирали — в балансный мост до промывки платин и мостов перед конвейерной сборкой механизма. Это позволяет механизировать процесс, а следовательно, и повысить производительность труда.

Винты ввертывают специальными пневмоэлектрическими отвертками (рис. 161). Включив электродвигатель, цангу отвертки подводят к головке винта. Когда нажимают на рычаг 1 отвертки

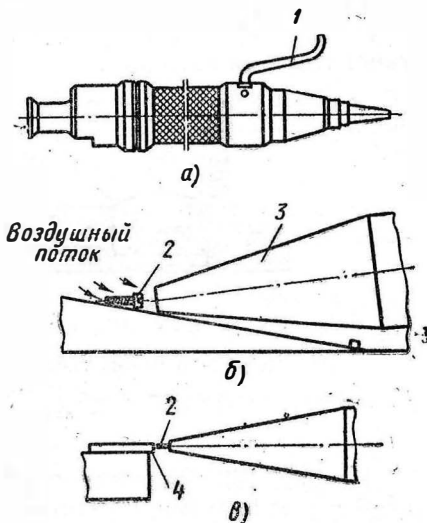


Рис. 161. Пневмоэлектрическая отвертка:

а — общий вид, б — всасывание винта, в — ввертывание винта; 1 — рычаг, 2 — винт, 3 — цанга, 4 — мост баланса

ки, поступающий поток воздуха втягивает винт 2 в цапгу 3. Затем рычаг освобождают и ввертывают винт в резьбовое отверстие. Чтобы освободить головку винта из цапги, вновь нажимают на рычаг 1.

**Проверка камней.** Установку камней в платине и мостах проверяют с помощью микроскопа БС-1 с 32 или

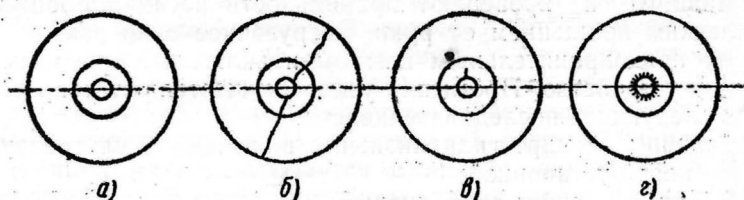


Рис. 162. Камни:

*a* — без дефекта, *b* — с диаметальной трещиной, *v* — с радиальной трещиной, *g* — с выкрашенным отверстием

36-кратным увеличением. Такая дополнительная проверка необходима для того, чтобы на сборку не попадали платины и мосты с поврежденными или неправильно установленными камнями.

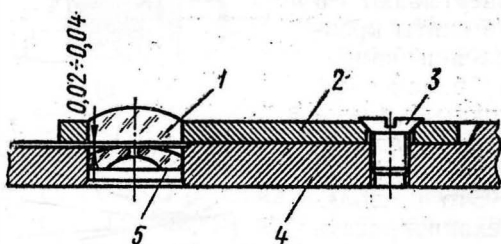


Рис. 163. Зазор между сквозным и накладным камнем:

1 — накладной камень, 2 — накладка, 3 — винт, 4 — платина, 5 — сквозной камень

На рис. 162 показаны камни с наиболее распространенными дефектами. Платины и мосты с дефектными камнями возвращают в механический цех для исправления. Платины и мосты с загрязненными вокруг камней участками возвращают для промывки.

**Установка нижней накладки баланса.** Нижнюю наладку 2 (рис. 163) баланса с накладным камнем 1



(в часах без противоударного устройства) привертывают винтом 3 к платине 4 после промывки комплекта. Перед установкой нижней накладки необходимо проверить:

нет ли заусенца около сквозного камня 5;

правильно ли расположена рабочая плоскость накладного камня 1 (он должен быть запрессован заподлицо с плоскостью разъема накладки);

есть ли зазор между сквозным камнем и рабочей плоскостью накладки (зазор должен равняться 0,02—0,04 мм).

Только после проверки нижнюю накладку можно привернуть к платине. При этом необходимо следить, чтобы винт правильно вошел в резьбовое отверстие. Нельзя вдавливать винт в отверстие накладки плоской частью пинцета, а затем завертывать его, так как в этом случае можно повредить первую нитку резьбы, и такое соединение будет ненадежным. После ввертывания винта следует проверить, плотно ли привернута нижняя накладка и не повреждена ли шлицевая прорезь головки винта.

**Запрессовка палет.** Для сборки узла необходимы следующие инструменты и приспособления: плитка для вставки палет, проектор П-39 со специальным приспособлением для установки палет, эталонная анкерная вилка, электроплитка, пинцет, лупа (3,5<sup>x</sup>), пушгольц, сетка для промывки деталей. Кроме того, используют клей-шеллак, спирт-ректификат, наждачную шкурку КЗ-280-320.

Перед сборкой узла проверяют внешний вид анкерных вилок и палет: осматривают их через лупу с увеличением 3,5<sup>x</sup>. На плоскости вилки и ее оси не должно быть загрязнений, мест, подвергшихся коррозии, механических повреждений и нарушений покрытия. Палеты должны быть чистыми, без царапин, сколов и рисок на рабочих плоскостях и острых углах.

Палеты вставляют в пазы анкерной вилки с натягом. На специальной нагретой плитке (рис. 164) палеты вставляют предварительно, при этом палету входа устанавливают в паз короткого плеча, а палету выхода в паз длинного. Палеты должны быть вставлены в пазы анкерной вилки не до конца. Когда эта операция закончена, проверяют состояние палет: чистоту рабочих плоскостей и острых углов палет (они не должны иметь царапин, ско-

лов и рисунок), положение верхней плоскости палет (она должна быть заподлицо с плоскостью анкерной вилки) и положение палет в пазах (перекос не допускается).

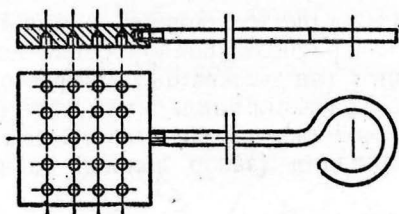


Рис. 164. Плитка для вставки палет

Затем анкерные вилки с палетами передают на специальный проектор П-39 для окончательной установки палет (рис. 165).

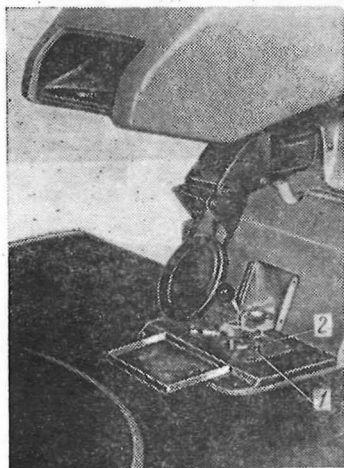


Рис. 165. Проектор для установки палет:

1 — столик проектора, 2 — приспособление для предварительной вставки палет

На столике проектора смонтировано специальное приспособление (рис. 166), которое состоит из нижней пластины 1, верхнего прижима 5, рычагов 3 и 6 и установочных штифтов. На экране проектора закрепляют проекторный чертеж анкерной вилки с правильно установленными палетами.

Проекторный чертеж — это контурный чертеж, выполненный на прозрачном материале (стекле или кальке) с высокой степенью точности в определенном масштабе. Он служит эталоном для проверяемой детали.

Анкерную вилку устанавливают в камневые подшипники 4 нижней пластины и верхнего прижима. Положение хвостовой части вилки фиксируют подвижным ограничителем 2. Левым и правым рычагами 3 и 6 выдвигают палеты до установочной линии чертежа.

Существуют два способа установки палет по проекторному чертежу.

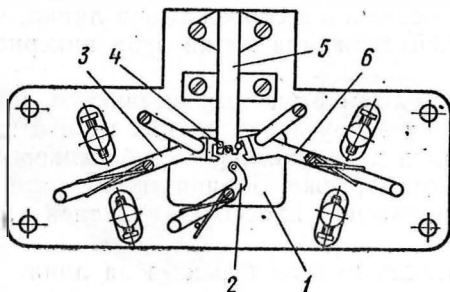


Рис. 166. Приспособление для установки палет:

1 — нижняя пластина, 2 — подвижной ограничитель, 3, 6 — рычаги, 4 — камневый подшипник, 5 — верхний прижим

Первый способ. На проекторном чертеже нанесены линии, ограничивающие пределы положения палет по импульсным плоскостям (рис. 167). Проекция им-



Рис. 167. Установка палеты по плоскости импульса.



Рис. 168. Установка палеты по траектории пятки зуба анкерного колеса

пульсных плоскостей палет на экране проектора должны совпадать с линиями проекторного чертежа. Если проекция импульсной плоскости палеты не доходит до линии проекторного чертежа, нужно выдвинуть палету рычагом, а если после этого она перейдет за линию проекторного чертежа, ее необходимо подвинуть рычагом обратно до упора в ограничитель.

Такой метод установки палет является сравнительно точным и производительным.

Второй способ. Установка палет по второму способу осуществляется относительно линии, являющейся траекторией движения пятки зуба анкерного колеса (рис. 168).

Левым и правым рычагами выдвигают палеты так, чтобы проекции закруглений задних граней палет касались траектории движения пятки зуба анкерного колеса на проекторном чертеже. Задняя грань — это линия пересечения импульсной плоскости с задней плоскостью палеты.

Если проекция палеты перейдет за линию на проекторном чертеже, нужно подвинуть палету рычагом обратно до упора его в ограничитель. Проекторный чертеж и ограничитель устанавливают по эталонной анкерной вилке. Такая установка палет гарантирует постоянство углов покоя, потерянного пути и падения.

После окончательной установки палет их дополнительно закрепляют в пазах анкерной вилки с помощью клея-шеллака.

Для этого анкерные вилки укладывают лицевой стороной на специальную плитку, которую нагревают на электроплитке. Палеты смазывают шеллаком и закрепляют с нижней стороны вилки, при этом нагретый до температуры  $70\text{--}80^\circ\text{C}$  шеллак затекает в свободное пространство пазов. Необходимо следить, чтобы шеллак не оставался на рабочих плоскостях палет и на лицевой поверхности вилки. Поэтому после закрепления палет в анкерные вилки все соединение промывают, пользуясь способом, указанным в специальной нормали.

**Сборка узла барабана с пружиной.** Для сборки узла барабана с пружиной применяются следующие инструменты, приборы и приспособления: приспособления для завивки пружины, потанс для закрывания крышки барабана, приборы Л-4 или ПР-234 для контроля крутящего момента заводной пружины, масленка с маслом МЦ-3 и маслodoзировки, пуцгольц, пинцет, лупа ( $2,5\times$ ), ручные тиски, резиновая груша для продувки или воздушный пистолет.

Узел барабана состоит из корпуса барабана, крышки барабана, вала барабана и заводной пружины с накладкой.

Перед сборкой барабана с пружиной нужно ра-

зобрать барабан. Губки пинцета для этого заводят в отверстие для съема крышки барабана и легким нажа-

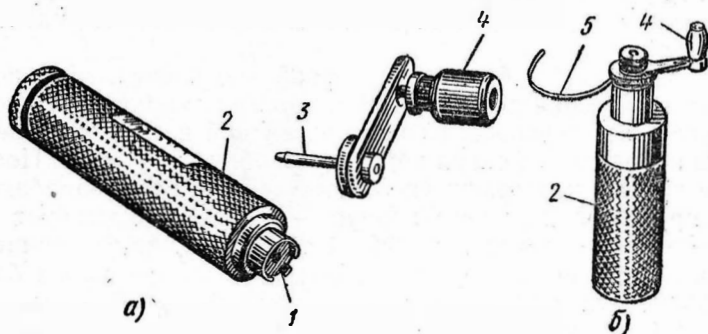


Рис. 169. Приспособление для завивки заводной пружины:

*а* — общий вид, *б* — приспособление с вставленной пружиной; 1 — расточка для пружины, 2 — корпус, 3 — штифт для навивки пружины, 4 — ручка, 5 — пружина

тием снимают крышку. Затем детали барабана продувают сжатым воздухом или резиновой грушей и проверяют их качество. На деталях узла не должно быть грязи, механических повреждений, царапин, вмятин и сколов.

Сборка состоит из следующих операций. Заводную пружину устанавливают в приспособление для завивки (рис. 169), завивают и вставляют в корпус барабана. Затем смазывают маслом МЦ-3 торец пружины маслодозировкой № 6, а маслодозировкой № 3 — нижнюю цапфу вала барабана (рис. 170). После этого вал вставляют в барабан квадратной частью

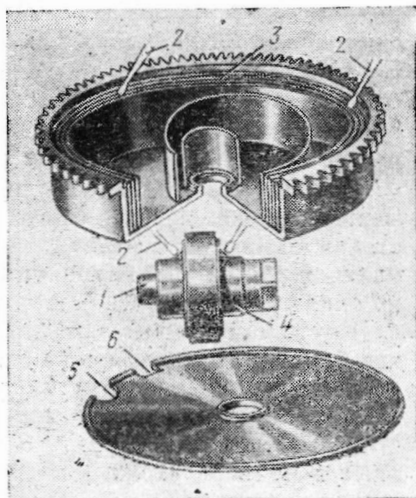


Рис. 170. Смазка узла барабана:

1 — нижняя цапфа вала, 2 — маслодозировки, 3 — пружина, 4 — верхняя цапфа вала, 5 — паз для съема крышки, 6 — паз для мечевидной накладки

вниз и крючок вала заводят в отверстие внутреннего конца пружины. Плоским пуцгольцем выравнивают витки пружины по плоскости, нажимая им на торец витков. Верхнюю цапфу вала барабана также смазывают маслодозировкой № 3.

Закрывают барабан крышкой на специальном подтансе. Крышка должна быть вставлена заподлицо с корпусом, без перекоса. Концы мечевидной накладки должны находиться в окнах корпуса барабана и крышки. После сборки проверяют сцепление крючка вала барабана с пружиной, для чего корпус барабана повертывают в направлении заводки на 0,5—1 оборот, держа вал пинцетом. Затем проверяют наличие осевого зазора вала в барабане. Он должен быть в пределах 0,01—0,025 мм.

Сборка узла барабана часов с автоматическим под заводом пружины более сложна. Внутреннюю стенку барабана в месте соприкосновения его с заводной пружиной смазывают маслом МЦ-3 маслодозировкой № 6. Одновременно с этим смазывают заводную пружину. Заводную пружину вставляют в барабан вместе с фрикционной накладкой и заканчивают сборку узла в такой последовательности, какая описана выше. Но при контроле узла барабана с пружиной необходимо, кроме измерения крутящегося момента и числа оборотов барабана, проверить работу фрикционной накладки при полностью заведенной пружине. Для этого вал барабана закрепляют в ручных тисках, и корпус барабана вращают рукой.

Фрикционная накладка должна обеспечивать равномерное проскальзывание пружины относительно барабана при полностью заведенной пружине. Иногда для более плавной работы фрикционной накладкой ее предварительно обкатывают на специальном приборе.

Крутящий момент заводной пружины и число оборотов барабана проверяют на приборе Л-4 (рис. 171). Барабан в специальном хомутике устанавливают на приборе так, чтобы цапфы вала вошли в специальные отверстия 4. Поворачивая ручку 6 и диск 7, барабан закрепляют в приборе. Вращая ручку 8, заводят проверяемую пружину, при этом по шкале 1 опускается указатель 3, связанный с пружиной 2 прибора.

После полной заводки пружины указатель 5 совмещают с хомутиком и, поворачивая ручку 8, спускают пружину. Величину крутящего момента на первом и четвер-

том разворотах на шкале прибора показывает указатель 3. Одновременно проверяют и число оборотов барабана. Величина крутящего момента и количество разво-

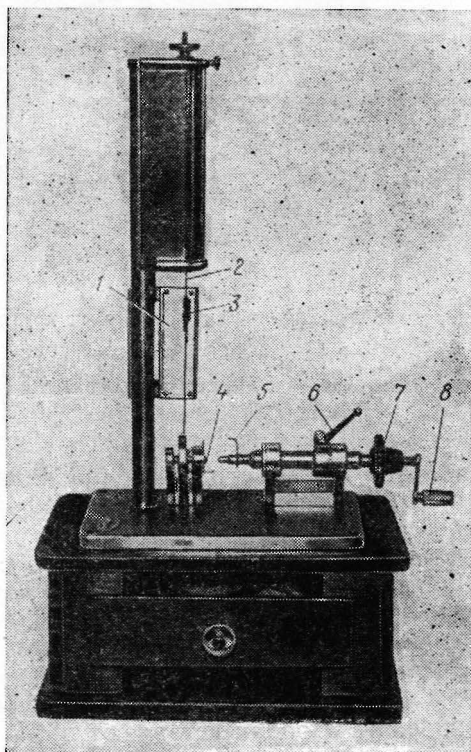


Рис. 171. Прибор для замера крутящего момента заводной пружины:

1 — шкала, 2 — пружина, 3, 5 — указатель,  
4 — отверстие для цапфы вала барабана,  
6 — ручка, 7 — диск, 8 — ручка заводки пружины

ротов барабана должны строго соответствовать требованиям, указанным в технологической карте.

В последнее время стали применять более точные полуавтоматические приборы, позволяющие производить измерение крутящего момента заводной пружины и запись его диаграммы (рис. 172). Чувствительным эле-

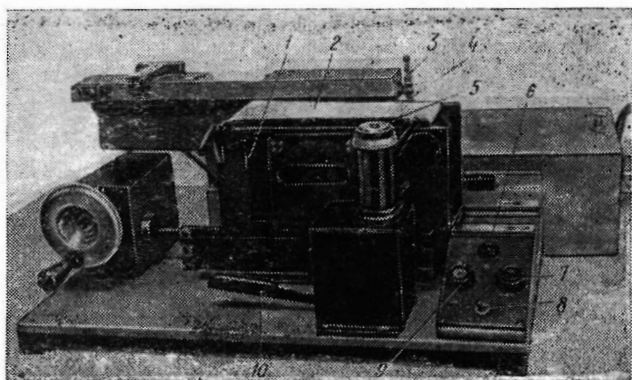


Рис. 172. Полуавтоматический прибор для записи крутящего момента пружины:

1 — ручка для перемотки бумаги, 2 — бумажная лента, 3 — рычаг пера, 4 — перо, 5 — цанга, 6 — контрольная лампочка, 7 — кнопка включения записывающего устройства, 8 — тумблер, 9 — кнопка, 10 — рычаг

ментом в приборе является плоская пружина, отклонение которой пропорционально усилию, приложенному к ней, зависящему от крутящего момента проверяемой пружины и радиуса оправки, в которую вставляется барабан. Диаграмма крутящего момента записывается автоматически на специальной ленте. Перед началом работы прибор включают в электрическую сеть и, когда загорится контрольная лампочка 6, включают тумблер 8. Оправку для барабана закрепляют капроновой нитью на пере прибора 4. Барабан вставляют в оправку квадратной частью вала вверх. Для этого нажимают на рычаг 10 и, вставив оправку с барабаном в цангу 5, опускают рычаг. Нажимая кнопку 7, включают записывающее устройство. После останова стола нужно поднять перо, для чего поворачивают рычаг 3 на пере. По трафарету или делениям бумажной ленты 2 определяют величину крутящего момента пружины, совместив линию нулевого оборота на трафарете с началом разворота заводной пружины на записанной диаграмме. Запись диаграммы на ленте получается перевернутой, т. е. линия спуска пружины на диаграмме будет верхней кривой. По точкам пересечения верхней кривой диаграммы с линией трафарета определяют величину крутящего момента пружины на любом обороте барабана.



Если во время записи диаграммы необходимо остановить стол, надо нажать на красную кнопку 9 на пульте управления. Чтобы освободить оправку с барабаном из цанги, поворачивают рычаг 10. Перед следующей записью нажимают два раза на ручку 1 для перемотки бумаги.

При наладке прибора можно пользоваться ручным приводом, отключив тумблер на пульте управления.

**Сборка моста барабана.** Для сборки моста барабана применяются следующие инструменты и приспособления: пинцет, лупа 3,5<sup>x</sup>, отвертка, маслodoзировка.

Перед началом сборки проверяют мост и остальные детали по внешнему виду (отсутствие грязи, механических повреждений, заусенцев и т. п.). При обнаружении недостатков деталь бракуют.

**Сборка моста барабана часов без автоподзавода.** Сборку ведут в таком порядке. Тару с барабанными мостами устанавливают на рабочее место, на мост ставят заводное колесо, смазывают расточку заводного колеса под накладку, устанавливают накладку и привертывают ее винтами, после чего проверяют осевой и радиальный зазоры заводного колеса. Осевой зазор должен быть в пределах 0,015—0,05 мм и радиальный — в пределах 0,017—0,062 мм. Затем берут пинцетом пружинку собачки и устанавливают ее в расточку барабанного моста. На колонку моста надевают собачку так, чтобы длинный конец пружинки контактировал с собачкой, привертывают собачку винтом и проверяют осевой и радиальный зазоры собачки. Осевой зазор должен быть 0,015—0,055 мм и радиальный — 0,01—0,048 мм. После сборки необходимо проверить правильность работы собачки, для этого отводят собачку пуцгольцем в крайнее положение и отпускают. Под действием пружинки собачка должна вернуться в исходное положение.

**Сборка барабанного моста часов с автоподзаводом.** Тару с барабанными мостами устанавливают на рабочее место, берут пружинку собачки, ставят ее в расточку моста, затем на колонку моста надевают собачку так, чтобы отогнутый конец пружины контактировал с собачкой и привертывают собачку винтом. После этого проверяют работу собачки, для чего отводят ее в крайнее положение и отпускают, под действием пружины собачка должна вернуться в исходное положение.

Взяв втулку заводных колес, устанавливают ее на

колонку моста, а на втулку ставят нижнее заводное колесо. Смазывают маслом МУ-3 диаметр втулки заводных колес, зуб храповика колеса заводного подзавода и торец его — в месте соприкосновения с нижним заводным колесом. Заводное колесо подзавода с храповиком устанавливают на втулку так, чтобы собачка нижнего заводного колеса вошла в зацепление с зубьями храповика и привертывают колеса винтами.

Визуально проверяют осевой и радиальный зазоры заводных колес. Зазоры должны быть в пределах: осевой 0,015—0,07 мм и радиальный 0,008—0,032 мм. Кроме того, проверяют взаимодействие заводных колес, для чего пинцетом вращают верхнее заводное колесо в направлении, обратном вращению часовой стрелки, вращение должно быть свободным. При вращении верхнего заводного колеса в обратную сторону оно должно стопориться собачкой.

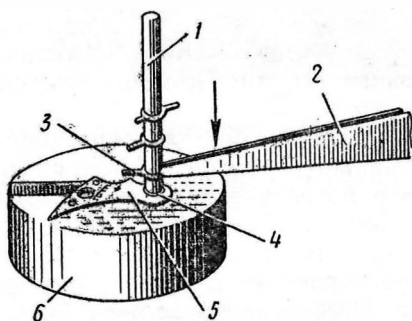


Рис. 173. Приемы установки градусника:

1 — конический пуансон 2 — пинцет,  
3 — градусник, 4 — накладка баланса,  
5 — мост баланса, 6 — подставка

**Сборка моста баланса.** Для сборки моста баланса применяются следующие инструменты и приспособления: пинцет, конический пуансон, подставки, тисочки, пуцгольц, прибор П-95. Перед началом сборки проверяют мост и градусник по внешнему виду (отсутствие грязи, механических повреждений, заусенцев и т. п.). Сборка узла производится в следующем порядке.

#### 1. Установка градусника:

а) установка градусника со штифтами. Осмотреть градусник, проверить параллельность его штифтов и перпендикулярность их к плоскости градусника. Верхнюю накладку амортизатора ставят на мост баланса и закрепляют его V-образным штифтом затем установив конический пуансон 1 (рис 173) на накладку баланса 4, пинцетом 2 переводят градусник 3 с приспособления на мост баланса 5 и проверяют его вращение, передвигая к

крайним отметкам шкалы. Градусник должен плавно вращаться в обе стороны без заедания, не царапая моста;

б) установка градусника с подвижной колонкой. Верхнюю накладку укладывают на прокладку широкой частью вниз, надевают на накладку регулятор колонки, узел градусника, накрывают балансовым мостом плоскостью разъема вверх и закрепляют накладку на мосту V-образным штифтом со стороны плоскости разъема. Установив градусник, проверяют параллельность и перпендикулярность замка и штифта относительно друг друга и плоскости регулятора.

Перевернув мост плоскостью разъема вниз, проверяют посадку градусника, придерживая мост. Градусник (регулятор спирали) должен плавно с небольшим натягом вращаться в обе стороны относительно регулятора колонки, который при этом не должен вращаться. Регулятор колонки должен плавно вращаться относительно накладки, но с большим натягом, чем градусник (регулятор спирали). При повороте регулятора колонки на определенный угол совместно с ним должен поворачиваться на тот же угол и градусник. Вращение накладки при этом не допускается.

## 2. Сборка моста баланса с колонкой.

Мост баланса с градусником помещают на специальную подставку плоскостью разъема вверх и устанавливают: регулятор колонки против выемки подставки и градусник (регулятор спирали) против специальной метки на подставке. Поворотом против часовой стрелки открывают замок градусника и в отверстие регулятора колонки устанавливают колонку спирали пазом вверх. Лыска колонки при этом должна быть повернута в сторону отверстия под винт.

Зажав винт крепления колонки в ручные тисочки и прижимая хвостовую часть регулятора к подставке, закрепляют колонку винтом. Колонка должна быть установлена заподлицо с лицевой плоскостью градусника.

В дальнейшем собранный мост передается на операцию «Заштифтовка спирали в колонку». В последнее время все шире внедряется приклейка спирали в колонку. В этом случае сборка моста баланса продолжается до приклейки спирали. Собранный таким образом мост передается на операцию «Пуск механизма в ход».

## 3. Сборка моста баланса с узлом ба-

ланс — спираль (вклейка спирали в колонку). Вклейка спирали в колонку может производиться на различных приборах:

а) вклейка спирали на приборе П-95. Мост баланса устанавливают на специальный прибор П-95 (рис. 174) плоскостью разъема вверх и закрепляют мост прижимом. При этом мост должен располагаться между штиф-

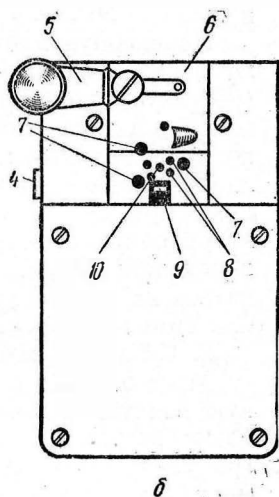
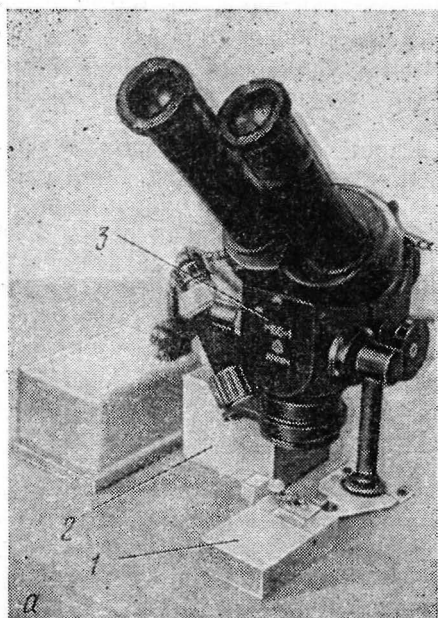


Рис. 174. Прибор П-95:

а — внешний вид, б — столик; 1 — столик, 2 — кнопка нагревательного устройства, 3 — микроскоп, 4 — боковая кнопка, 5 — прижим, 6 — подвижная часть столика, 7 — три штифта для поддержки спирали, 8 — два штифта для посадки моста, 9 — нагревательный элемент, 10 — опорный штифт

тами 8, ограничивающими перемещение моста, регулятор колонки над нагревательным элементом, а градусник (регулятор спирали) — над опорным штифтом.

При сборке допускается подправка расположения регуляторов. При этом площадка, на которой находится мост баланса, должна находиться в устойчивом положении, что обеспечивается нажимом на боковую кнопку 4, соединенную с рычагом, поддерживающим площадку. Закончив подправку, при которой вначале устанавливают

регулятор колонки, а затем градусник, отпускают боковую кнопку 4. Затем из тары берут узел баланс — спираль и устанавливают его верхней цапфой в отверстие амортизатора. Внешняя концевая кривая спирали должна свободно, без напряжения располагаться между штифтом и замком градусника и в пазу колонки спирали. При напряжении спирали между штифтом и замком градусника производят правку спирали у второго колена, а при напряжении ее в пазу колонки — у первого колена. Заметное нарушение шага спирали не допускается (в противном случае производят правку концевой кривой).

Придерживая нажимом на боковую кнопку площадку приспособления, закрывают замок градусника и отпускают боковую кнопку. Затем производят проверку правильности расположения внешнего витка спирали относительно регулятора колонки. Конец спирали должен располагаться на одной линии с гранью регулятора или выходить из колонки на величину, равную  $\frac{1}{3}$  ширины регулятора, правильность установки спирали обеспечивается поворотом узла баланс — спираль.

После проверки производят вклейку спирали в колонку, для чего нажимают на кнопку 2 нагревательного устройства. В момент полного нагрева элемента (элемент красного цвета) подводят палочку специального клея к пазу колонки (касание клеем спирали не рекомендуется). Клей должен заполнить весь паз колонки и ее торцовую плоскость. Не допускается попадание клея на цилиндрическую поверхность колонки. После заполнения паза клеем резким движением палочку отводят вперед, вверх и отпускают кнопку нагревательного устройства. Отведя прижим крепления моста 5, снимают узел с прибора и укладывают его в тару;

б) вклейка спирали в колонку на приборе «Семаб». Перед началом работы производят подключение прибора (рис. 175) к блоку питания 2 и в электросеть. Нажимая на зеленую кнопку 3 блока питания, включают прибор, затем проверяют величину напряжения, для чего нажимают кнопку 4 блока питания (стрелка шкалы должна отклониться от нулевого положения на 1—1,5 большого деления). Величина напряжения регулируется поворотом ручки 1 регулятора напряжения. После предварительного разогрева прибора производится вклейка спирали в колонку, для чего устанавливают мост баланса

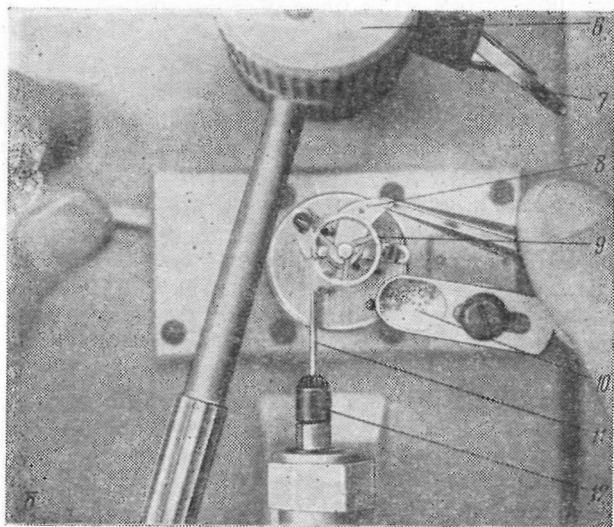
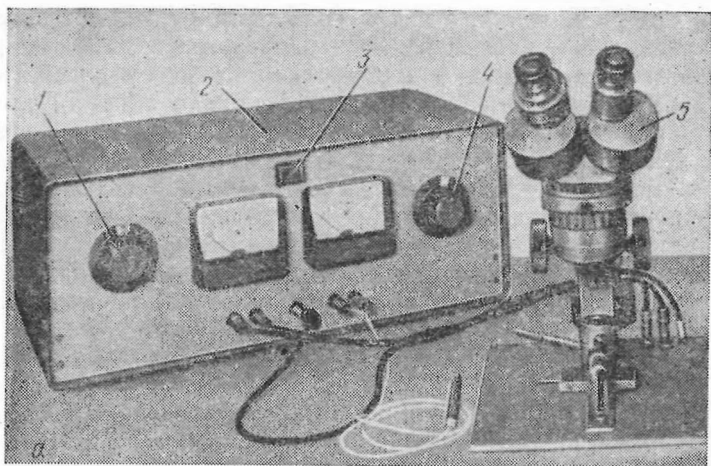


Рис. 175. Установка для вклейки спирали:

*a* — общий вид, *б* — подставка; 1 — регулятор напряжения, 2 — блок питания, 3 — кнопка включения прибора, 4 — кнопка блока питания, 5 — микроскоп, 6 — прижим, 7 — рычаг прижима, 8 — мост баланса, 9 — баланс, 10 — ячейка с гранулами клея, 11 — игла, 12 — иглодержатель

на подставку плоскостью разъема вверх. При этом мост должен свободно располагаться между штифтами, которые обеспечивают спирали горизонтальное положение, регулятор колонки — доходит до упора, закрепленного на подставке, а градусник (регулятор спирали) — располагаться над опорной площадкой кольца. Из тары берут узел баланса и верхней цапфой устанавливают его в отверстие амортизатора, предварительно производя ориентировку расположения спирали относительно колонки. Мост баланса закрепляют прижимом.

После этого проверяют расположение внешней концевой кривой в штифтах градусника и пазу колонки, концевая кривая должна свободно, без напряжения укладываться между штифтом и замком градусника и в пазу колонки. При нарушении шага допускается его подправка. При напряжении спирали в пазу колонки ее подправляют у первого колена, а в градуснике — у второго, затем закрывают замок регулятора и проверяют правильность расположения конца внешнего витка спирали относительно колонки. Конец должен располагаться на одной линии с гранью регулятора или выходить из колонки на величину, равную  $\frac{1}{3}$  ширины регулятора.

После этого производят вклейку спирали. Для чего подводят палочку клея к пазу колонки и иглу к регулятору колонки и резким движением вверх вправо отводят палочку клея, а иглу отводят в исходное положение. При вклейке следует следить за тем, чтобы не подгорали регуляторы в месте контакта с иглой, для чего отключение напряжения производят раньше отвода иглы. По окончании приклейки отводят зажим, снимают узел с прибора и кладут его в тару.

4. Контроль узла баланс — спираль (после вклейки спирали в колонку). Собранный узел помещают на специальную подставку, закрепляют прижимом и выводят баланс из равновесного положения. Проверяют расположение спирали по центру и плоскости. Спираль должна концентрично располагаться во все стороны относительно оси баланса. Витки спирали должны лежать в одной плоскости, плоскость спирали должна быть параллельна торцовой плоскости обода баланса. Смещение плоскости от параллельности допускается не более  $\frac{1}{2}$  высоты спирали, затем проверяют перпендикулярность штифта и замка градусника относительно его плоскости. Отклонение штифта от параллельности допускается в

пределах  $\frac{1}{2}$  зазора между замком и штифтом градусника.

После этого проверяют наличие клея в пазу колонки и величину его на торцевой поверхности колонки. Клей должен заполнить полностью паз колонки, всю торцевую поверхность ее и выступать над поверхностью не более 0,08 мм.

#### § 90. СБОРКА УЗЛА ЗАВОДКИ ЧАСОВ И ПЕРЕВОДА СТРЕЛОК (РЕМОНТУАРА)

Для сборки узла ремонтуара применяются следующие инструменты и приспособления: пинцет, подставка, отвертки (под винты крепления фиксатора и под винты переводных колес), лупа (2,5<sup>x</sup>).

Перед началом сборки проверяют платину и детали узла ремонтуара по внешнему виду (целостность и правильность запрессовки камней, отсутствие грязи, механических повреждений, заусенцев). При обнаружении недостатков деталь не допускается для сборки.

Узел ремонтуара собирают следующим образом. В выемку специальной подставки (рис. 176) устанавливают заводной триб, кулачковую муфту и накрывают платиной.

В отверстие платины вставляют заводной вал с заводной головкой так, чтобы он вошел в отверстия заводного триба и кулачковой муфты. Затем проверяют вращение вала в платине и заводном трибе, вращая заводной вал за головку, и перемещение кулачковой муфты по квадратной части заводного вала. Вращение вала и перемещение кулачковой муфты должно быть свободным. Платину на подставке переворачивают циферблатной стороной вверх и устанавливают переводной рычаг с осью. Хвостовая часть рычага должна находиться в проточке заводного вала, его ось должна быть вставлена в отверстие в платине. Перемещая заводной вал в продольном направлении, проверяют легкость поворота переводного рычага. Затем, покачивая рычаг пин-

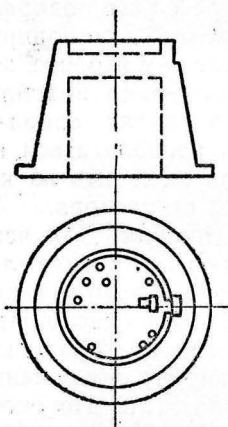


Рис. 176. Подставка для сборки узла ремонтуара



цетом, проверяют радиальный зазор оси переводного рычага. Заводной вал должен вращаться свободно — радиальный зазор его оси в отверстии платины должен быть от 0,015 до 0,03 мм.

При установке заводного рычага на штифт в платине конец его должен войти в проточку кулачковой муфты и легко поворачиваться вместе с кулачковой муфтой при переключении заводного вала из положения «заводка» в положение «перевод стрелок».

Пружинку заводного рычага в расточку платины устанавливают при помощи пинцета, придерживая заводной рычаг пунцгольцем так, чтобы длинный конец пружины упирался в заводной рычаг, а короткий — в стенку расточки.

Следующим переходом является установка фиксатора — моста ремонтара. Фиксатор надевают на штифты платины; в выемку фиксатора вводят штифт переводного рычага. Фиксатор привертывают двумя винтами к платине. Затем платину поворачивают мостовой стороной вверх и привертывают пружинку переводного рычага и фиксатора. Взаимодействие заводного и переводного рычагов проверяют, переключая механизм ремонтара с «заводки» на «перевод стрелок». Фиксация каждого положения должна быть четкой, без особых усилий. Чтобы проверить зазоры между рычагами, платиной и фиксатором, их перемещают вдоль колонок, на которые они насажены. Зазоры должны быть от 0,015 до 0,07 мм.

Затем платину поворачивают циферблатной стороной вверх, кладут ее на подставку; устанавливают на колонки переводные колеса фасками вниз и привертывают их винтами. Осевые и радиальные зазоры колес также проверяют. Радиальные зазоры должны быть от 0,015 до 0,04 мм, а осевые — от 0,015 до 0,045 мм.

Сборка узла закончена, но следует проверить, как он работает. Для этого заводной вал ставят в положение «перевод стрелок» и контролируют глубину зацепления кулачковой муфты с переводным колесом. Вращая заводной вал, проверяют плавность вращения колес, оно должно быть плавным, без «затирания».

В часах, имеющих ремонтар другой конструкции, после установки пружинки заводного рычага на соответствующие колонки надевают переводные колеса и вексельное колесо с трибом, и пинцетом проверяют легкость вращения установленных колес: все три колеса должны

вращаться свободно, без заеданий и рывков. Затем надевают фиксатор на штифт заводного рычага и колонку переводного колеса, и во впадину переводного рычага вводят штифт фиксатора. Вращая пинцетом вексельный триб, проверяют легкость вращения колес. Переключение заводного вала из положения «заводка» в положение «перевод стрелок» должно осуществляться с небольшим усилием, а положение «заводка» и «перевод стрелок» строго фиксироваться. Поставив заводной вал в положение «перевод стрелок», проверяют глубину зацепления кулачковой муфты с переводным колесом, а вращая заводной вал, определяют легкость вращения колес при зацеплении с кулачковой муфтой. Кроме того, привернув фиксатор двумя винтами, проверяют осевые зазоры вексельного и переводных колес по отношению к платине и мосту ремонтуара, а также действие пружины переводного рычага. Для этого нажимают на ось переводного рычага. Под действием пружины рычаг должен возвращаться в исходное положение.

При сборке узла могут возникнуть такие неисправности, как тугий или неравномерный перевод стрелок, самопроизвольное выключение перевода стрелок или механизма заводки, потрескивание и др.

Основными причинами тугого перевода стрелок являются следующие:

глубокое или мелкое зацепление кулачковой муфты с переводным колесом вследствие неправильного изготовления деталей ремонтуара: кулачковой муфты, переводного или заводного рычагов, расположения колонок переводных колес на платине;

переводные колеса трутся о колонки вследствие плохой обработки отверстий переводных колес;

погрешности, допущенные при фрезеровании зубьев переводных колес;

переводные колеса касаются моста ремонтуара;

погнут штифт вексельного колеса, повреждены зубья или велико радиальное биение вексельного колеса.

Основными причинами неравномерного перевода стрелок являются:

превышение допустимого радиального биения вексельного колеса;

неправильное выполнение фрикционной посадки триба минутной стрелки;

нарушение формы (эллипсность) участка центрально-

го триба, на который насаживают триб минутной стрелки.

Основной причиной самопроизвольного выключения стрелок является большой осевой зазор вексельного колеса, вследствие чего оно может выйти из зацепления с минутным трибом, или вексельный триб может выйти из зацепления с часовым колесом.

Основной причиной самопроизвольного выключения механизма завода является: отход фиксирующей части моста ремонтуара вверх. При этом заводной рычаг выходит из паза кулачковой муфты и не обеспечивает ее зацепления с заводным трибом. При заводке пружины слышно неприятное для слуха потрескивание.

Основными причинами потрескивания, возникающего при заводке пружины, являются:

неправильное положение заводного вала в механизме, если отверстие в платине под вал смещено, вал перекошен, погнут или его сечение имеет эллипсную форму;

отклонения от правильной формы зубьев заводного триба при их фрезеровании;

большой осевой зазор заводного колеса;

неправильное положение заводного колеса на барабанном мосту;

перекос заводного колеса из-за недовернутых винтов накладки заводного колеса.

## § 91. СБОРКА ОСНОВНОЙ КОЛЕСНОЙ СИСТЕМЫ (АНГРЕНАЖА)

Для сборки основной колесной системы применяются следующие приборы, инструменты и приспособления: пинцет, лупа (3,5<sup>x</sup>) отвертка для винтов крепления мостов, потанс для передвижения камней, прибор П-58 для проверки вертикальных зазоров, прибор П-65 для проверки трения в колесной системе, масленка и маслодозировки №№ 2 и 3 с подставкой, наперсток, кусачки, резиновая груша для продувки или воздушный пистолет, потанс для съема триба минутной стрелки.

Сборка основной колесной системы состоит из трех операций:

установка центрального колеса;

установка промежуточного, секундного и анкерного колес;

установка барабана, собачки с пружиной, заводного и барабанного колес.

Сборка основной колесной системы плоских механизмов, имеющих дополнительные колеса, состоит из трех групп таких операций:

установки секундного триба и первого передаточного колеса;

установки барабана, заводного и барабанного колес, собачки с пружинкой и второго передаточного колеса;



Рис. 177. Прибор для проверки осевого зазора центрального триба:

1 — крышка с ножкой индикаторной головки, 2 — индикаторная головка, 3 — корпус, 4 — пластина для установки механизма

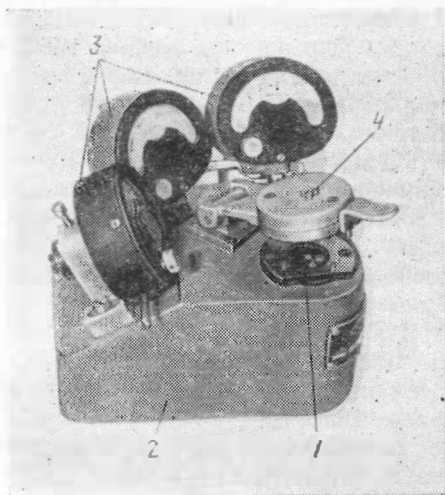


Рис. 178. Прибор для проверки осевого зазора промежуточного, секундного и анкерного колес:

1 — пластина для установки механизма, 2 — корпус, 3 — индикаторные головки, 4 — ножки индикаторных головок для проверки зазоров

установки промежуточного, секундного и анкерного колес.

В зависимости от конструкции часов может быть и другая последовательность сборки узла ангренажа.

Перед установкой в механизм деталей и узлов необходимо проверить их чистоту и качество по внешнему виду и при необходимости протереть с помощью резиновой груши.

Сборка ангренажа производится следующим образом. Платину устанавливают на специальную подставку мостовой стороной вверх. Взяв узел центрального колеса с трибом минутной стрелки на специальном потансе, снимают триб минутной стрелки с центрального триба и кладут его в тару (в случае, если узел подается на сборку собранным).

Узел центрального колеса устанавливают на платину, маслом МЗП-6 смазывают верхнюю цапфу центрального триба маслodosировкой № 2 и накрывают узел центральным мостом, который привертывают винтами. Затем проверяют вращение центрального колеса и его плоскостное биение: колесо должно свободно вращаться под действием направленной на его зубья струи воздуха из резиновой груши, радиальное и торцовое биение — не более 0,02 мм.

Кроме того, специальным калибром проверяют высоту расположения центрального колеса относительно платины.

Собранный механизм устанавливают на прибор П-58 (рис. 177), где контролируют осевой зазор центрального триба по отношению к мосту и платине. Зазор должен быть от 0,02 до 0,05 мм, а радиальный зазор цапф центрального триба в отверстиях — в пределах 0,01—0,02 мм.

Поместим затем механизм на подставку, нижнюю цапфу центрального триба и место посадки триба минутной стрелки смазывают маслом МЗП-6 маслodosировкой № 2, затем надевают триб минутной стрелки.

После установки триба минутной стрелки проверяют качество перевода, для чего устанавливают заводной вал в положение «Перевод стрелок» и, вращая заводной вал, проверяют работу перевода. Перевод должен быть плавным, без затираний и рывков. В случае нарушения плавности перевода заменить триб минутной стрелки.

После чего на платине размещают узлы промежуточного и анкерного колес, смазывают маслом МЗП-6 маслodosировкой № 2 камень центрального моста под секундный триб и оставшимся маслом венчик секундного триба. Узел секундного колеса устанавливают на центральный мост. Колеса накрывают ангренажным мостом, который надевают на соответствующие втулки, запрессованные в платину. Осторожно, придерживая мост наперстком, цапфы трибов вставляют в отверстия камней

моста ангренажа и, проверив наличие осевых зазоров, привертывают мост винтами.

Заведя механизм на 2—3 оборота заводной головки, проверяют легкость вращения колес, зазор между анкерным и центральным колесами, зацепление секундного колеса с анкерным трибом. Зазор между центральным и анкерным колесами должен быть 0,3—0,4 мм.

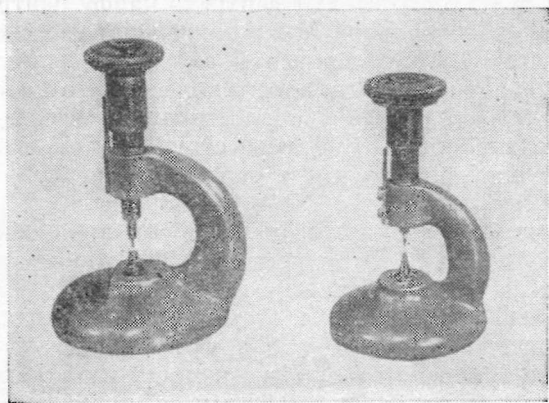


Рис. 179. Потансы для передвигки камней

Осевые зазоры трибов проверяют на приборе П-53 (рис. 178). Зазоры должны находиться в пределах 0,02—0,06 мм. В случае несоответствия зазоров указанным величинам ангренажный мост снимают и на специальном винтовом потансе (рис. 179) передвигают соответствующий камень на нужную величину. После повторной установки моста осевые зазоры снова замеряют на приборе.

После проверки осевых зазоров проверить радиальные зазоры промежуточного, секундного и анкерного трибов. Радиальные зазоры: промежуточного триба 0,015—0,025 мм, анкерного триба 0,005—0,015 мм, секундного триба 0,025—0,04 мм. Затем проверяют расположение зубчатых пар по высоте и величину торцового и радиального биения колес. При выборе осевых зазоров зубчатые пары: центральное колесо—промежуточный триб, промежуточное колесо—секундный триб, секундное колесо—анкерный триб не должны выходить из зацепления. Установив заводной вал в положение «Перевод стрелок»

и вращая заводную головку, проверить визуально радиальное и торцовое биение колес. Торцовое биение не должно быть более 0,02 мм и радиальное для промежуточного и секундного колес 0,02 мм и анкерного 0,01 мм.

При проверке вращения колес не следует часто заводить механизм, чтобы не повредить поверхность цапф трибов, так как цапфы колес еще не смазаны.

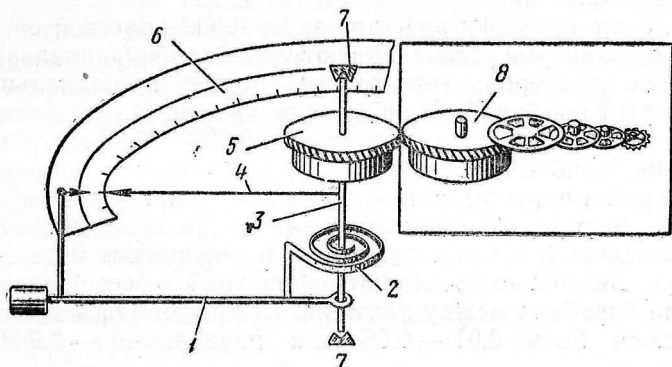


Рис. 180. Схема прибора для проверки колесной системы:

1 — рычаг, 2 — спиральная пружина, 3 — ось, 4 — стрелка, 5 — зубчатое колесо, 6 — шкала, 7 — подшипник, 8 — барабан испытываемого механизма

Чтобы проверить качество зацепления колес, пользуются специальным прибором, схема которого изображена на рис. 180. Движущей силой прибора является спиральная пружина 2. Шкала прибора 6 отградуирована в соответствии с моментом, развиваемым спиралью при закручивании ее от 0 до 150°. Для испытания наручных часов на шкале нанесена 15 делений. На оси 3, вращающейся в подшипниках 7, укреплены спираль 2 и стрелка 4. Второй конец спирали закреплен на рычаге 1. С зубчатым колесом 5 прибора входит в зацепление барабан 8 испытываемого часового механизма. При отсутствии нагрузки стрелка 4 указывает на нулевое деление шкалы.

При испытании зацепления зубчатых колес спираль прибора закручивают, поворачивая рычаг 1 вместе со шкалой 6 против часовой стрелки. Момент спирали, передаваемый часовому механизму через зубчатое колесо 5, возрастает пропорционально углу закручивания до тех пор, пока колесная система часового механизма не начнет вращаться.

Максимальный момент спирали фиксируется углом поворота рычага 1. Стрелка 4 начинает вращаться вместе с колесом 5 и останавливается тогда, когда момент на колесе будет равен моменту трения в зубчатой передаче. Величину этого момента стрелка показывает на шкале прибора. Чем ближе к нулевому делению шкалы подходит стрелка, тем выше качество зубчатой передачи часового механизма.

После проверки качества зацепления колесной системы в механизме устанавливают узел барабана, предварительно проверив (визуально) осевой и радиальный зазоры вала барабана в корпусе. Осевой зазор должен быть 0,02 — 0,04 мм и радиальный 0,006 — 0,02 мм. Установив барабан на платину, контролируют его вращение в отверстии платины, затем накрывают барабан барабанным мостом, со смонтированными на нем деталями (заводным колесом и собачкой), и закрепляют мост винтами. Визуально проверяют радиальный и осевой зазоры вала барабана между платиной и мостом. Осевой зазор должен быть 0,01 — 0,06 мм и радиальный — 0,008 — 0,02 мм.

Кроме того, при сборке должно быть соблюдено точное расположение барабана относительно центрального и секундного колес и центрального моста. При этом зазоры между центральным колесом и барабаном должны быть 0,08 — 0,16 мм, между секундным колесом и барабаном — 0,12 — 0,2 мм, а между центральным мостом и барабаном — не менее 0,11 мм.

Верхнюю цапфу вала барабана смазывают маслом МЦ-3 маслodosировкой № 3, барабанное колесо надевают на квадрат вала барабана и привертывают.

Качество зацепления всей кинематической цепи от барабана до анкерного колеса проверяют следующим образом: вращая заводную головку, заводят заводную пружину (до начала вращения колес) на два-три зуба барабанного колеса (колеса должны вращаться быстро, плавно, без рывков и треска).

Когда пружина развернется, колеса на мгновение остановятся, а затем повернутся на несколько оборотов в обратную сторону, что хорошо будет заметно по движению анкерного колеса в обратном направлении. Чем больше таких оборотов сделает анкерное колесо, тем лучше качество зацепления, тем легче так называемый «скат» колес.



При нормальном зацеплении анкерное колесо должно повернуться в обратную сторону не меньше 3—4 раз.

При сборке ангренажа часовых механизмов, имеющих накладные камни в колесной системе, нужно снять ангренажный мост, вынуть колеса с накладными камнями (чаще всего это анкерное колесо) и капнуть маслом МЗП-6 маслodoзирoвкой № 3 на верхние и нижние накладные камни. После смазки установить на место колеса и ангренажный мост, привернув его винтами.

При сборке основной колесной системы наиболее часто встречаются такие дефекты, как тяжелое вращение колес и потрескивание при вращении колесной системы.

Основными причинами тяжелого ската колес являются:

глубокое зацепление в какой-либо паре колесо — триб при завышенном диаметре колеса или триба, невыдержанном межцентровом расстоянии между колесом и трибом;

неправильный профиль зуба колеса или триба;

отсутствие осевых или радиальных зазоров;

погнутость цапф трибов;

грязь в механизме.

При вращении колесной системы слышится потрескивание в следующих случаях:

мелкое зацепление пар колесо — триб при заниженном диаметре колеса или триба или невыдержанном межцентровом расстоянии между колесом и трибом;

профиль зуба колеса или триба неправильный;

осевые или радиальные зазоры не выдержаны;

радиальное биение какого-либо колеса больше допустимого.

## § 92. СБОРКА УЗЛА АНКЕРНОГО ХОДА

При сборке узла хода применяются следующие приборы, инструменты и приспособления: пинцет, лупа (3,5x), подставка для сборки, отвертки для винта крепления моста анкерной вилки и для винта крепления балансового моста, потанс для передвигки камней, прибор П-54 для проверки вертикального зазора анкерной вилки, специальный калибр для проверки расположения рожков анкерной вилки по высоте, проектор П-40 с приспособлениями для отладки хода, пуцгольц для поддержания моста анкерной вилки, мягкая сердцевина бузины.

При конвейерной сборке в зависимости от схемы тех-

нологического процесса сборки узла хода можно разделить на несколько операций. При сборке часов «Полет» осуществляют три операции:

- монтаж анкерной вилки;
- отладка хода по проектору;
- монтаж баланса.

Узел собирают на специальной подставке. Перед установкой анкерной вилки проверяют состояние и правильность установки палет. Они должны быть установлены в пазах без перекоса и надежно закреплены клеем-шеллаком. На поверхности палет не должно быть сколов или других механических повреждений. Цапфы анкерной вилки прочищают бузиной. Нижнюю цапфу анкерной вилки вставляют в отверстие камня и накрывают ее мостом так, чтобы фиксирующие штифты в платине попали в отверстия моста. Придерживая мост анкерной вилки пинцетом, верхнюю цапфу оси анкерной вилки вставляют в отверстие камня анкерного моста. После привертывания анкерного моста к платине проверяют осевой и радиальный зазоры оси анкерной вилки. Радиальный зазор должен быть 0,01 — 0,02 мм. Осевой зазор должен находиться в пределах 0,02—0,04 мм. Проверяют осевой зазор на приборе П-54, который по принципу действия аналогичен прибору П-53. В случае несоответствия зазора заданной величине мост анкерной вилки снимают с платины и на винтовом потансе передвигают камень анкерной вилки в требуемом направлении, затем мост устанавливают вновь и проверяют осевой зазор.

После установки осевого зазора проверяют расположение палет относительно зубьев анкерного колеса. Анкерное колесо не должно по высоте выходить за пределы палет. Допустимый перекося анкерной вилки — не более 0,02 мм.

Кроме того, специальным калибром проверяется расположение рожек анкерной вилки на платине по высоте и «спадение» анкерной вилки от одного ограничительного штифта к другому при спущенной пружине: при повороте механизма в вертикальной плоскости, анкерная вилка должна свободно перемещаться от штифта к штифту под действием собственного веса.

Наличие притяжки проверяют после заводки пружины на несколько оборотов заводной головки: хвост анкерной вилки несколько отводится от ограничительного штифта, при этом зуб анкерного колеса должен находиться

ся на плоскости покоя палеты. Под действием притяжки вилка должна возвратиться к ограничительному штифту. Проверяют обе палеты.

Отлаживается ход на проекторе П-40, общий вид которого показан на рис. 181. При работе на проекторе используют проходящие и отраженные лучи.

При работе в проходящем свете лучи (рис. 182, а) от лампы 1 проходят через линзы 2 и освещают плоскость 3,

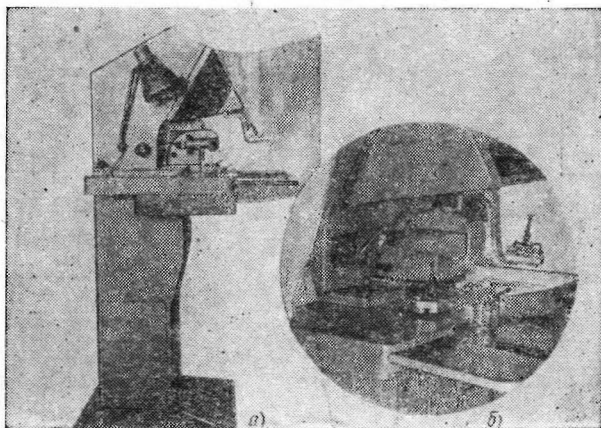


Рис. 181. Прибор П-40:

а — общий вид, б — рабочий стол

на которой находится механизм. Попадая в объектив 4, с помощью призмы 5 и зеркал 8, 9, 10 луч дает теневое изображение предмета на экране 7. Для удобства наблюдения на экране имеется зеркало 6. В проходящем свете проверяют правильность установки палет анкерной вилки относительно зубьев анкерного колеса.

При работе в отраженном свете (рис. 182, б) лучи от лампы 12 через линзы 2 попадают на зеркала 11 и 13, которые через объектив 4 направляют их на часовой механизм 3. Отразившись от поверхности механизма, лучи возвращаются обратно в объектив 4, который проектирует изображение предмета на экран 7. В отраженном свете контролируют установку рожек и копы анкерной вилки относительно двойного ролика. На экране 7 закреплен проекторный чертеж, по которому производят отладку хода.

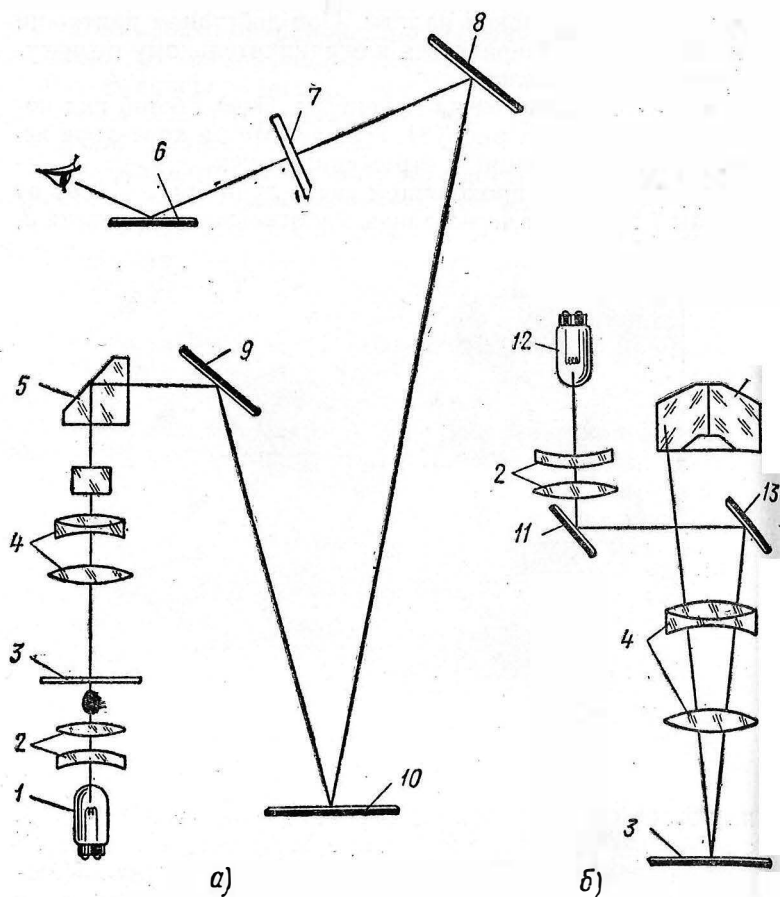


Рис. 182. Оптическая схема проектора П-40:

*a* — в проходящем свете, *б* — в отраженном свете; 1 — лампа, 2 — линза, 3 — плоскость для часового механизма, 4 — объектив, 5 — призма, 6, 8, 9, 10, 11, 13 — зеркала, 7 — экран с проекторным чертежом, 12 — лампа

Проектор П-40 имеет увеличение 40<sup>x</sup>.

Отлаживать ход можно несколькими способами.

**Ладка хода с базированием по копы анкерной вилки.**

Для проверки положения копы и рожков на проекторном чертеже (рис. 183) нанесены концентрические окружности I, II и IV, которые ограничивают зоны допусков на радиусы импульсного камня и предохранительного ролика.

Окружности *I—II* ограничивают требуемый зазор между копьем и предохранительным роликом  $S_2$ .

Окружности *III—IV* ограничивают требуемый зазор между рожком и импульсным камнем  $S_1$ .

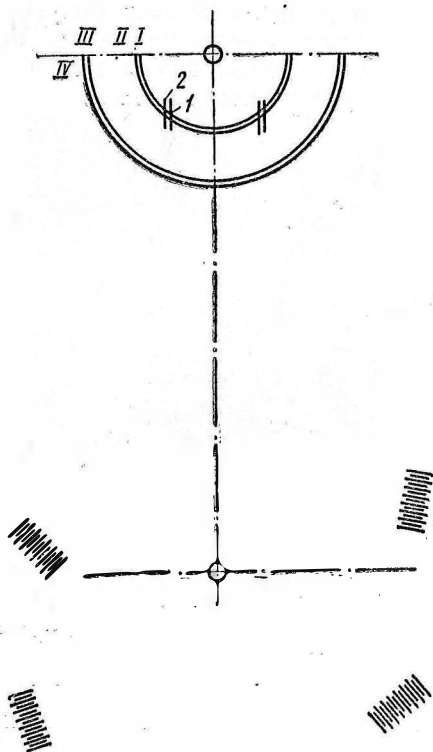


Рис. 183. Проекторный чертеж для отладки хода с базированием на копье

Риска *1* ограничивает наименьший допустимый угол подъема анкерной вилки, а риска *2* — номинальный угол подъема анкерной вилки.

Для проверки положения палет и их взаимодействия с зубьями анкерного колеса на проекторном чертеже нанесены риски. Расстояния между соседними рисками 0,02 мм. По количеству рисок, приходящихся на плоскость покоя палеты, взаимодействующей с зубом анкерного колеса, судят о глубине хода.

Механизм устанавливают на столе проектора в специальном приспособлении (рис. 184) так, чтобы проекции проверяемых деталей находились в поле проекторного чертежа и проекция камня анкерной вилки совпадала с окружностью на чертеже. Рычажок фокусировки проектора переводят в крайнее левое положение, при этом проекция отверстия балансового камня должна совпадать с окружностью на проекторном чертеже.

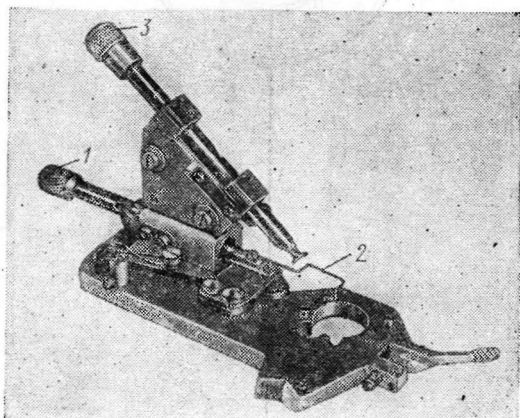


Рис. 184. Приспособление к проектору П-40:

1 — ручка, 2 — рычаг для поворота анкерной вилки, 3 — рычаг для подгибки ограничительных штифтов

Чтобы отладить ход, в паз анкерной вилки вводят рычаг 2 для ее поворота. Фокусируют проектор на копье. Вилку подводят к ограниченному штифту и определяют положение копья относительно рисок, нанесенных на проекторном чертеже.

При переводе анкерной вилки от одного ограничительного (рис. 185, а) штифта к другому копье должно касаться окружности II.

Если копье не касается окружности II в точке 2 (рис. 185, б), то необходимо перемещать вилку до тех пор, пока копье не коснется окружности II, при этом вершина копья не должна выходить за риску 1 наименьшего угла подъема анкерной вилки (рис. 185, в). Если копье не касается окружности II, то ограничительные штифты подгибают рычагом 3 (см. рис. 184, б), не выни-

мая вилки из механизма. Если при контакте рабочей грани копы с окружностью *II* вершина выходит за риски допустимого угла подъема, то копы анкерной вилки либо слишком длинное (рис. 185, *в*), либо слишком короткое (рис. 185, *д*). В этих случаях анкерную вилку необходимо заменить. Установив взаимодействие копы и предохранительного ролика, нужно совместить рожки анкерной

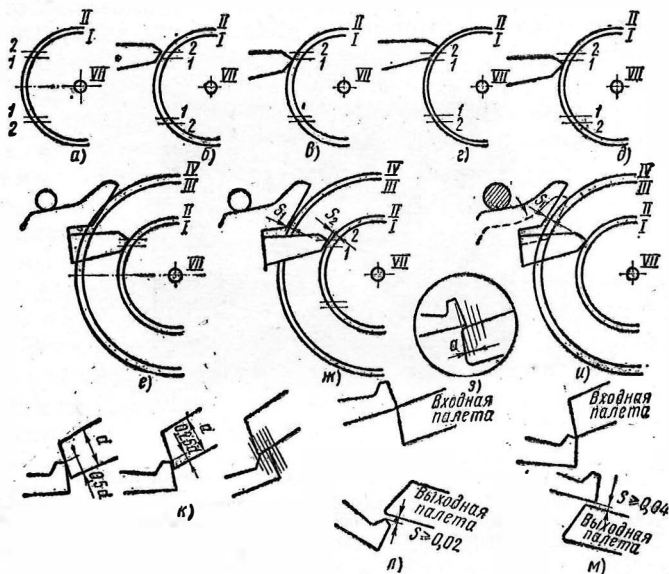


Рис. 185. Отладка хода с базированием по копы анкерной вилки

вилки с чертежом и посмотреть положение рожек относительно окружности *IV* — они не должны перекрывать окружность *IV* (рис. 185, *е*). Если копы установлено правильно, т. е. между ним и предохранительным роликом имеется гарантированный зазор  $S_2$ , то между рожкой и окружностью *IV* должен быть зазор, не меньший, чем между копыем и окружностью *II* (рис. 185, *ж*), т. е.  $S_1 \geq S_2$ .

Установив зазоры в рожках и копы, нужно завести пружину на  $1/4$  оборота барабанного колеса и, покачивая анкерную вилку, определить величину полного покоя и потерянного пути на палетах входа и выхода. Полный покой должен быть 0,07—0,10 мм при потерянном пути

0,01—0,03 мм. Если потерянный путь больше 0,03 мм, а между копьём и окружностью II имеется зазор, то можно уменьшить величину потерянного пути, подгибая ограничительный штифт до тех пор, пока копьё не коснется окружности II. Если потерянный путь больше 0,03 мм, а копьё касается окружности II, то необходимо выдвинуть противоположную палету так, чтобы потерянный путь стал равен 0,02 мм.

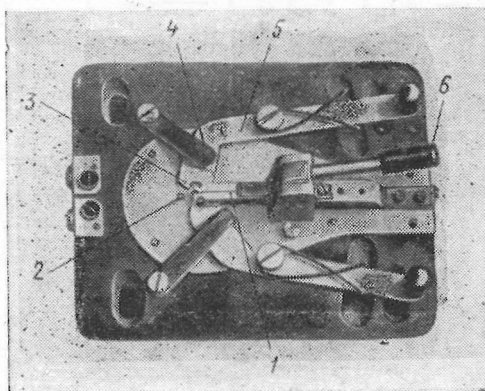


Рис. 186. Приспособление для передвижки палет:

1 — разрезной зажим, 2 — штифт для фиксации анкерной вилки, 3 — камень для установки анкерной вилки, 4 — прижимы рычага, 5 — рычаг для перемещения палет, 6 — ручка зажимного кулачка

Для того чтобы передвинуть палеты, стол проектора перемещают вправо. Анкерную вилку вынимают из механизма и устанавливают в специальное приспособление (рис. 186), которое находится под объективом. Отметив на проектном стекле положение палет, с помощью рычагов приспособления передвигают их на необходимую величину. Правильность передвижения палет оценивают по рискам, нанесенным на проекторном чертеже (см. рис. 185, з).

После передвижки палет анкерную вилку снова устанавливают в механизм и пружину заводят на  $\frac{1}{4}$  оборота барабаниного колеса.

Покачивая (см. рис. 184) анкерную вилку рычажком 2 приспособления, оценивают величину потерянного пути и полного покая на палетах входа и выхода. Величину



потерянного пути проверяют на всех 15 зубьях анкерного колеса.

Если зазор между рожком и окружностью *IV* больше 1 мм, нужно, подведя рожок к окружности *III* (см. рис. 185, *и*), посмотреть величину перекрытия зуба анкерного колеса палетой. Эта величина не должна превышать 0,02 мм. Если палеты не пропускают зуб анкерного колеса, то необходимо оценить величину перекрытия плоскости импульса пяткой зуба анкерного колеса и передвинуть палеты. Величину передвиги определяют следующим образом (см. рис. 185, *к*):

если пятка зуба анкерного колеса находится на середине импульсной плоскости, то палету вдвигают на 0,06 мм по рискам;

если пятка зуба анкерного колеса перекрывает импульсную плоскость на  $0,25 d$ , то палету вдвигают на 0,04 мм по рискам.

Для определения передвиги другой палеты необходимо, поворачивая секундное колесо, поставить зуб анкерного колеса на плоскость покоя палеты (анкерное колесо вращается при этом против часовой стрелки). Если палета не пропускает зуб анкерного колеса, то определяют величину перекрытия задней грани палеты пяткой зуба анкерного колеса по нанесенным на проекторном чертеже рискам.

Для оценки узкой и широкой скобки зуб анкерного колеса устанавливают на переднее ребро палеты входа и проверяют величину зазора между задней гранью палеты выхода и пяткой зуба анкерного колеса (рис. 185, *л*). Зазор должен быть не менее 0,02 мм. Величину зазора определяют по рискам проекторного чертежа: цена большого деления — 0,04 мм и цена малого деления — 0,02 мм.

Величину зазора между задней гранью палеты входа и пяткой зуба анкерного колеса при выходе зуба на переднее ребро палеты выхода оценить невозможно, так как задняя грань палеты входа на проекторном чертеже не видна. В этом случае проверяют зазор между зубом анкерного колеса и передней гранью палеты выхода в конце импульса на палете входа. Зазор при этом должен быть не менее 0,04 мм (рис. 185, *м*).

**Ладка хода с базированием по пазу анкерной вилки.** В этом случае правильность хода отлаживают с базировкой на стенки паза и рожки анкерной вилки.

Чтобы проверить положение копы и рожков, на проекторном чертеже нанесены концентрические окружности *I*, *II*, *III* и *IV* (рис. 187).

Окружности *I* и *II* ограничивают требуемый зазор в копье  $S_2$ , а окружности *III* и *IV* ограничивают требуемый зазор в рожках  $S_1$ .

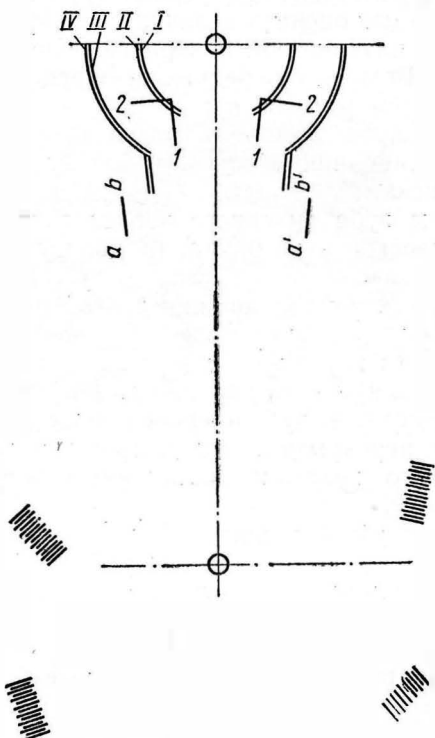


Рис. 187. Проекторный чертеж для отладки хода с базированием по пазу анкерной вилки

Окружность *I* — окружность предохранительного ролика.

Окружность *II* — окружность гарантированного зазора между копьем и предохранительным роликом.

Окружность *III* — окружность минимального зазора между рожком и импульсным камнем.

Окружность *IV* — окружность максимального зазора между рожком и импульсным камнем.

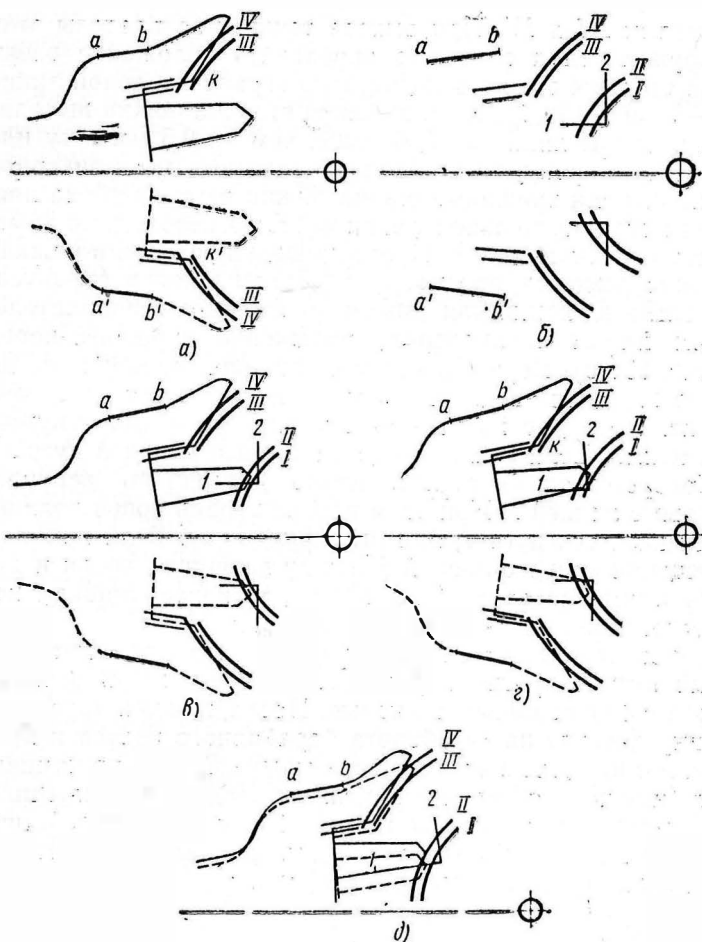


Рис. 188. Отладка хода с базированием по пазу анкерной вилки

Линия  $a-b$  — средняя ограничительная линия проекторного стекла.

Установив проекцию паза анкерной вилки посередине между линиями III и IV (рис. 188, *a*), переводя анкерную вилку от одного ограничителя к другому, наблюдают за расположением рожек. Точка  $k$  пересечения рожка и паза анкерной вилки должна находиться между окруж-

ностями III и IV. При выходе точки *k* за пределы этих окружностей необходимо определить положение внешней стороны рожка относительно ограничительной линии *a—b* (рис. 188, б). Если внешняя сторона рожка выходит за пределы линии *a—b* больше, чем на 0,5 мм в ту или другую сторону, то необходимо заменить мост анкерной вилки. Если внешняя сторона рожка не выходит за пределы ограничительной линии *a—b*, то необходимо заменить анкерную вилку. После проверки зазоров в рожках нужно резкость проектора навести на копые (сфокусировать) и, прижимая анкерную вилку к ограничительным штифтам, проверить положение вершины копыя (рис. 188, в). Вершина копыя не должна перекрывать линию 2. Если вершина копыя перекрывает линию 2 (рис. 188, г), то копые слишком длинное и вилку нужно заменить. Если между рабочей гранью копыя и дугой 1 образуется зазор, то необходимо совместить вершину копыя с линией 1. При этом рабочая грань копыя должна или касаться дуги 1, или перекрывать ее. Если при совмещении копыя с линией 1 между вершиной копыя и дугой 1 имеется зазор (рис. 188, д), то копые слишком короткое и вилку тоже нужно заменить.

Устанавливают глубину хода, определяют потерянный путь и другие параметры так, как и при отладке хода с базированием по копыю. После отладки хода пружину заводят на  $\frac{1}{2}$  оборота барабанного колеса и проверяют наличие осевого зазора анкерной вилки в камнях, глубину хода и наличие притяжки. Палеты должны пропускать анкерное колесо на всех 15 зубьях, под действием притяжки анкерная вилка должна надежно притягиваться к ограничительным штифтам.

### Отладка хода с базированием по пазу анкерной вилки и рожкам

В этом случае, как и во 2-м варианте, производится отладка хода по пазу анкерной вилки и рожкам (рис. 189).

Установив анкерную вилку в соприкосновение с ограничительными штифтами, проверяют положение проекции боковой стенки паза анкерной вилки относительно линий 1, 2 и 3, 4. Проекция боковой стенки паза должна находиться между рисками или совпадать с какой-либо из них (рис. 190, а, б, в), при переводе вилки к другому

ограничительному штифту паз ее должен занять аналогичное положение у рисунок 3, 4.

Если проекция паза анкерной вилки вышла за линии 1, 2 и 3, 4, следует произвести подгибку ограничительных штифтов так, чтобы проекция паза находилась между линиями чертежа.

Отладив положение паза анкерной вилки, проверяют положение начала рожка (точка «к»), вилка при этом вновь находится у ограничительного штифта. Вершина рожка «к» не должна выходить за пределы линий 5, 6 и 7, 8 проекторного чертежа (рис. 190, г).

Если вершина «к» выходит за пределы чертежа, положение ее можно исправить подгибкой ограничительных штифтов, следя при этом, чтобы проекция паза не вышла из поля допуска.

Если вершина «к» анкерной вилки после подгибки ограничительных штифтов не вошла в поле допуска, ограниченное линиями 5, 6 и 7, 8 (рис. 190, д, е), анкерную вилку следует заменить.

После установки зазора в рожках нужно резкость проектора перевести на копьё и проверить положение вершины копьё относительно линий 9, 10 и 11, 12.

Вершина копьё не должна перекрывать линии 9, 10 (рис. 190, ж).

Если вершина копьё перекрывает линии 9, 10, то копьё слишком длинное (рис. 190, и) и вилку нужно заменить.

Если вершина копьё не касается линий 9, 10, то ан-

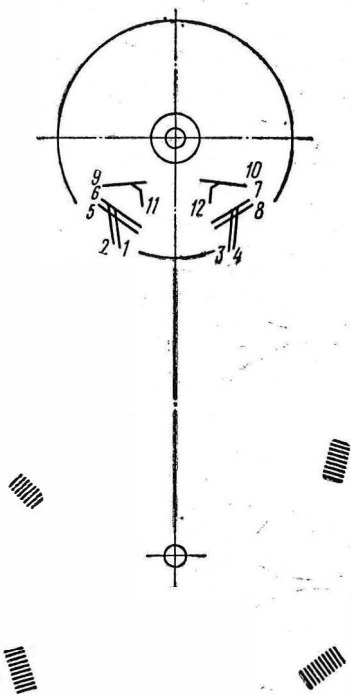


Рис. 189. Проекторный чертеж для отладки хода с базированием по пазу анкерной вилки и рожкам

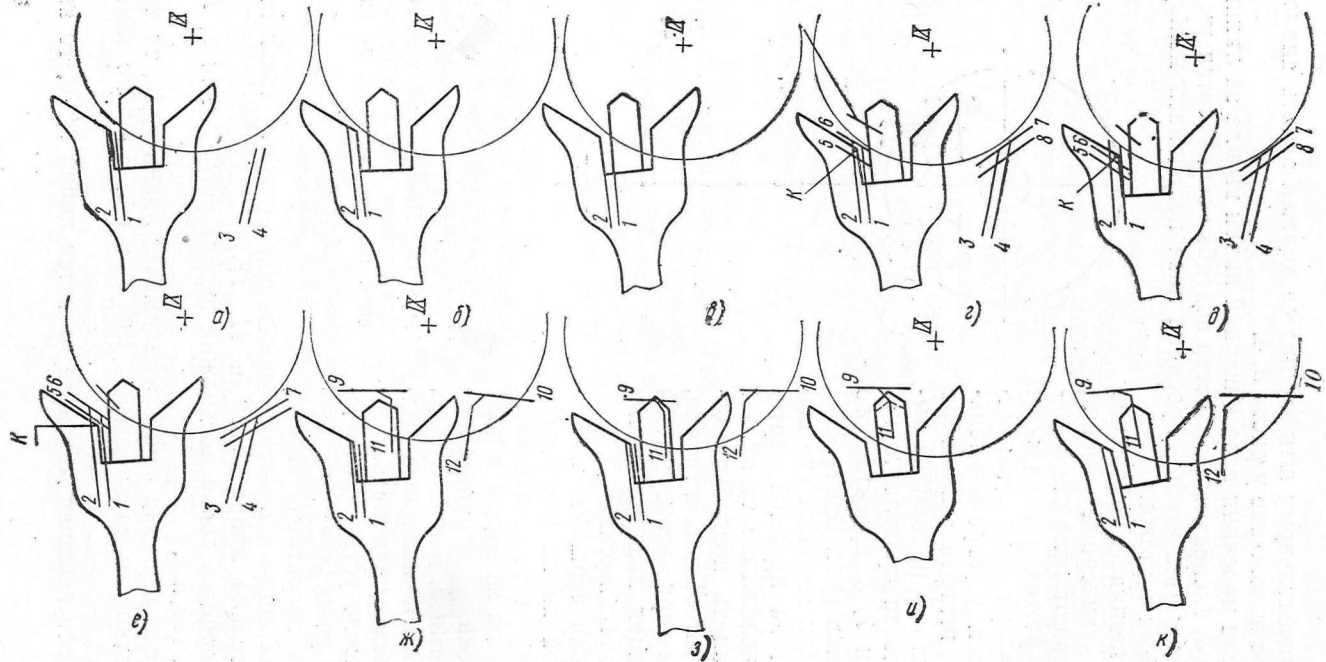


Рис. 190. Отладка хода с базированием по пазу анкерной вилки и рожкам

керную вилку следует отвести от ограничительного штифта до совмещения вершины копы с рисками 11, 12. При этом вершина копы должна перекрывать линию, соединяющую линии 11, 9 и 12, 10, или коснуться ее (рис. 190, к).

Если между вершиной копы и линией, соединяющей линии 11, 9 и 12, 10, имеется зазор, то копе слишком короткое и вилку нужно заменить.

Установив зазоры в копе и рожках, механизм нужно завести на четверть оборота барабанного колеса и, покачивая анкерную вилку рычажком приспособления, определить величину полного покоя и потерянного пути на палетах входа и выхода.

Полный покой должен быть от 0,07 до 0,01 мм при потерянном пути от 0,01 до 0,03 мм.

Оценить величину потерянного пути нужно по перемещению палеты с момента падения на нее зуба анкерного колеса до положения полного покоя, т. е. когда вилка коснется ограничительного штифта.

Проверку необходимо производить на всех пятнадцати зубьях анкерного колеса.

Если потерянный путь больше 0,03 мм, нужно выдвинуть палету так, чтобы потерянный путь уложился в пределы допуска.

Для этого необходимо вынуть анкерную вилку из механизма и установить на приспособлении проектора (см. рис. 171), отметить на проекторном стекле положение палеты, и с помощью рычагов приспособления передвинуть ее на необходимую величину.

Величина передвижки определяется по рискам, нанесенным на проекторном чертеже. Цена одного деления на чертеже соответствует 0,04 мм.

После передвижки палет вилку вновь устанавливают в механизм, заводят пружину на четверть оборота барабанного колеса и проверяют величину полного покоя и потерянного пути на всех пятнадцати зубьях анкерного колеса.

Если палеты не пропускают зуб анкерного колеса, то необходимо оценить величину перекрытия плоскости импульса пяткой зуба анкерного колеса. Оценка производится так же, как и при отладке хода с базированием по копыю.

Оценка узкой и широкой скобки производится так же, как и в разобранных ранее способах.

Проверив правильность отладки хода, устанавливают осевой зазор баланса. Для этого ось эталонного баланса вводят в отверстие балансового камня в платине и накрывают балансовым мостом, положение которого фиксируют штифтами, запрессованными в платину. Закрепив мост винтом, проверяют отсутствие перекоса баланса и наличие осевого зазора. Перекос баланса в механизме



Рис. 191. Прибор для установки осевого зазора баланса:

1 — пластина для установки часового механизма, 2 — корпус, 3 — индикаторная головка, 4 — ручка

не допускается. В случае перекоса узла баланса балансовый мост нужно заменить.

Осевой зазор баланса должен быть в пределах 0,02—0,04 мм. Чтобы получить необходимый осевой зазор баланса в камнях, балансовый мост подгибают на специальном приспособлении (рис. 191). Установив осевой зазор, проверяют взаимное расположение хвостовой части анкерной вилки и баланса.

Осевой зазор баланса может устанавливаться также подбором специальных прокладок моста баланса.

При проверке осевого зазора в часах с противоударным устройством необходимо, чтобы усилие перемещения баланса было минимальным, так как иначе может про-



гнуться фиксирующая пружина и осевой зазор оси баланса будет определен неправильно.

Следующим переходом является проверка радиального и плоскостного биения обода баланса и проверка расположения баланса относительно других узлов механизма. Проверяют расположение хвоста анкерной вилки относительно двойного ролика. Копье не должно выходить за пределы предохранительного ролика, рожки анкерной вилки должны перекрывать импульсный камень не менее

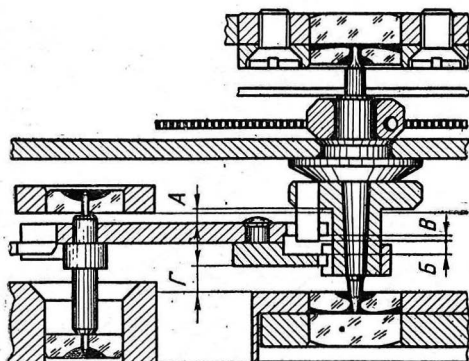


Рис. 192. Расположение анкерной вилки относительно двойного ролика

чем на 0,1 мм (при этом баланс прижат к балансовому мосту, а анкерная вилка к платине), зазор между импульсным роликом и верхней плоскостью (баланс прижат к платине, а анкерная вилка к мосту) должен быть не менее 0,1 мм (рис. 192). Проверяют также зазор между плоскостью предохранительного ролика и накладкой, который должен быть не менее 0,02 мм.

Наиболее часто встречаются следующие дефекты при сборке узла хода.

1. Глубокий ход — ход, при котором угол полного покая больше 0,1 мм, а угол потеряннного пути не больше 0,03 мм. При глубоком ходе затрачивается больше энергии на освобождение зуба анкерного колеса, что уменьшает амплитуду колебаний баланса, т. е. наблюдается так называемый «вялый» ход или часы останавливаются.

2. Мелкий ход — ход, при котором угол полного покая меньше 0,07 мм, а угол потеряннного пути больше

0,03 мм. При мелком ходе иногда может происходить падение зуба анкерного колеса на плоскость импульса палеты, вследствие чего часы могут останавливаться или иметь «вялый» ход.

Причины, вызывающие глубокий или мелкий ход, могут быть следующие:

- неправильная установка глубины хода;
- большие зазоры в рожках и копье;
- большой потерянный путь.

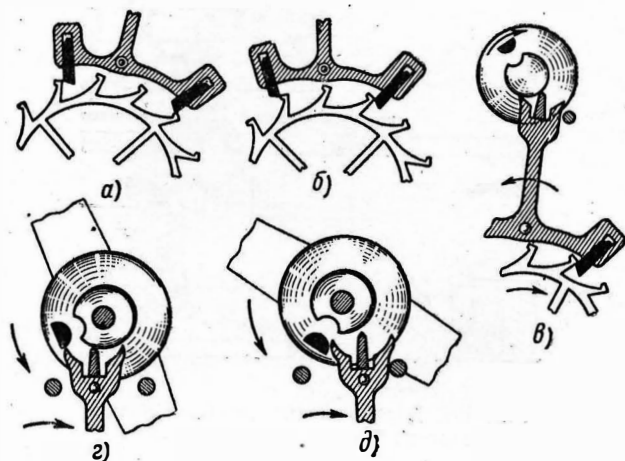


Рис. 193. Дефекты хода:

*a* — широкая скобка, *б* — узкая скобка, *в* — малый зазор между копьем и предохранительным роликом, *г* — «наскок» импульсного камня на рожек, *д* — «заскок» импульсного камня на внешнюю сторону рожка

3. Мал потерянный путь — палета в каком-либо положении не будет пропускать зуб анкерного колеса. Часы будут иметь так называемый «меняющийся» ход или останавливаться.

4. Широкая скобка — при отходе анкерного колеса назад угол внешнего падения настолько мал, что зуб анкерного колеса натывается на палету (рис. 193, *a*). Часы могут останавливаться или иметь «меняющийся» ход.

5. Узкая скобка. При отходе анкерного колеса назад угол внутреннего падения настолько мал, что зуб анкерного колеса натывается на палету (рис. 193, *б*). Часы могут останавливаться или иметь «меняющийся» ход.

Причины, вызывающие дефект, — «узкая или широкая скобка», могут быть следующие:

неправильное расположение пазов под палеты в анкерной вилке;

неправильная установка ограничительных штифтов;

неправильное положение оси анкерной вилки относительно линии хода;

погнута хвостовая часть анкерной вилки;

неправильно нарезаны зубья анкерного колеса.

6. Большой зазор между копьём и предохранительным роликом.

В случае сотрясения часов может произойти самопроизвольный поворот анкерной вилки, в результате чего импульсный камень ударит по внешней части рожка и часы остановятся (рис. 193, *д*).

7. Мал зазор между копьём и предохранительным роликом — в одном из положений часов копьё может коснуться предохранительного ролика (рис. 193, *в*). Часы будут иметь «вялый» ход.

8. Зазор между рожком и импульсным камнем меньше, чем зазор между копьём и предохранительным роликом. Часы могут останавливаться из-за натекания импульсного камня на концы рожков (рис. 193, *г*). Натекание импульсного камня на рожок может также произойти в том случае, если на конце рожка есть заусенец.

9. Большой зазор между рожком и импульсным камнем. В момент, когда копьё находится напротив выемки в предохранительном ролике, при случайном сотрясении часов может произойти самопроизвольный поворот анкерной вилки и зуб анкерного колеса попадет на плоскость импульса палеты — часы остановятся (рис. 193, *д*).

10. Большой зазор импульсного камня в пазу анкерной вилки. Произойдет потеря импульса при работе хода, и часы будут иметь «вялый» ход.

11. Мал зазор импульсного камня в пазу анкерной вилки. Часы будут иметь «вялый» ход или останавливаться.

12. Отсутствие «обратного» хода. В случае отсутствия «обратного» хода часы могут останавливаться, особенно при переводе стрелок в обратном направлении.

«Обратный» ход проверяют следующим образом: баланс отводят в крайнее положение, анкерную вилку отводят от ограничительного штифта до касания копьём предохранительного ролика. Возвращая баланс в поло-

жение равновесия, прижимают копые к предохранительному ролику, при этом копые должно плавно скользить по предохранительному ролику. Если копые скользит по предохранительному ролику не свободно (с затиранием), то это значит, что «обратный» ход отсутствует.

Отсутствие обратного хода может быть вызвано следующими причинами:

плохой обработкой предохранительного ролика;  
неправильной обработкой копыя (заусенцы, неправильная форма и т. п.).

13. Плохо проклеены палеты или импульсный камень. Часы останавливаются из-за нарушения ладки хода, выпадания палет или импульсного камня.

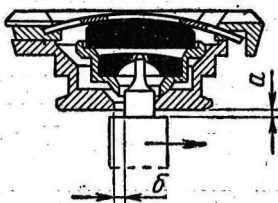


Рис. 194. Зазоры в противоударном устройстве

14. Погнуты цапфы оси анкерной вилки или оси баланса. Часы будут иметь «вялый» ход или останавливаться.

15. Неправильные осевые зазоры в осях баланса или анкерной вилки. Часы будут иметь «вялый» ход или останавливаться.

16. Грязные рабочие поверхности деталей. Часы могут иметь «вялый» ход или останавливаться.

17. Нет притяжки или она мала. Нарушается точность хода часов, часы могут иметь «вялый» ход.

18. Взаимное касание деталей хода, не предусмотренное конструкцией, что может вызвать «вялый» ход при постоянном касании или «меняющийся» ход при периодическом касании. В некоторых случаях часы могут останавливаться.

19. В часах с противоударным устройством большое значение имеет соблюдение правильных зазоров в элементах противоударного устройства (рис. 194), так как при выборе осевого зазора баланса могут появиться такие дефекты, как выход импульсного камня из рожков и выход копыя из взаимодействия с предохранительным роликом. Из-за этого часы могут останавливаться.

### § 93. СБОРКА И СМАЗКА АМОРТИЗАТОРОВ

**Сборка амортизаторов и установка их в механизм.** В узел амортизатора входят шатон (бушон с запрессо-

ваным сквозным камнем), накладной камень, муфта шатона, фиксирующая пружина, U-образный штифт.

Установленный в балансый мост и платину амортизатор является узлом противоударного устройства баланса.

При сборке амортизаторов применяют следующие приспособления и инструменты: подставку для сборки амортизаторов, подставку для фиксирующей пружинки, приспособления для вставки пружинки, пинцет, пуцгольц, лупу (3,5<sup>x</sup>), отвертку для винта колонки спирали.

Перед началом сборки мост баланса осматривают. На поверхности моста не должно быть механических повреждений, пятен, царапин, грязи.

Верхний амортизатор собирают в следующем порядке.

Верхнюю муфту шатона кладут на подставку широкой стороной и фиксирующую пружинку вставляют T-образным концом в паз муфты. Муфту приподнимают так, чтобы фиксирующая пружинка упала и заняла положение, перпендикулярное плоскости муфты. Затем муфту поворачивают широкой стороной вверх.

Накладной камень баланса укладывают в расточку шатона и закрепляют его фиксирующей пружинкой, введя ее концы в кольцевой паз моста баланса. Чтобы проверить работу фиксирующей пружинки, нажимают пуцгольцем на накладной камень, сдвигая шатон в сторону. Под действием упругой силы фиксирующей пружинки шатон с накладным камнем должен вернуться в исходное положение. Если шатон не перемещается по конусу муфты, его необходимо заменить. Если фиксирующая пружинка недостаточно прижимает шатон, необходимо подогнуть пружинку.

После проверки работы пружинки балансый мост кладут на подставку, устанавливают амортизатор и закрепляют его U-образным штифтом.

Нижний амортизатор собирают и проверяют так же, как и верхний, затем устанавливают в платину и крепят винтом.

**Чистка и смазка амортизаторов.** Для чистки и смазки амортизаторов применяют следующие инструменты и приспособления: пинцет, лупу, бюксу № 4 (стеклянный сосуд для спирта с притертой крышкой), резиновую грушу для продувки, маслodosировку № 1 с подставкой, масленку с маслом МБП-12, приспособление для встав-

ки фиксирующей пружинки, подставку для механизма. Установив механизм на подставку циферблатной стороной вверх, вынимают фиксирующую пружинку из паза, затем берут накладной камень и шатон и промывают

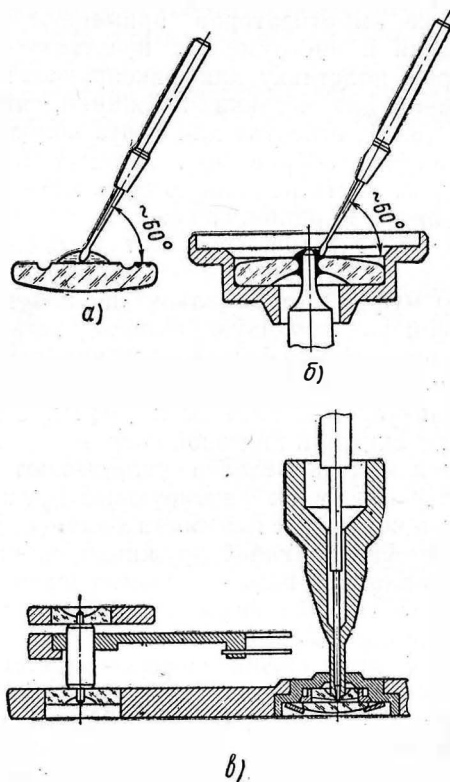


Рис. 195. Смазка камней в часах с противоударным устройством:

*а* — накладного, *б* — сквозного, *в* — маслодозировкой игольчатого типа

их в бюксе со спиртом. После промывки шатон продувают воздухом, а плоскость накладного камня протирают конденсаторной бумагой.

С помощью маслодозировки № 1 маслом МБП-12 смазывают сквозной и накладной камни: масло подают в центр накладного камня (рис. 195, *а*) и в центр сквоз-

ного камня (рис. 195, б). Сквозной камень можно смазывать, когда ось баланса установлена или без нее. Маслодозировкой игольчатого типа очень удобно смазывать узел в собранном виде (рис. 195, в).

Шатон кладут на накладной камень, устанавливают в муфту и закрывают фиксирующей пружинкой, вставив ее в пазы муфты.

Затем, взяв мост баланса, фиксирующую пружинку вынимают из кольца, разбирают амортизатор, промывают его, просушивают и смазывают так же, как и нижний, после чего узел устанавливают в муфту шатона моста баланса и закрывают фиксирующей пружинкой.

#### § 94. УРАВНОВЕШИВАНИЕ БАЛАНСА

Для уравнивания баланса необходимы следующие инструменты и приспособления: пинцет, бузина для очистки цапф, приспособление для облегчения головок винтов, тиски для отвертывания винтов баланса, приспособления для уравнивания баланса, которыми могут являться в зависимости от метода уравнивания балансовые весы, приспособление с постоянным магнитом в комплекте с катушкой для размагничивания, приборы П-42 или П-72, П-80.

Операция уравнивания баланса предназначена для совмещения центра тяжести узла баланса с его осью вращения.

От качества выполнения этой операции зависит точность хода часов.

**Уравнивание баланса на балансовых весах.** Основными деталями приспособления являются два рубиновых ножа 2 (рис. 196), рабочие грани которых параллельны между собой и должны быть установлены строго горизонтально по уровню 1 при помощи винтов 4.

Расстояние между ножами в зависимости от размера оси баланса можно изменять винтом 3.

Перед началом работы рабочие грани ножей необходимо осмотреть в лупу с пятикратным увеличением. Кривизна или шероховатость поверхностей граней ножей не допускается.

Перед установкой баланса на прибор цапфы его оси тщательно прочищают бузиной.

Баланс кладут цапфами на рабочие грани ножей так, чтобы он мог вращаться (рис. 197).

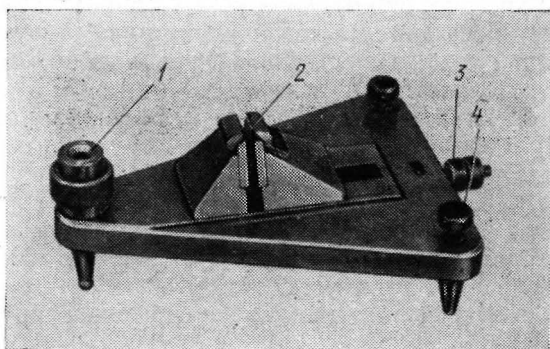


Рис. 196. Приспособление для уравнивания баланса:

1 — уровень, 2 — рабочие грани ножей, 3 — винты для установки расстояния между ножами, 4 — винты для установки приспособления по уровню

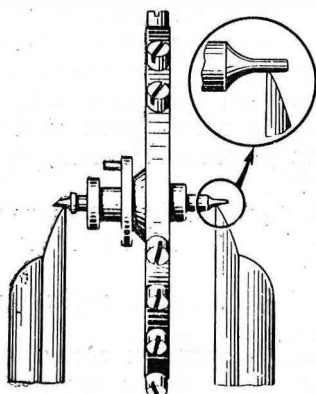


Рис. 197. Расположение цапф баланса на ножевых опорах

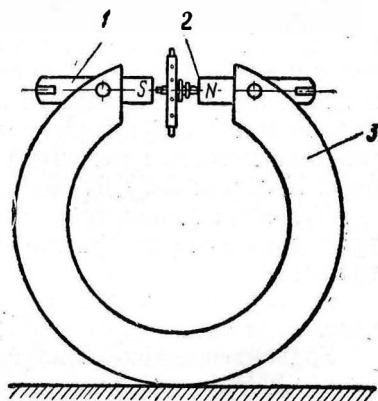


Рис. 198. Магнитный прибор для уравнивания баланса:

1 — стальные наконечники, 2 — камни, 3 — магнит

Неуравновешенный баланс вращается до тех пор, пока его утяжеленный участок не окажется в нижнем положении.

Чтобы уравновесить баланс, его необходимо облегчить на утяжеленном участке. Для этого засверливают головку винта на специальном приспособлении или снимают часть металла с головки винта, подпиливая его надфилем.



Затем, слегка постукивая по основанию прибора, проверяют уравнишенность: хорошо уравнишенный баланс должен находиться в положении безразличного равновесия.

**Уравнишивание баланса на приспособлении с постоянным магнитом.** Приспособление (рис. 198) состоит из постоянного подковообразного магнита 3, имеющего стальные наконечники 1 с закрепленными на них полированными камнями 2. Расстояние между камнями должно быть несколько больше, чем длина оси баланса.

Ось баланса, помещенная между камнями, только одним концом касается плоскости камня, удерживают ее в горизонтальном положении магнитные силовые линии.

Силу притяжения оси баланса к плоскости камня регулируют, меняя зазор между камнями, для этого меняют наконечник 1.

При вращении в магнитном поле баланс займет положение устойчивого равновесия в тот момент, когда его утяжеленная часть будет находиться внизу. Определив таким образом утяжеленный участок, баланс уравнишивают, высверливая часть головки винта.

Баланс удерживается магнитными силовыми линиями и имеет опору только с одной стороны оси. Трение при уравнишивании узла этим способом будет меньше, чем на балансовых весах, и операцию казалось бы можно выполнить более точно. Но это возможно в том случае, когда сферы пяточек оси баланса выполнены правильно, иначе ось может иметь перекося в магнитных силовых линиях, и уравнишивание будет выполнено менее точно.

**Уравнишивание баланса на приборе П-42.** Прибор (рис. 199) состоит из державки 2 с рубиновыми опорами, сверлильного приспособления 5 с индикатором, осветителя 1, стойки с прижимным винтом 3 и оптической системы с экраном 4.

Баланс устанавливают на рубиновые опоры державки 2, включают электромагнит, расположенный сзади державки, который заставляет опоры вибрировать с частотой 100 гц. Вибрация значительно снижает трение в опорах. Баланс уравнишивают следующим образом. Когда нажимают на кнопку 6, на обод баланса подается слабая струя воздуха, выводящая баланс из состояния покоя — утяжеленный участок баланса остановится вни-

зу. Наблюдая на экране за положением баланса, прижимным винтом 3 вводят нижний регулировочный винт в ловитель сверлильного приспособления 5.

Чтобы винт был более точно ориентирован относительно сверла, на обод баланса подают слабую струю воздуха, заставляющую баланс слегка повернуться.

Нажав на винт 3, баланс стопорят, затем подсверливают головку винта баланса на утяжеленном участке. Глубина сверления определяется по индикатору.

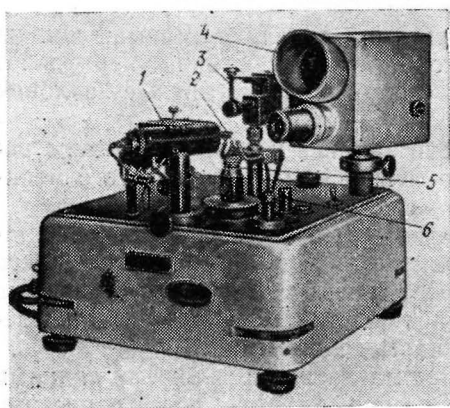


Рис. 199. Прибор для уравнивания баланса:

1 — осветитель, 2 — державка с рубиновыми опорами, 3 — прижимной винт, 4 — экран, 5 — сверлильное приспособление с индикатором, 6 — кнопка включения

После высверливания головки винта проверяют уравнишенность узла баланса. Для этого балансу сообщают слабый импульс, чтобы привести его во вращение. После прекращения импульса баланс должен остановиться без качания в любом положении. Проверку повторяют два-три раза.

Применение прибора П-42 позволяет производить уравнивание баланса, не снимая его с опор прибора.

#### Уравнивание безвинтового ба-

ланса. Безвинтовой баланс уравнивают на специальном приборе (рис. 200).

Баланс 8 помещают на камневые опоры приспособления 10 так, чтобы импульсный камень находился со стороны сверла. Включая подачу воздуха через сопло 7, баланс приводят во вращение.

Для того чтобы точнее определить утяжеленный участок баланса, нажимая на кнопку 1, специальным прижимом 5 останавливают баланс через каждую четверть оборота. Если баланс неуравновешен, то утяжеленная часть его обода расположится внизу и остановится перед свер-

лом 6. Придерживая баланс прижимом 5, обод подсверливают.

Нажимая на ручки 3 и 4, сверло 6 приводят во вращение и перемещают в осевом направлении. При этом обод баланса поддерживают специальным стопором 9, для включения которого служит кнопка 11. Глубину сверления определяют по степени неуравновешенности баланса.

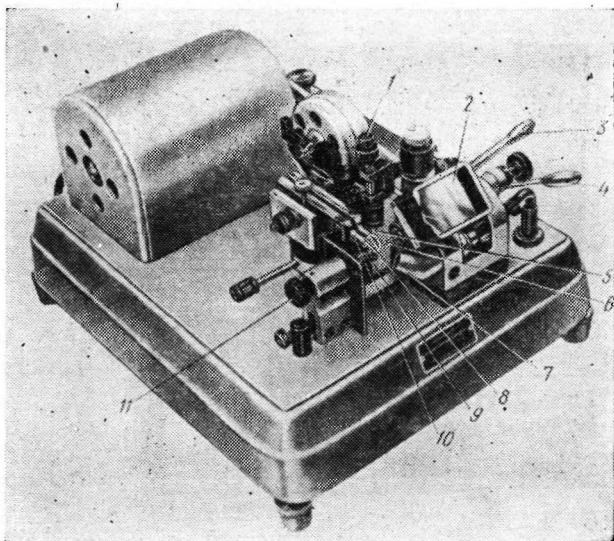


Рис. 200. Прибор для уравнивания безвинтового баланса:

1 — кнопка, 2 — лупа, 3, 4 — ручки, 5 — прижим, 6 — сверло, 7 — сопло, 8 — баланс, 9 — стопор, 10 — камневые опоры, 11 — кнопка включения

За этой операцией наблюдают при помощи специальной увеличительной лупы 2, которая поворачивается и устанавливается против баланса.

**Контроль уравниваемости узла баланса.** Качество выполнения операции уравнивания баланса проверяют на специальном электронном приборе, работа которого основана на принципе динамического измерения неуровненности.

Прибор имеет высокую чувствительность. На нем измеряют абсолютную величину неуровненности.

Прибор состоит из двух блоков — измерительного и электронного (рис. 201).

В центре измерительного блока подвешен датчик, изолированный от каких-либо вибраций. В коническое отверстие оси датчика вставлена специальная вилка 1, на которую опирается ось баланса. В зависимости от размера оси баланса вилку можно менять.

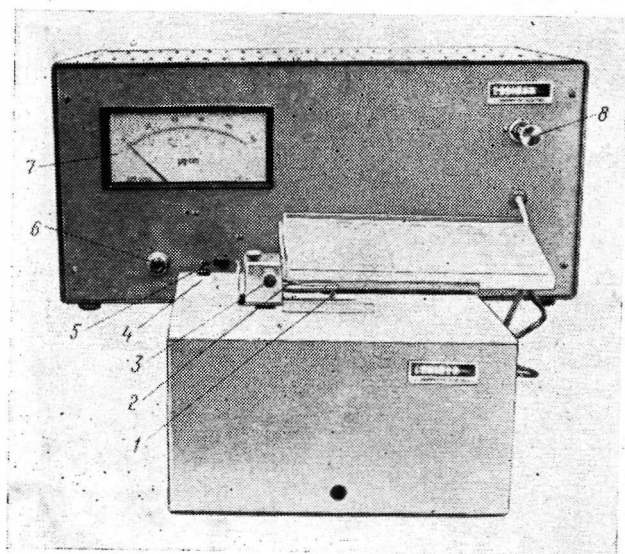


Рис. 201. Прибор для контроля уравновешенности баланса:

1 — вилка, 2 — трубка для подачи воздуха, 3 — рычаг для регулировки подачи воздуха, 4 — кнопка включения, 5 — переключатель пределов измерения, 6 — индикаторная лампочка, 7 — шкала прибора, 8 — рычаг

Против вилки установлена трубка 2, через которую подается сжатый воздух. Положение трубки относительно баланса можно регулировать рычагом 3 для регулировки подачи воздуха. На измерительном блоке расположена и кнопка 4 включения прибора.

Электронный блок состоит из электронной схемы, воздушного насоса и измерительного прибора с градуированной шкалой. На панели электронного блока находятся рычаг 8, управляющий интенсивностью струи воздуха, переключатель 5 пределов измерения, измеритель-

ный прибор со шкалой 7, индикаторная лампа 6 для контроля цикла и общий выключатель прибора с контрольной лампочкой.

Соединив оба блока между собой, прибор включают в сеть, при этом зажигается зеленая контрольная лампочка.

Специальным пинцетом вилку с камневыми подшипниками устанавливают на ось датчика так, чтобы ее стенки были параллельны оси трубки подачи воздуха. Ось баланса устанавливают на подшипники и, поворачивая головку горизонтального перемещения, регулируют положение трубки подачи воздуха до тех пор, пока ось трубки не установится в плоскости обода баланса. Затем головкой вертикального перемещения регулируют наклон трубки до тех пор, пока она не займет положение касательной к ободу баланса, причем точка касания должна находиться в нижней левой части обода.

Подачу воздуха регулируют с неуравновешенным балансом. Для этого, поворачивая кольцо, освобождают переводной рычаг и устанавливают его в среднее положение. Включив кнопку управления блоком измеряют время перемещения стрелки прибора вправо до ее остановки. Оно должно быть равно 5 с. Если оно менее 5 с, подачу воздуха увеличивают; если более 5 с, то подачу воздуха уменьшают. Затем положение рычага фиксируют, повернув кольцо вновь.

После регулировки подачи воздуха проверяют детали, баланс устанавливают на опоры вилки, нажимают кнопку управления, при этом зажигается сигнальная лампочка. Через 5 с величина неуравновешенности баланса указывается на шкале прибора, еще через 3 с лампочка гаснет и баланс снимают с вилки.

Прибор имеет две шкалы — красную и черную, соответствующие разным степеням чувствительности. Красная шкала соответствует наибольшей чувствительности прибора.

При отсчете по красной шкале переключатель должен находиться у красной метки, при отсчете по черной шкале — у черной.

По красной шкале проверяют обычно уравновешенные балансы, а по черной — перед началом уравновешивания.

Подшипники вилки должны быть всегда чистыми.

## Уравновешивание безвинтового баланса и его контроль на полуавтоматическом приборе

Прибор (рис. 202) состоит из блока питания и управления, осциллографа, блоков определения величины и места неуравновешенности.

Перед началом работы прибор включают, нажав на кнопку главного включателя 1, расположенную справа на тумбе прибора, при этом кнопка должна засветиться и одновременно автоматически включается компрессор. После того, как компрессор создаст в воздушной сети давление 3—5 атм и выключится — прибор готов к работе. Три тумблера 3 ставят в крайнее верхнее положение и нажимают кнопку 2 для подачи воздуха, раскрывающего баланс.

Измеряемый баланс ставят на вилку измерительной позиции 7. Автоматическая заслонка 9 измерительной позиции закрывает зону измерения сразу после установки баланса. Происходит автоматическое измерение места и величины неуравновешенности баланса. По окончании процесса измерения заслонка открывает измерительную вилку. Баланс следует снять с измерительной позиции и установить на оправку фрезерного стола 10 двойным роликом вверх, при этом баланс должен плотно прилегать к опорной плоскости оправки.

Нажатием на клавишу 6 включения фрезерного устройства производится уравновешивание баланса за счет выфрезеровывания определенного количества металла в нужном месте.

Если при установке баланса на измерительную позицию последний не устанавливается или устанавливается с перекосом, его необходимо снять с прибора, так как он имеет дефект оси баланса.

Если неуравновешенность баланса слишком велика, на рабочем столе загорается красная контрольная лампа 8 и подается звуковой сигнал.

**Уравновешивание баланса и его контроль на приборе П-72М.** Электронно-механический прибор П-72М (рис. 203) служит для уравновешивания безвинтовых и винтовых балансов и контроля качества уравновешивания. Прибор состоит из механического блока, включающего в себя датчик, сверлильную головку, вибратор, и электронного блока. Включателем 13 включают прибор, при этом загорается сигнальная лампочка 16. Узел ба-

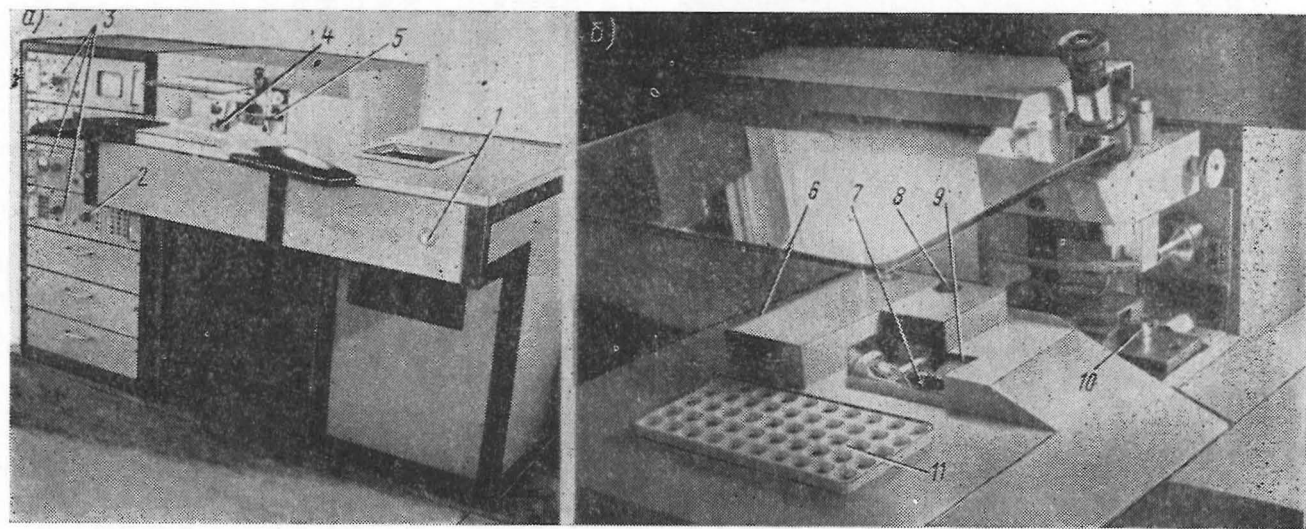


Рис. 202. Полуавтоматический прибор для уравнивания безвинтового баланса

а — общий вид, б — рабочая часть прибора: 1 — кнопка включения, 2 — кнопка подачи воздуха, 3 — тумблеры, 4 — измерительная позиция, 5 — фрезерное устройство, 6 — клавиша, 7 — вилка измерительной позиции, 8 — контрольная лампочка, 9 — заслонка, 10 — оправка фрезерного стола, 11 — тара

ланса устанавливают на камневые опоры 5. Затем нажимают кнопку 6, при этом загорается сигнальная лампочка 15, происходит контроль качества уравниваемости узла. Величина неуравновешенности указывается на шкале 4. Для часов нормального калибра 1-го класса отклонение должно быть не более 5 делений и для часов

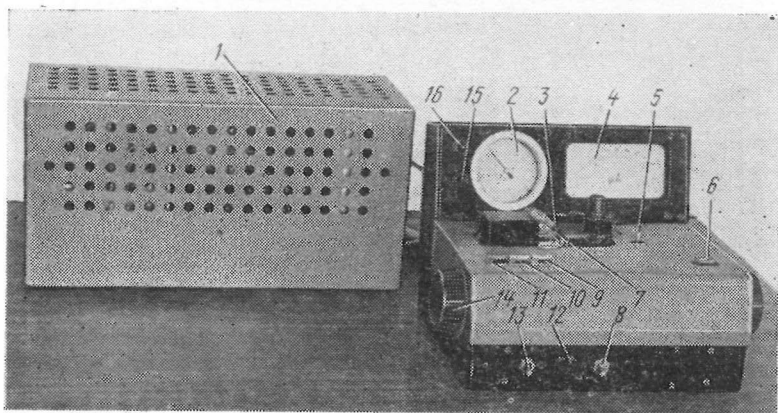


Рис. 203. Прибор для одновременного уравнивания баланса и контроля качества уравнивания:

1 — электронный блок, 2 — шкала для определения глубины сверления, 3 — пинцет-держатель, 4 — шкала для определения величины неуравновешенности, 5 — камневые опоры контрольного прибора, 6 — кнопка включения, 7 — камневые опоры сверлильного приспособления, 8 — кнопка включения, 9, 10 — кнопки подачи воздуха, 11 — кнопка включения вибратора, 12 — включатель, 13 — включатель прибора, 14 — ручка, 15, 16 — сигнальные лампочки

повышенной точности — не более 3 делений. Если величина отклонения превышает указанные величины, узел баланса уравнивают. Для этого пинцетом-держателем 3 его переносят с камневых опор 5 на опоры сверлильного приспособления 7. Кнопкой 11 включают вибратор так, чтобы цапфы оси баланса заняли правильное положение на камневых опорах. Нажатием кнопки 9 и 10 поочередно через соответствующие сопла подается воздух для вращения баланса в двух направлениях. По окончании подачи воздуха баланс перестает вращаться и его утяжеленный участок остановится в нижнем положении. Поворачивая ручку 14, подводят утяжеленную часть баланса к сверлу. Глубину сверления определяют по шкале 2. После подсверливания узла вновь проверяют



качество уравнивания баланса, для чего пинцетом-держателем 3 его вновь помещают на камневые опоры 5. Переключение прибора с рабочей позиции на контрольную производят выключателем 12.

### § 95. ОБРАБОТКА УЗЛА БАЛАНС — СПИРАЛЬ

**Заштифтовка спирали в колодку.** Для заштифтовки спирали в колодку пользуются следующими инструментами и приспособлениями: лупой (3,5<sup>x</sup>), пинцетом, кусачками, плоскогубцами для заштифтовки спирали, оправкой для колодки спирали.

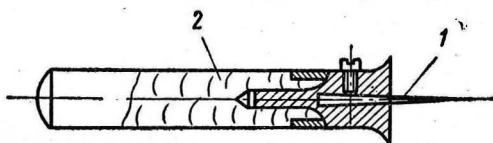


Рис. 204. Конусный штифт для колодки спирали:

1 — конусный штифт, 2 — оправка

Спираль заштифтовывают в колодку следующим образом. Колодку спирали надевают на конусный штифт 1 оправки 2 (рис. 204). Внутренний конец спирали вставляют в боковое отверстие колодки, после чего в это же отверстие вставляется конический штифт.

При заштифтовке спирали нужно следить, чтобы она располагалась без перекосов относительно колодки (рис. 205).

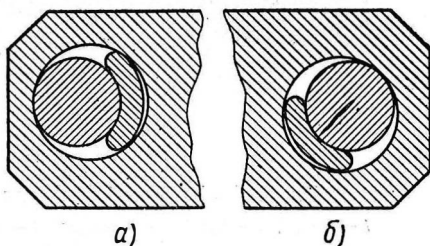


Рис. 205. Расположение спирали при заштифтовке:

а — правильное, б — неправильное

Затем специальными кусачками откусывают конец штифта, оставив запас длины для запрессовки. Плоскогубцами штифт запрессовывают в колодку спирали и откусывают кусачками выступающие концы штифта и спирали.

После заштифтовки спирали колодку снимают с оправки и кладут узел в тару.

**Зачеканка спирали в колодку.** Зачеканка спирали в колодку производится на специальном приспособлении (рис. 206). Колодка надевается на штифт 5, затем сверху укладывается спираль так, чтобы ее внутренний виток находился в специальном пазу колодки (рис. 207), затем,

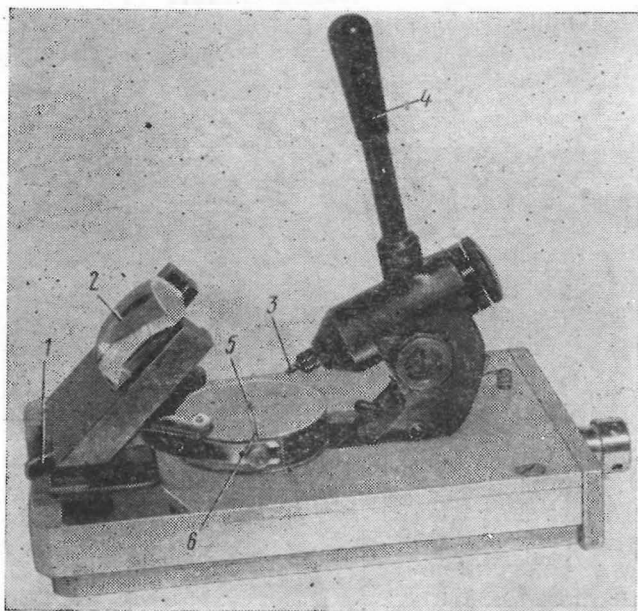


Рис. 206. Приспособление для зачеканки спирали:

1 — рычаг, 2 — лупа, 3 — пуансон, 4 — ручка, 5 — штифт, 6 — рычаг

нажимая на рычаг 1 специальным рычагом 6, ориентируют паз колодки относительно пуансона 3, наблюдая при этом через лупу 2. Нажимая ручку 4, опускают пуансон 3 и производят зачеканку спирали. После зачеканки спираль снимают с приспособления и укладывают в тару.

**Правка внутреннего витка спирали.** Правка внутреннего витка спирали производится на специальном приспособлении (рис. 208). Спираль устанавливают на

штифт 3, нажимом головки 1 пуансона 2 надевают колодку на штифт, после чего производится правка спирали по центру и по плоскости. Спираль при этом вращают поворотом диска 5. Для удобства правки столик 4 может

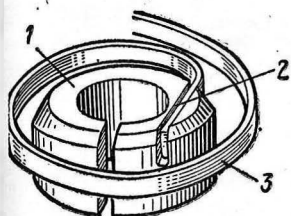


Рис. 207. Расположение спирали при зачеканке:

1 — колодка, 2 — прорезь в колодке для установки спирали, 3 — спираль

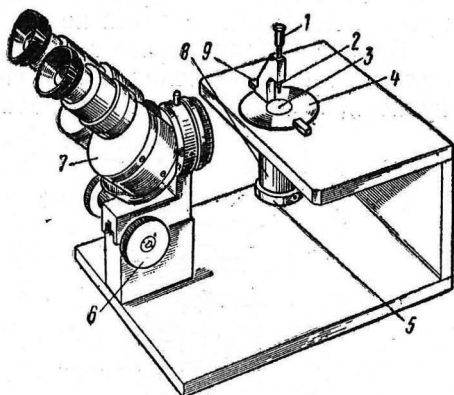
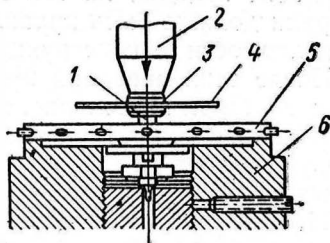


Рис. 208. Приспособление для правки спирали:

1 — головка, 2 — пуансон, 3 — штифт, 4 — столик, 5 — диск, 6 — ручка настройки микроскопа, 7 — микроскоп, 8 — трубка, 9 — точка поворота столика

Рис. 209. Потанс для насадки колодки на ось баланса с ориентировкой на обод баланса:

1 — ось баланса, 2 — пуансон, 3 — колодка, 4 — спираль, 5 — баланс, 6 — матрица



поворачиваться относительно точки 9 при помощи трубки 8. Наблюдая через микроскоп 7, производят правку внутреннего витка пинцетом. После окончания правки спираль снимают со штифта — диск 5 опускают вниз, с ним вместе опускается штифт и спираль остается на столике 4.

**Насадка колодки со спиралью на ось баланса.** Для насадки колодки со спиралью на ось баланса применяют следующие инструменты и приспособления: лупу

(2,3<sup>x</sup>—3,5<sup>x</sup>), пинцет, потанс для насадки колодки со спиралью на ось баланса.

Существует несколько конструкций потансов для насадки колодки на ось баланса. Основное их различие состоит в расположении установочных баз. Наиболее распространен потанс с базой на ободке баланса (рис. 209).

Баланс 5 устанавливают на матрицу 6, затем на ось 1 баланса надевают колодку 3 со спиралью 4 и, нажав на пуансон 2, колодку спирали насаживают на ось. При

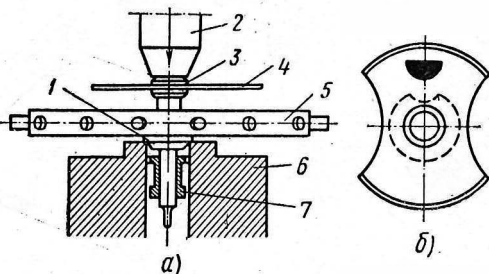


Рис. 210. Насадка колодки на ось баланса без упора:

а — потанс, б — двойной ролик; 1 — ось баланса (утолщенная часть), 2 — пуансон, 3 — колодка, 4 — спираль, 5 — баланс, 6 — матрица, 7 — двойной ролик

установке колодки на ось баланса направление витков спирали должно быть правильным (левым или правым) в зависимости от конструкции часов.

После этих операций нужно проверить, не появился ли заусенец на колодке, не испорчен ли узел баланса и правильно ли ориентированы витки спирали.

Существуют и другие способы насадки колодки на ось.

Наиболее простым является способ насадки на потансе с упором в двойной ролик. Недостатком этого метода запрессовки является то, что от усилия запрессовки двойной ролик может деформироваться или изменить свое положение на оси баланса и нарушить тем самым установленное при отладке хода взаимодействие с анкерной вилкой.

Существует потанс (рис. 210), в конструкции которого предусмотрено восприятие усилия запрессовки утолщенной частью 1 оси баланса 5 за двойным роликом 7. Недостатком этого метода является, во-первых, сложность изготовления потанса и его быстрый износ, во-вто-

рых, возможность повреждения цапф оси баланса из-за недостаточной устойчивости его. Кроме того, этот потанс требует специальной конструкции двойного ролика с двумя дополнительными вырубками на его импульсной части.

Сборка узла баланс — спираль может производиться на специальном приспособлении (рис. 211). Нажимом на рычаг 6 поднимают ось 1 в верхнее положение и устанавливают на нее спираль с колодкой, при этом витки спирали должны располагаться по часовой стрелке. Нажимая на рычаг 7, поднимают столик для установки баланса в верхнее положение до совмещения плоскости стола приспособления с его дном. Поворотом резинового диска 4 устанавливают внешний виток спирали на красную риску, нанесенную на дне столика для установки баланса,

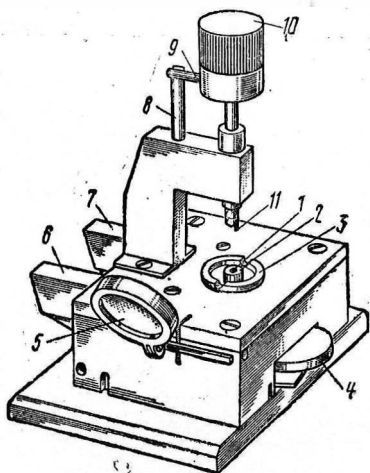


Рис. 211. Приспособление для сборки узла баланс — спираль:

1 — отверстие под ось, 2 — стол приспособления, 3 — столик для установки баланса, 4 — резиновый диск, 5 — лупа, 6, 7 — рычаги, 8 — стойка-упор, 9 — рычаг, 10 — головка, 11 — пуансон

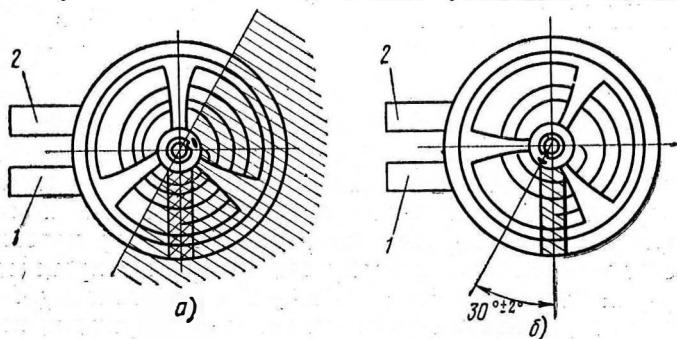


Рис. 212. Расположение импульсного камня при сборке узла:

а — установка импульсного камня, б — расположение импульсного камня и внешнего витка спирали

наблюдая за правильностью установки через лупу 5. Устанавливают баланс в паз столика 3 так, чтобы импульсный камень находился в заштрихованной зоне (рис. 212, а). Поворачивая головку 10 снимают рычаг 9 со стойки-упора 8 и опускают головку 10 вниз до соприкосновения пуансона 11 с роликом баланса. По-

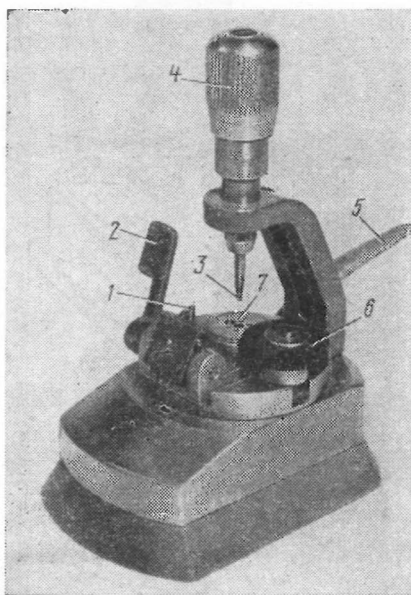


Рис. 213. Приспособление для установки колодки спирали относительно импульсного камня:

1 — керн, 2 — рычаг, 3 — пуансон, 4 — головка, 5 — шланг для подвода воздуха, 6 — диск, 7 — матрица

поворачивая головку 10 до упора рычага 9 в стойку-упор 8, пуансон 11 повернет баланс таким образом, чтобы угол между импульсным камнем и внешним витком спирали был  $30^\circ \pm 2^\circ$  С (рис. 212, б). Введя ось баланса в колодку спирали, отпускают одновременно рычаги 6 и 7 и нажимают на головку 10 производят напрессовку колодки на ось баланса. Подняв головку 10 с пуансоном 11 вверх, устанавливают ее на площадку в стойке 8. Готовый узел снимают с приспособления.

Установка колодки спирали относительно импульсного камня производится на специальном приспособлении (рис. 213). Узел баланс — спираль укладывают на матрицу 7, в одном из отверстий которой фиксируется импульсный камень. Вращением диска 6 узел поворачивают на определенный угол по отношению к керну 1 и рычагом 2 производят кернение на ободе баланса. Нажимая на головку 4 пуансона 3, подводят пуансон к колодке спирали и, поворачивая пуансон, устанавливают колодку спирали около точки кернения, одновременно через шланг 5 подводят воздух для свободного поворота спирали.

## Определение длины спирали по периоду колебаний баланса, или «вибрация спирали»

Определение длины спирали на приборе П-12. Для определения длины спирали по периоду колебания баланса, или «вибрации спирали», применяют следующие инструменты и приспособления: прибор П-12 со специальным приспособлением, приспособление для отрезки

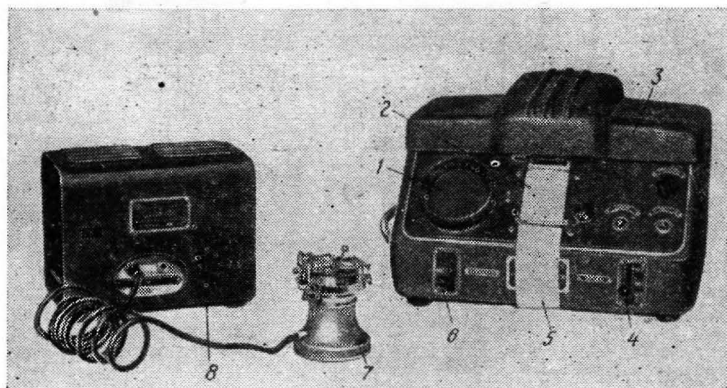


Рис. 214. Прибор П-12 с вибрационной головкой:

1 — стробоскоп, 2 — шкала прибора, 3 — корпус, 4 — ручка переключателя, 5 — бумажная лента, 6 — ручка включения, 7 — вибрационная головка, 8 — усилитель

спирали, пинцет, лупы ( $5\times$  и  $3,5\times$ ), пинцет-кусачки, подставку с циферблатом, приспособление для снятия спирали, оправку, стальную иглу для расштифтовки спирали, плоскогубцы, боковые кусачки, потанс для насадки колодки со спиралью на ось баланса, подставку для заштифтовки спирали. На этой операции устанавливают предварительно период колебания баланса путем изменения действующей длины спирали на приборе П-12 со специальным приспособлением (рис. 214).

Приспособление (рис. 215) имеет микрофон и часовой механизм, в который вставляют узлы балансов для вибрации.

Период колебания баланса устанавливают различными способами.

Перед установкой узла баланс — спираль специальным ключом заводят пружину приспособления и устанавливают узел баланс — спираль. Для этого, нажав на рычаг 7 сверху вниз, между губками 6 устанавливают колонку спирали в соответствующее положение.

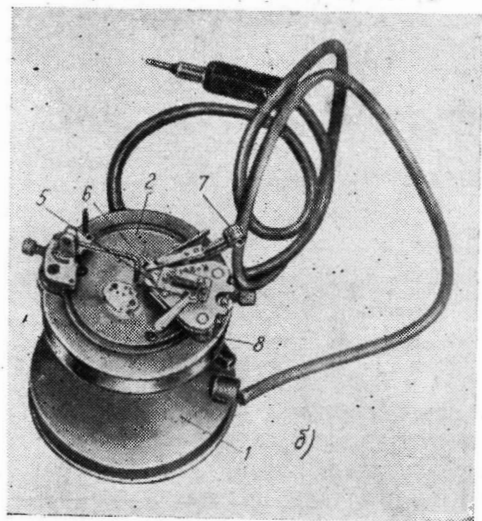
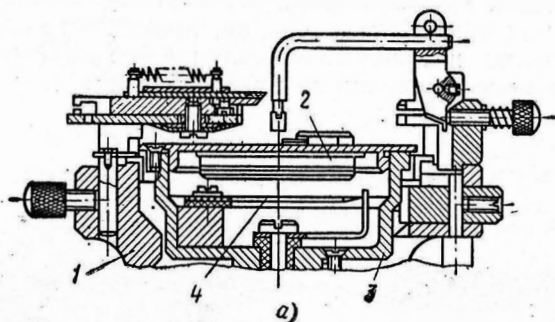


Рис. 215. Приспособление для вибрации к прибору П-12:

*а* — разрез, *б* — общий вид;  
 1 — корпус, 2 — эталонный  
 часовой механизм, 3 — вращающийся стакан, 4 — пьезоэлемент, 5, 6 — губки, 7, 8 — рычаги

Отпустив рычаг 7, колонку зажимают, рычагом 8 отводят губки 5 и в зазор между губками вводят свободный конец спирали, пропустив его через отверстие в колонке спирали. Спираль передвигают либо пинцетом, либо роликом. Поворачивая рычаг 8, спираль зажимают между губками. Нижнюю цапфу оси баланса вставляют в балансный камень головки прибора и осторожно опускают балансный мост так, чтобы верхняя цапфа оси



баланса вошла в отверстие камня в мосту. Баланс устанавливают так, чтобы импульсный камень проходил через прямую, соединяющую центр оси баланса с центром оси анкерной вилки, т. е. устанавливают «выкачку». Для этого диск головки прибора поворачивают винтом для получения одинарной световой щели на стробоскопе 1 (см. рис. 214). При отсутствии «выкачки» вспышки на стробоскопе появляются в разных местах и судить о периоде колебания баланса нельзя. Амплитуда колебания баланса при выполнении операции должна быть не менее  $200^\circ$ .

Удары в ходе часов воспринимаются пьезоэлементом микрофона и передаются в виде электрических импульсов через усилитель на неоновую лампу стробоскопа, диск которого делает один оборот за 0,2 с. Если период колебания испытуемого баланса равен 0,4 с, то через каждые 0,2 с наступает одно освобождение анкерного колеса и, следовательно, передается один импульс электрического тока, зажигающий неоновую лампу.

Вспышка лампы будет видна через щель в диске в одном и том же месте шкалы стробоскопа.

Если период колебания обрабатываемого баланса больше 0,4 с вспышка неоновой лампы наступит не через оборот диска, а несколько позднее, создастся впечатление, что полоска света двигается за диском. В этом случае, изменяя длину спирали, нужно установить такой период колебания баланса, при котором световая щель диска стробоскопа будет оставаться как бы неподвижной. После этого прибор переключают ручкой 4 со стробоскопа в положение «запись на ленту». Запись на ленте дает более точное определение периода колебания баланса.

По шкале 2 (см. рис. 214) определяют мгновенный суточный ход механизма приспособления прибора с обрабатываемым балансом. По результатам записи на ленте 5 прибора окончательно корректируют длину спирали. В этом случае, так же как и раньше, после каждого изменения длины спирали нужно корректировать «выкачку». На ленте прибора «выкачка» определяется шириной расстояния между двумя линиями записи. При правильной хорошей «выкачке» запись на ленте будет в одну линию. Незначительное изменение «выкачки» дает раздвоение линии записи. Допускается раздвоение линии записи на ширину не более 2 мм.

Величина периода колебания баланса должна быть такой, чтобы мгновенный ход не превышал 15 с.

После окончательной установки периода колебания спираль заштифтовывают в колонке, опять проверяют период колебания баланса и лишнюю часть спирали и штифта отрезают.

Приподняв гадающую губку, зажимающую спираль рычагом 7 (см. рис. 215), разжимают цангу, в которую вставлена колонка, и освобождают ее пинцетом. Затем поднимают балансый мост и снимают баланс с головки прибора.

**Определение длины спирали на полуавтоматическом приборе П-60.** На часовых заводах для определения длины спирали по заданному периоду колебания баланса применяют полуавтоматический прибор П-60 (рис. 216).

Перед началом выполнения операции прибор включают, повернув выключатель 5, расположенный на правой передней стенке под окном частотомера 4 и вторым выключателем 3, размещенным над частотомером, включают освещение рабочего места. Затем после прогрева прибора (в течение 30—40 с) проверяют величину амплитуды частотомера, которая должна быть равна приблизительно размеру окна. Ток включенных поочередно головок должен находиться в пределах 0,45—0,5 мА. Головка переключателя 1, расположенного под миллиамперметром 2, должна находиться в горизонтальном положении у знака минус, если спираль левая, и у знака плюс, если спираль правая. Нониусы регулировочных винтов 17 на отсчетных столиках не должны быть сдвинуты.

Убедившись в правильности наладки прибора, передвигают щиток 6 в правое крайнее положение. Берут из тары узел баланса 14 и устанавливают его на левую головку, заведя конец спирали 15 между размерным штифтом 16, а затем между зажимным валиком 11 и подающим валиком 10 и прижимают ее зажимным валиком. При этом следят за тем, чтобы последний виток спирали не касался отрезного ножа 12 и не заходил на выступ штифта. Установку баланса проверяют по высоте. Предварительная высота столика должна быть такой, чтобы баланс, опираясь на плоскость датчика, имел небольшой наклон. Сопло подачи воздуха 8 для раскочки баланса должно быть установлено по высоте, по центру и плоско-сти касательно к ободу баланса.

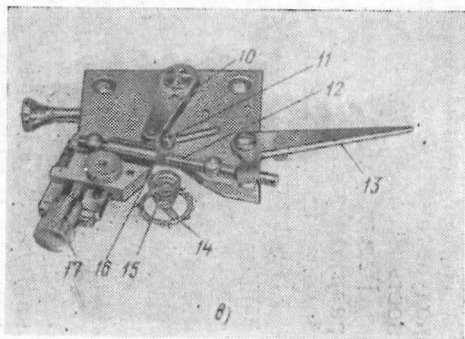
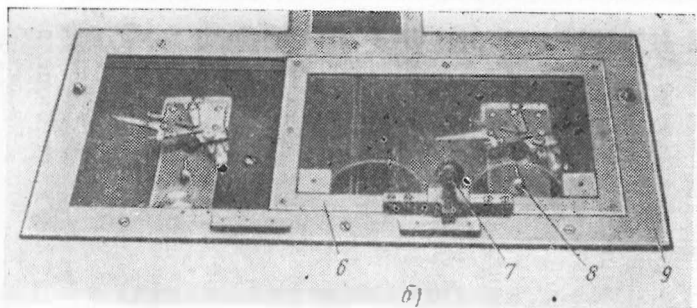
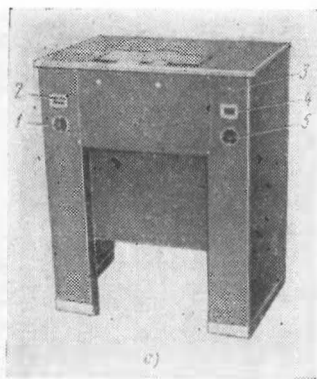


Рис. 216. Полуавтоматический прибор для определения длины спирали по периоду колебания баланса:

*а* — общий вид, *б* — рабочий стол, *в* — установка баланса в рабочую головку; 1 — головка переключателя, 2 — миллиамперметр, 3 — включатель освещения, 4 — окно частотомера, 5 — выключатель прибора, 6 — щиток, 7 — кнопка, 8 — сопло подачи воздуха, 9 — рамка, 10 — подающий валик, 11 — зажимной валик, 12 — отрезной нож, 13 — отрезной рычаг, 14 — баланс, 15 — спираль, 16 — размерный штифт, 17 — конусы регулировочных винтов

После установки баланса щиток 6 передвигают влево до упора на рамке 9 и дают балансу раскататься до амплитуды 220—250°. Затем, отжав кнопку 7, передвигают щиток в крайнее левое положение. При этом поступающий сжатый воздух заставляет колебаться баланс с амплитудой 220—250°. Баланс при колебаниях должен отрываться от площадки датчика и не должен наклоняться. В случае несоблюдения этих требований регулируют высоту столика.

Затем из тары берут очередной узел баланса и устанавливают его на правую головку. Установку баланса и пуск правой головки производят аналогично описанной выше установке баланса на левую головку.

После пуска в ход правой головки проверяют положение диска-указателя на левой головке. По окончании автоматического определения длины спирали диск-указатель должен оставаться в неподвижном положении. Допускается качание диска-указателя в пределах одного деления.

Нажав на отрезной рычаг 13, отрезают излишек спирали 15, снимают с левой головки баланс со спиралью и устанавливают в головку новый узел.

Пусть в ход левую головку, снимают баланс с отрегулированной спиралью с правой головки, причем операции на правой головке производят те же, что и на левой. Выполнение операций осуществляют поочередно — на левой и на правой головках.

Период колебания баланса после обработки его на полуавтоматическом приборе должен обеспечить точность мгновенного суточного хода в пределах  $\pm 15$  с.

Рассмотренные ранее методы подбора баланса и спирали основаны на том, что изменение периода колебаний баланса производится за счет изменения длины спирали.

Неудобством такого метода подбора системы баланс — спираль является получение после операции «вибрация» спиралей различного диаметра и длины, с различными углами между точками крепления внутреннего и внешнего витков.

Так как положение внешнего витка спирали определяется штифтами градусника и колонкой, то различные диаметры спирали должны компенсироваться индивидуальным изгибом внешнего витка спирали. Для получения наименьшей изохронной погрешности необходимо, чтобы внешний и внутренний диаметры спирали, число витков

и углы между точками крепления были определены с высокой точностью.

Для этого существует несколько способов обработки узла баланс — спираль.

1. Двойное установление периода колебания — двойная вибрация. Чтобы совместить центры тяжести узла баланса и плоской спирали, необходимо обеспечивать определенное расположение точек крепления (колонки и колодки). После установления периода колебания определяется угол между точками крепления. Затем, в зависимости от результата, производится отрезка спирали в центре с тем, чтобы после окончательного крепления в колодке и нового определения периода колебаний точка крепления находилась в правильном положении. При двойной вибрации спирали первую часть операции — предварительное определение периода колебания баланса выполняют так же, как и в случае простой вибрации.

После предварительной вибрации отрезают лишний конец спирали, оставив один запасной виток.

Затем узел баланса со спиралью устанавливают на подставку (рис. 217), вставив ось баланса в центральное отверстие. Спираль на подставке располагают так, чтобы ее внешний конец находился у цифры 12, и проверяют, против какой цифры расположилась точка крепления спирали в колодке.

По табл. 5 определяют, на какой длине надо отрезать внутренний виток спирали.

Сняв колодку спирали с оси баланса, устанавливают ее на конусный штифт оправки так, чтобы разрез был повернут в левую сторону и расштифтовывают старый штифт. В боковое отверстие колодки вводят внутренний конец спирали так, чтобы он не выступал из колодки, и закрепляют его штифтом. Выступающие концы штифта отрезают заподлицо с колодкой. Колодку со спиралью снимают с оправки и насаживают ее на ось баланса. При расштифтовке колодку спирали заменяют на новую. Баланс со спиралью вновь устанавливают на приспособлении прибора П-12, вставляют наружный конец спирали в отверстие колонки и закрепляют его в зажимах приспособления.

Сообщив колебательное движение балансу, устанавливают «выкачку» по стробоскопу, поворачивая винтом диск приспособления до получения одинарной световой

**Место отрезки внутреннего витка спирали  
после предварительной вибрации**

Выход внутреннего витка спирали между цифрами на циферблате приспособления	Место отрезки внутреннего витка спирали
2	Не отрезать
2—3 (середина)	То же
3—4 (ближе к 4) и 4	У штифта
4—5 ( » » 5) и 5	4
5—6 ( » » 6) и 6	3—4 (ближе к 3)
6—7 (середина) и 7	2—3 ( » » 3)
7—8 ( » )	2—3 (середина)
8	2—3 (ближе к 2)
8—9 (середина)	2
9	1—2 ( » » 2)
9—10 ( » )	1—2 (середина)
10	1—2 (ближе к 1)
10—11 ( » )	1
11	1
11—12 ( » )	12—1 (середина)
12	12—1 ( » )
12—1 ( » )	1—12 (ближе к 12, 2-й виток)
1	12 (2-й виток)
1—2 ( » )	Не отрезать

щели на стробоскопе. Переключив прибор в положение «запись на ленте», определяют период колебания баланса, изменяя длину спирали. Спираль закрепляют в колонке штифтом и отрезают излишек ее длины, после че-

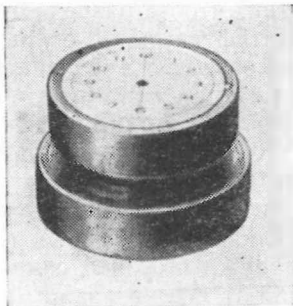


Рис. 217. Подставка для двойной вибрации

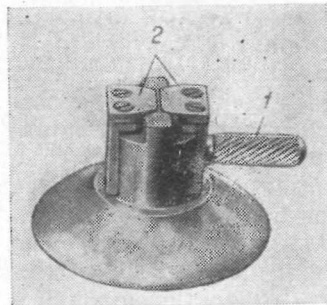


Рис. 218. Приспособление для заштифтовки спирали:  
1 — ручка, 2 — рабочие губки

го вновь проверяют период колебаний по записи прибора.

Сняв узел баланс — спираль с приспособления прибора П-12, его устанавливают на специальное приспособление (рис. 218), на котором производится отрезка выступающих концов штифта. С наружной стороны у выхода спирали из колонки штифт может выступать на 0,4 мм, а с внутренней стороны у входа спирали в колонку не более чем на 0,2 мм. Взаимное расположение точек крепления спирали в колонке и колодке проверяют на подставке с циферблатом. Если колонка расположена против цифры 12, то выход спирали из колодки должен лежать против цифры 2 или 3 с допуском  $\pm 30^\circ$ . Узлы баланс — спираль, не отвечающие этим требованиям, возвращают на предварительную «вибрацию», во время которой заменяют спирали.

2. Групповой метод. Групповой метод обработки спирали основывается на грубой сортировке балансов по весу. Для каждой группы существуют спирали с определенным диаметром в центре. Заранее производится выкус в центре определенного количества спиралей. После крепления в колодке производится определение периода колебаний узла баланс — спираль, точки их крепления ориентируют приблизительно.

После изготовления спирали рассортировываются на группы по величине момента упругости. На сопроводительном паспорте указывается номер группы и величина момента. Момент каждой группы должен быть постоянным и не иметь разброса по величине больше допустимого для данной группы и указанного в технологическом процессе.

Из одной группы берут три спирали. Устанавливают первую спираль на подставку с циферблатом (рис. 219) так, чтобы конец внутреннего витка находился на прямой, проходящей через цифры 12 и 6 (см. рис. 219). Выкусывают внутренний виток спирали в первой точке, указанной в табл. 1 для данной группы спиралей. Затем в той же точке выкусывают внутренний виток двух других спиралей, взятых из этой группы.

Спираль зачеканивают и заштифтовывают в колодку. Подготовленные узлы одевают на оси балансов с недосадкой, производят правку спирали и окончательно устанавливают период колебания узла на приборе (см. рис. 214).

После окончательного подбора длины спирали узлы баланс — спираль устанавливают на приспособление с циферблатом (рис. 219) и проверяют взаимное расположение точек крепления спирали в колодке и колонке.

При совмещении наружного конца спирали (колонки) с лучом, проходящим через цифру 12, выход внутреннего витка спирали должен находиться в секторе, ограниченном лучами, проходящими через цифры 11—3 (рис. 220).

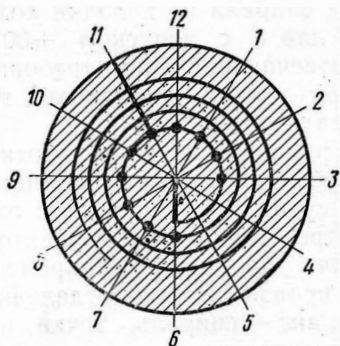


Рис. 219. Расположение спирали на подставке с циферблатом

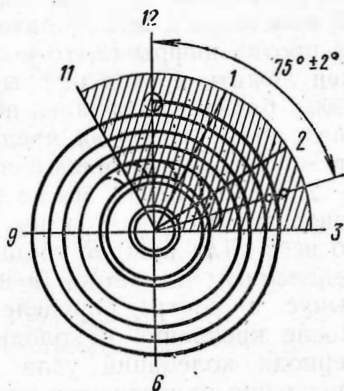


Рис. 220. Расположение точек крепления спирали

Если, хотя бы одна из трех спиралей не отвечает этому требованию, то нужно взять еще три спирали из этой же партии и произвести выкус внутреннего витка в следующей по таблице точке, и затем вновь произвести всю обработку узла, как было указано выше.

Если все узлы укладываются в указанном секторе, то производят выкус внутреннего витка спирали у всей партии в подобранной по табл. 1 точке.

Существенным недостатком этих двух методов является разброс внутреннего диаметра спирали, что ведет к рассеиванию характеристик изохронности.

3. Селекционный метод. При селекционном методе предварительно выкусывают внутренний виток спирали с таким расчетом, чтобы диаметр в центре стал настолько мал, насколько позволяет технология изго-



товления спиралей. Отрезка внешнего витка производится так, чтобы конец спирали составил с точкой выхода ее из колодки определенный угол. Преимуществом этого метода перед ранее рассмотренными является возможность получения однородной партии спиралей по внутреннему и внешнему диаметру. Получение определенного угла между точками крепления внешнего и внутреннего витков спирали позволяет уменьшить погрешность изохронности в часах.

При серийном производстве детали изготавливаются в пределах допусков, заданных в чертеже. Если предположить, что распределение размеров в пределах допуска случайно, то распределение балансов по моменту инерции и спиралей по моменту упругости происходит по определенным законам (закону нормального распределения Гаусса), т. е. кривые распределения балансов и спиралей будут идентичны и верхняя точка кривой укажет на среднюю величину момента для данной партии.

Если обе средние величины, введенные в формулу периода  $T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{M}}$ , дают необходимый период, а кривые Гаусса имеют в одном масштабе одинаковую ширину рассеивания, можно предположить, что каждый баланс данной партии имеет соответствующую спираль, которая в паре с ним даст точный период колебаний. Таким образом, измеряя отдельно моменты балансов и спиралей, можно подобрать соответствующие пары.

Партии балансов и спиралей делятся на классы, каждый из которых соответствует определенным моментам. Обычно класс с наименьшим моментом имеет наименьший номер и наоборот — с наибольшим моментом имеет наибольший номер.

Соединяя попарно балансы и спирали одного и того же класса, автоматически получаем колебательную систему с нужным периодом колебаний. Точность получаемого периода зависит от ширины границ класса.

Для сортировки балансов по моменту инерции и спиралей по моменту упругости существуют специальные приборы. На рис. 221 представлен прибор, предназначенный для рассортировки балансов и спиралей.

Перед началом выполнения операции прибор включают, нажав на кнопку главного выключателя 1, расположенную слева на тумбе прибора, при этом кнопка долж-

на засветиться. Нажатием кнопки 3 включают лампу освещения прибора 4. Рычагом 2 поднимают защитное стекло 5 и включают электронный блок включателем 9, при этом должна загореться сигнальная лампочка 10.

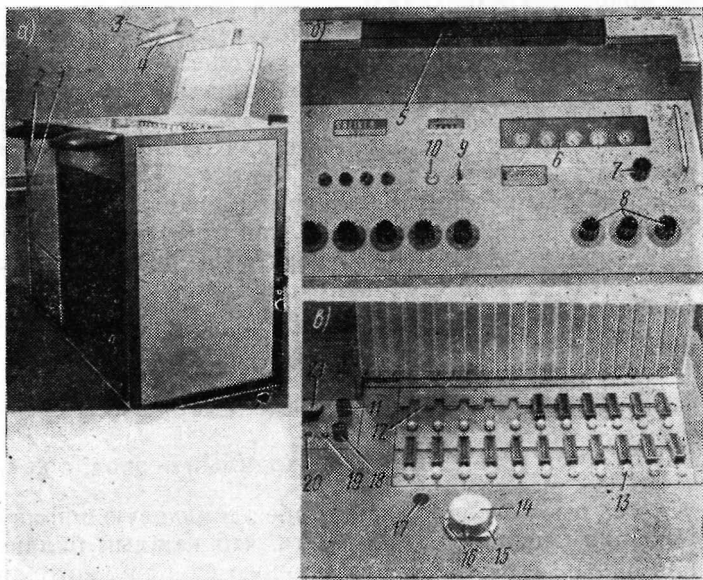


Рис. 221. Прибор для рассортировки балансов и спиралей:

*а* — общий вид, *б, в* — рабочий стол; 1 — кнопка главного включателя, 2 — рычаг, 3 — кнопка включения освещения, 4 — лампа, 5 — защитное стекло, 6 — лампочка счетчика, 7 — включатель счетчика, 8 — переключатели, 9 — включатель электронного блока, 10 — сигнальная лампочка, 11 — переключатель, регулирующий силу воздушного потока, 12 — гнездо для тары, 13 — лампочка, 14 — измерительная головка, 15 — винты, 16 — посадочные штифты, 17 — пусковая кнопка, 18 — переключатель, 19, 20 — кнопки, 21 — индикатор

Включателем 7 включают счетчик, при этом индикаторные лампочки 6 счетчика должны засветиться. Поворотом соответствующих переключателей 8 устанавливают программы и ширину классов рассортировки балансов и спиралей определенного калибра часов в соответствии с данными, указанными в паспорте прибора, и опускают защитное стекло.

Далее проверяют настройку прибора. Для этого протирают спиртом выступающие контакты датчика, устанавливают соответствующую измерительную головку 14

(для рассортировки балансов или спиралей) на посадочные штифты 16 и завертывают винты 15. Затем снимают защитный кожух с измерительной головки и устанавливают на нее проверяемый баланс или спираль.

Баланс укладывается без перекоса в специальную проточку измерительной головки (рис. 222, а).

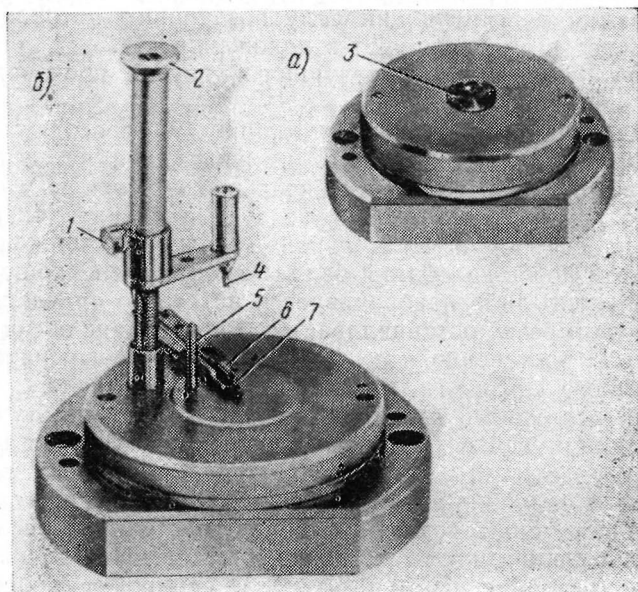


Рис. 222. Измерительная головка:

а — для баланса, б — для спирали; 1 — рычаг 2 — кнопка, 3 — проточка для баланса, 4 — напрессовывающее устройство 5 — прижим, 6 — губки зажимного приспособления, 7 — цанговая оправка

Спираль устанавливается на измерительной головке (рис. 222, б) следующим образом: нажатием на рычаг 1 отводят планку прижима 5 зажимного приспособления. Колодка спирали свободно надевается на цанговую оправку 7 так, чтобы завивка спирали была против часовой стрелки и внешний виток спирали находился напротив губок 6 зажимного приспособления. Опустив рычаг, зажимают конец спирали между губками зажимного приспособления. При этом спираль не должна иметь предварительного натяжения. Нажатием на кнопку 2

напрессовывающего устройства надевают колодку спирали на цанговую оправку. Спираль при этом должна быть установлена в горизонтальной плоскости. Устанавливают переключатель 18 (рис. 221), расположенный с левой стороны рабочей зоны, в соответствующее положение (сортировка балансов — изображение баланса, сортировка спиралей — изображение спирали). Переключатель, регулирующий силу воздушного потока 11, нажимают и поворачивают в положение «1».

Регулировку силы воздушного потока производят следующим образом.

Для балансов — нажимают кнопку 19, проверяют достаточность силы воздушного импульса для установки колебательной системы измерительной головки во взведенное положение. Импульс воздуха приводит колебательную систему измерительной головки в движение. При этом после колебаний баланс либо постепенно останавливается, либо поворачивается на строго определенный угол и резко останавливается. Если баланс останавливается постепенно, то, поворачивая переключатель воздушного потока в положение «2», «3» и «4», изменяют воздушный импульс, добиваясь того, чтобы баланс, повернувшись на определенный угол, резко остановился.

Для спиралей — нажимают кнопку 20, проверяют достаточность силы воздушного импульса для установки колебательной системы измерительной головки во взведенное состояние. Импульс воздуха приводит колебательную систему измерительной головки в движение. Баланс — спираль будет либо колебаться и резко стопориться в первоначальном положении, либо раскручиваться и резко стопориться, а через некоторое время начинает свободно колебаться. При этом проверяется количество свободных колебаний спирали — индикаторные лампы счетчика должны показывать не менее 80, а стрелка должна отклоняться на 4 деления.

Если спираль резко стопорится в первоначальном положении, то, регулируя силу воздушного потока, следует добиться того, чтобы спираль начала свободно колебаться.

После проведенной наладки прибора устанавливают в гнезда тару для балансов или спиралей.

Проверяемый баланс или спираль устанавливают на измерительную головку, при этом спираль устанавлива-

ется при свободном состоянии колебательной системы, а баланс при взведенном состоянии.

Нажав на пусковую кнопку 17, расположенную около измерительной головки, включают прибор, который произведет необходимые измерения и после остановки баланса или спирали загорится лампочка 13, показывающая группу, к которой следует отнести проверяемый баланс или спираль.

Нажав на рычаг зажимного приспособления, спираль с измерительной головки снимают свободно.

Баланс или спираль, снятая с прибора, укладывается в специальную 10-местную тару с указанием группы.

После подготовки прибора к работе берут выборку из партии спиралей, подготовленной к раскладке. После отрезки внешнего витка устанавливают спираль на головку прибора (для определения момента упругости спирали), который должен соответствовать одному из средних классов (9—12). Если спирали соответствуют данным классам, то произвести отрезку внутреннего витка спирали в данной точке.

Если спирали не соответствуют данным классам, то на сопроводительном паспорте указывают поправку на отрезку внутреннего витка спирали со знаком (+) или (-). Если спирали ушли в класс (-) или находятся в диапазоне от 1 до 8-го классов, то поправка определяется по формуле:

$$\alpha = \frac{n - N}{Z} \cdot \beta,$$

где  $\alpha$  — поправка на угол отрезки внутреннего витка;  $N$  — число импульсов, соответствующих началу 10-го класса,  $n$  — число импульсов измеряемой детали;  $Z$  — ширина класса;  $\beta$  — угол, соответствующий одному классу — 9 (определяется практическим путем).

Если спирали ушли в класс (+) или находятся в диапазоне от 13 до 20-го классов, то по формуле

$$\alpha = \frac{N - n}{Z} \cdot \beta.$$

Если спирали ушли в класс (-) или находятся в пределах 1—8-го классов, следует внутренний диаметр спирали уменьшить на полученную поправку и увеличить, если они ушли в класс (+) или находятся в диапазоне от 13 до 20-го классов.

**Определение точки отрезки внутреннего витка спирали.** Из партии спиралей берут выборку в количестве 5 шт. и производят отрезку внутреннего витка спирали

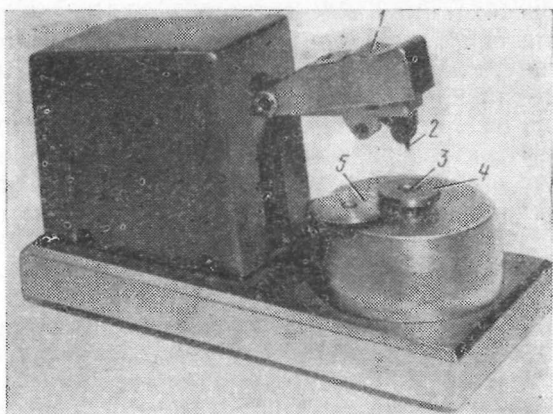


Рис. 223. Приспособление для отрезки внутреннего витка спирали:  
1 — рычаг, 2 — ножи, 3 — чашка, 4 — столик, 5 — ролик

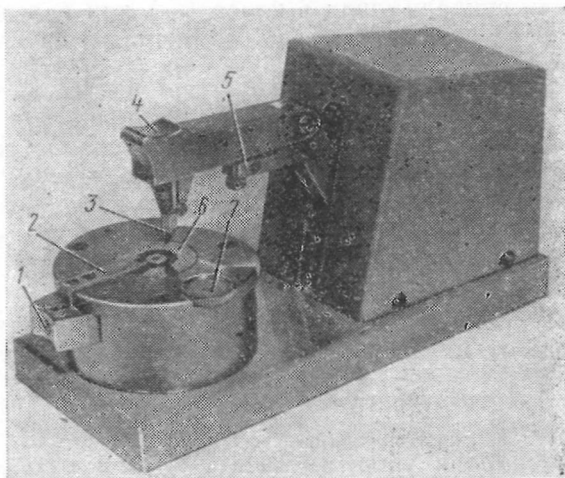


Рис. 224. Приспособление для отрезки внешнего витка спирали:  
1, 4 — кнопки, 2 — рычаг, 3 — ножи, 5 — упор, 6 — шкала фиксатора, 7 — ориентирующий столик

по месту отрезки 1—2 (см. табл. 5). При этом внутренний диаметр должен быть не более 1,51 мм. Отрезка внутреннего витка производится на приборе П-82 (рис. 223), который предварительно налажен на определенный внутренний диаметр 1,51 мм. Спираль укладывают в чашку 3 столика 4 так, чтобы ее витки располагались по часовой стрелке. Резиновым роликом 5 вращают чашку до тех пор, пока спираль не зафиксируется

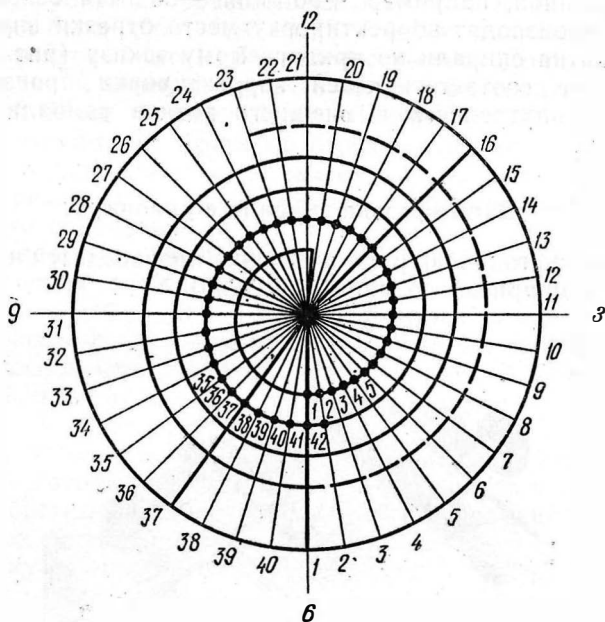


Рис. 225. Эскиз отрезки спирали

на базовой спирали. Нажав на рычаг 1, ножницами 2 отрезают спираль в заданной точке. Спирали с отрезанным внутренним концом зачеканивают в колодку, отрезают внешний виток на приборе П-83 (рис. 224) так, чтобы число витков спирали равнялось 13, 25. Для того чтобы отрезать внешний виток, спираль укладывают на ориентировочный столик 7 и поворотом столика ориентируют ее с колодкой так, чтобы разрез колодки совпал с направлением фиксатора. Устанавливают спираль со столика на штифт фиксатора и, нажав на кнопку 1 рычагом 2, вводят спираль в зону резания. Нажав на кноп-

ку 4, опускают ножи 3 в зону резания до упора 5. После отрезки спирали плавно опускают ножи в исходное положение.

Подготовленную выборку передают на раскладку. Момент упругости спирали должен соответствовать одному из средних классов — 9, 10, 11, 12. Если момент не соответствует, то в паспорте указывают поправку на угол отрезки внутреннего витка, со знаком (+) или (—) и величиной, например  $+90^\circ$  или  $-90^\circ$ . На основании этого производят корректировку места отрезки внутреннего витка спирали по прилагаемому эскизу (рис. 225).

После соответствующей корректировки производят отрезку внутреннего и внешнего витков спирали всей партии.

### Заштифтовка спирали в колонку

Заштифтовка спирали в колонку производится на специальном приспособлении (рис. 226).

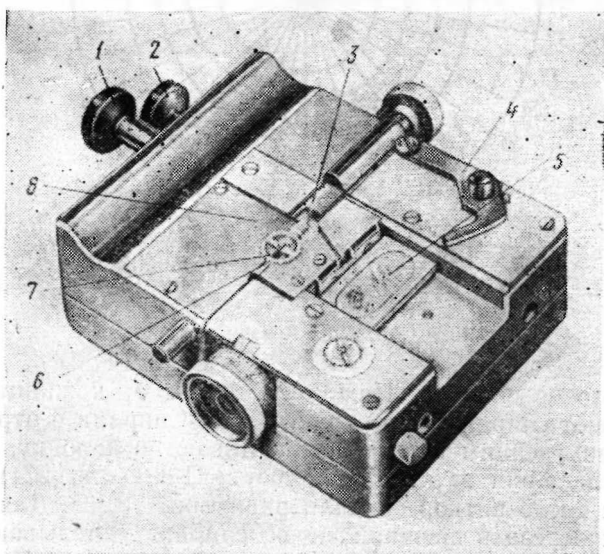


Рис. 226. Приспособление для заштифтовки спирали:

1, 2 — кнопки управления, 3 — отрезной нож, 4 — рычаг для запрессовки штифта, 5 — конусный штифт, 6 — баланс со спиралью, 7 — штифт, 8 — зажимные губки



Колонку спирали надевают на коническую оправку так, чтобы «угловой вырез» был повернут влево. Нажав на нижнюю кнопку 1, разводят зажимные губки 8 и устанавливают между ними колонку. Затем устанавливают на приспособлении баланс со спиралью 6. Конец спирали вставляют в отверстие колонки, баланс отводят в сторону и надевают на штифт 7. Нажимая на верхнюю кнопку 2, ограничивают выход спирали из колонки. Зажав спираль между губками, образуют колено, высота которого должна быть 0,065—0,08 мм. В отверстие колонки вставляют конусный штифт 5 и запрессовывают его рычагом 4. Внутренний конец штифта не должен выступать над колонкой более чем на 0,2 мм. Выступающий наружный конец штифта со спиралью отрезают, он не должен выступать из колонки более чем на 0,4 мм. Нажав на кнопку 1, разводят губки и снимают с приспособления баланс со спиралью.

**Выполнение внешней концевой кривой спирали.** Для выполнения внешней кривой спирали применяют следующие инструменты и приспособления: пинцет для изготовления внешней концевой кривой, лупу (3<sup>x</sup> и 5<sup>x</sup>), приспособление для гибки колена концевой кривой, специальную отвертку для поворота колодки на оси, настольный проектор и чертеж.

На часовых заводах пользуются несколькими способами изготовления внешней концевой кривой и гибки колена брегетированной спирали. Эту операцию производят без снятия спирали с баланса или сняв с баланса колодку со спиралью. Известны следующие способы изготовления внешней кривой:

внешнюю концевую кривую выгибают, ориентируясь по витку, соответствующему кривой радиуса движения штифтов градусника;

внешнюю концевую кривую выгибают, ориентируясь на чертеж, нанесенный на специальной подставке, при этом спираль снимают с оси баланса;

внешнюю концевую кривую выгибают по проекторному чертежу.

Перед выполнением концевой кривой необходимо выгнуть колено спирали (для неплюских спиралей).

Установив узел баланса на приспособление для гибки колена (рис. 227), внешний виток спирали вводят между губками 2, в которых спираль изгибают в форме двух колен, нажимая на ручку 1. Затем ручку 1 отводят и

снимают узел с приспособления. Высота колена над верхней плоскостью спирали должна быть 0,4—0,55 мм.

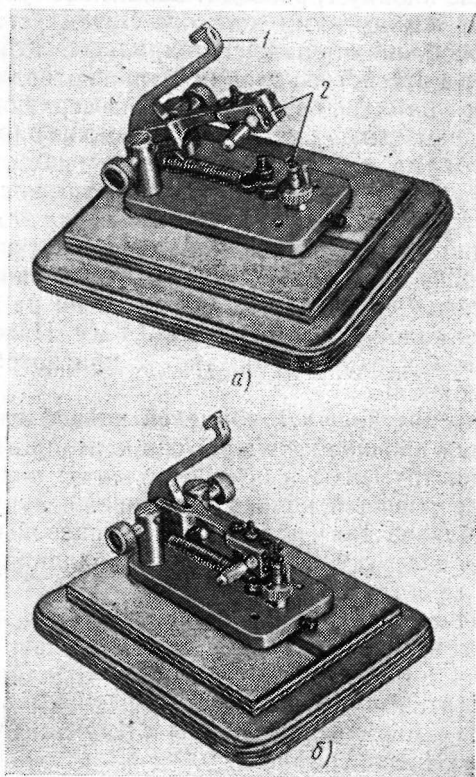


Рис. 227. Приспособление для гибки колена спирали:

*a* — перед установкой спирали, *б* — в рабочем положении; 1 — ручка, 2 — губки для зажима спирали

Первый способ. Узел баланс — спираль устанавливают на подставку для гибки концевой кривой. Специальным пинцетом гнут концевую кривую, которая должна быть параллельна плоскости спирали. Радиусную часть выполняют по риске, нанесенной на подставке.

После выполнения концевой кривой баланс со спиралью устанавливают на потанс и поворачивают колод-

ку так, чтобы колонка находилась против риски на приспособлении.

Второй способ. Баланс 2 со спиралью устанавливают на подставку 1 (рис. 228), находящуюся на століке проектора, так, чтобы нижняя цапфа оси баланса вошла в отверстие камня подставки. Рычаг 3 опускают так, чтобы нижняя цапфа оси баланса вошла в отверстие камня подставки. Рычаг 3 опускают так, чтобы верхняя цапфа оси баланса вошла в отверстие камня рычага. Винтом 4 регулируют осевой зазор баланса.

Настраивают проектор, добываясь резкого изображения на экране приподнятого витка спирали. Ориентируясь по окружности, изображенной на экране, центрируют чертеж относительно спирали. По одному из чертежей внешней концевой кривой (в зависимости от диаметра спирали) специальным пинцетом выгибают внешнюю концевую кривую. Изображение колонки на экране должно совпадать с коптуром ее на проекторном чертеже.

При гибке концевой кривой следят, чтобы внешняя концевая кривая располагалась параллельно плоскости спирали. Установив колонку перпендикулярно плоскости спирали, проверяют, находится ли вершина паза колонки, ось колонки и ось баланса на одной прямой.

Выполнение внешней концевой кривой плоской спирали производится на приспособлении П-79, показанном на рис. 229. Узел баланс — спираль устанавливают в чашку приспособления 9 и нажимом на кнопку 7 колонку спирали закрепляют между губками 8. Затем рычагом 3 подводят пинцет для формовки 6 в углубление 1 и поворотом головки 5 производят гибку концевой кривой около колонки (на рис. 230, 1). Переводя рычаг 3

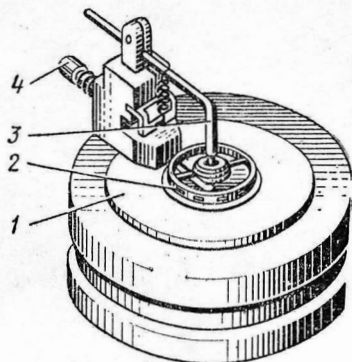


Рис. 228. Подставка для узла баланса, устанавливаемая на століке проектора:

1 — подставка, 2 — баланс со спиралью; 3 — рычаг, 4 — винт регулировки осевого зазора баланса

в углубление 2, поворотом головки 4 производят гибку концевой кривой в начале внешнего витка (на рис. 230,2). Возвращая рычаг 3 в исходное положение, нажимом на кнопку 7 освобождают колонку спирали и снимают узел с приспособления.

**Правка баланса и спирали.** Для правки баланса и спирали применяют следующие инструменты и приспособления: пинцеты, лупу (5 $\times$ ), лауфциркули, проектор П-32 для правки баланса, проектор П-40 и микроскоп для правки спирали.

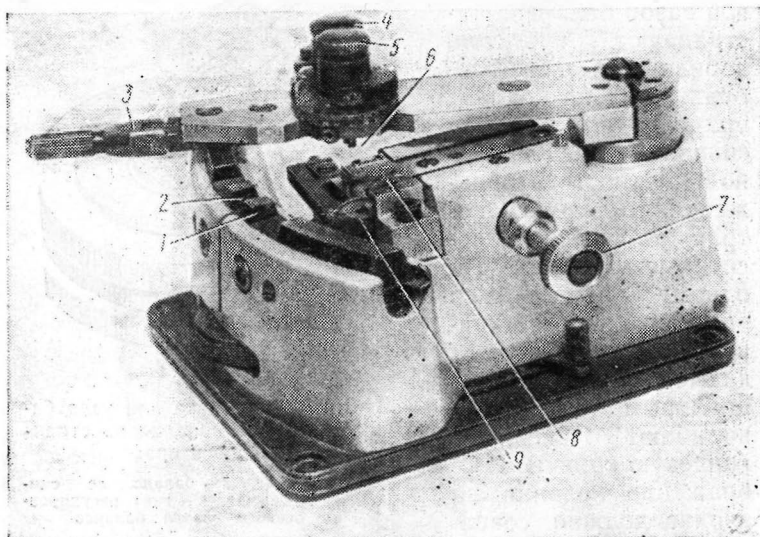


Рис. 229. Приспособление для гибки концевой кривой плоской спирали:

1, 2 — углубление для рычага, 3 — рычаг, 4, 5 — головки, 6 — пинцет для формовки, 7 — кнопка, 8 — губки, 9 — чашка

Правку баланса и спирали производят в лауфциркулях или на специальных проекторах П-32 и П-40.

**Первый способ.** После проверки биения узел устанавливают в губки 1 лауфциркуля (рис. 231, а) так, чтобы концы цапф оси баланса не касались стенок цилиндрических отверстий лауфциркуля. Вращая баланс, проверяют плоскостное биение. Ориентируясь по линейке 2 лауфциркуля, определяют места наибольшего и наименьшего сближения верхней части обода баланса с линейкой. Пинцетом для правки баланса приподнимают

или опускают участок баланса, удаленный или сближенный с линейкой лауфциркуля. При этом между стенками направляющих втулок лауфциркуля и осью баланса не должно быть зазора. После правки повторно проверяют плоскостное биение, для этого разжимают циркуль и, вращая баланс, следят за тем, как он проходит мимо линейки. В случае необходимости производят повторную

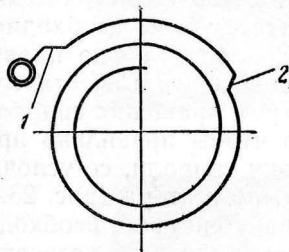


Рис. 230. Расположение мест гибки концевой кривой

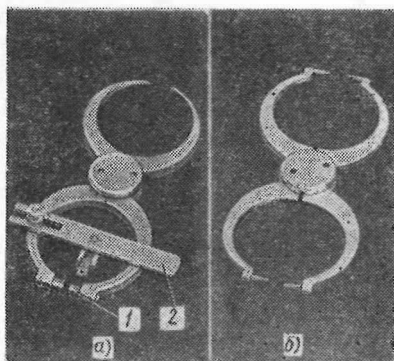


Рис. 231. Лауфциркули:

а — для правки баланса, б — для правки спирали; 1 — губки для установки баланса, 2 — линейка

правку. Плоскостное биение баланса не должно превышать 0,02 мм.

Лауфциркулем пользуются и для того, чтобы выправить спираль и проверить ее установку по плоскости и по центру (рис. 231, б). Витки спирали должны быть концентричными, с одинаковым шагом, не иметь изломов и находиться в одной плоскости. Плоскость спирали должна быть параллельна плоскости баланса. Если в лупу с пятикратным увеличением заметно плоскостное биение спирали, то необходимо определить приподнятый или опущенный участок. Для того чтобы опустить приподнятый участок спирали, необходимо концом пинцета опустить первый виток у колодки в наиболее приподнятом месте. Если спираль имеет опущенный участок, то необходимо губку пинцета ввести под опущенный участок и осторожно приподнять им спираль вверх за первый виток от колодки.

Вращая баланс в лауфциркуле проверяют качество правки спирали. Если правка выполнена недостаточно точно, операцию повторяют до получения необходимой точности.

Внутренний виток спирали должен быть установлен так, чтобы при вращении узла в лауфциркуле по часовой стрелке витки правой спирали расходились от колодки равномерно во все стороны, по всей длине спирали. Если расхождение витков не равномерное, то центр вращения спирали не совпадает с его геометрическим центром. В этом случае необходимо произвести дополнительную правку спирали, чтобы центр тяжести совпадал с центром вращения спирали.

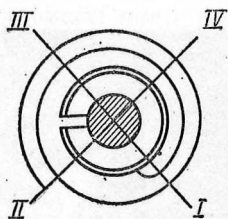


Рис. 232. Условное деление спирали на сектора при дополнительной правке

Для того чтобы правильно произвести правку спирали, ее условно делят на четыре сектора (рис. 232). Начиная правку спирали, необходимо определить, в какой из четвертей спираль следует править.

Если необходимо править спираль по отношению к колодке в направлении IV четверти, то пинцет располагают перпендикулярно плоскости спирали и его губки вводят в среднюю часть участка III и IV между колодкой и первым витком спирали. При этом баланс поворачивают по направлению движения часовой стрелки на  $1/4$  оборота до тех пор, пока пинцет не окажется в средней части сектора. Одновременно осторожно оттягивают первый виток спирали в направлении IV четверти. Аналогично правят спираль в любом секторе.

Зазор между внутренним витком спирали и колодкой в месте крепления выдерживают в пределах 1 — 1,5 шага спирали. Штифт крепления спирали в колодке откусывают заподлицо с колодкой. При предварительной правке внутреннего витка спирали пинцет располагают перпендикулярно ее плоскости, губками пинцета слегка прижимают первый виток у входа его в колодку к самой колодке, и баланс поворачивают на  $1/2$  оборота. Во время поворота баланса пинцет должен скользить по первому витку, огибая колодку. Спираль не должна иметь резкого перегиба в месте сопряжения с первым витком. Допустимый радиус кривизны в месте изгиба не меньше 0,2 мм.

Первый виток у выхода из колодки не должен касаться стенки колодки. Когда правку спирали у колодки заканчивают, вновь проверяют правку спирали по плоскости.

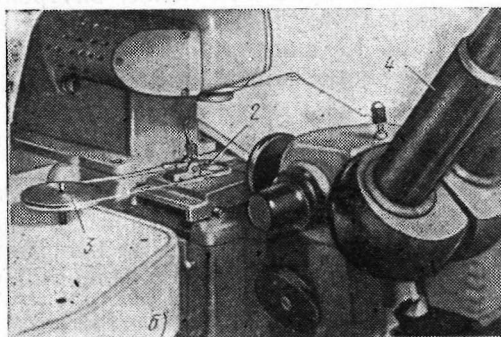
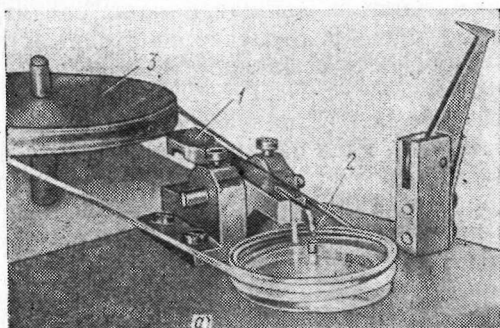


Рис. 233. Приспособление для правки спирали на проекторе:

*а* — правка внутреннего витка спирали по центру, *б* — правка спирали по плоскости; 1 — рычаг, 2 — опоры, 3 — вращающийся диск, 4 — микроскоп

Баланс проверяют и правят окончательно по диаметру и плоскости. Для этого узел устанавливают в лауфциркуль так, чтобы цапфы оси баланса не касались стенок цилиндрических отверстий лауфциркуля. Вращая баланс, проверяют плоскостное биение. Ориентируясь по линейке лауфциркуля, определяют места наибольшего и наименьшего сближений верхней части обода баланса с линейкой. Пинцетом для правки баланса приподнимают или опускают участок баланса, удаленный или сближен-

ный с линейкой лауфциркуля. При этом следят за тем, чтобы не было зазора между стенками направляющих втулок лауфциркуля и осью баланса. После правки второй раз проверяют плоскостное биение. Для этого лауфциркуль разжимают, и, вращая баланс, следят, как он проходит мимо линейки. В случае необходимости правку повторяют. Плоскостное биение баланса должно быть не более 0,02 мм.

Второй способ. Правка спирали производится на проекторе П-40. Узел баланса с надетой на него спиралью устанавливают в опоры 2 специального приспособления для правки спирали (рис. 233, а), расположенного на столике проектора. Для установки спирали останавливают рукой вращающийся диск 3, после чего отпускают последний, приводя баланс во вращение. На экране проектора видно проекцию спирали с увеличением 42х. Специальным пинцетом производят правку внутреннего витка спирали по центру. Зазор между внутренним витком спирали и колодкой у точки крепления должен быть в пределах от 1 до 1,5 шага спирали, и концы спирали или штифта крепления ее не должны выступать из отверстия колодки. Расположение витков спирали должно быть концентричным, шаг спирали должен быть одинаковым.

Правка спирали по плоскости производится специальным пинцетом, при этом наблюдение за правильностью расположения витков спирали по плоскости ведут в микроскоп МБС (рис. 233, б), закрепленный у проектора на специальном штативе. Витки спирали должны располагаться в одной плоскости.

После выполнения правки спирали останавливают рукой вращающийся диск 3 и, нажав на рычаг 1, вынимают баланс со спиралью из приспособления.

## § 96. ПУСК МЕХАНИЗМА В ХОД

Пуск механизма в ход является одной из наиболее сложных и ответственных операций сборки часов. Она обычно подразделяется на две части — предварительную и окончательную, или на «пуск 1» и «пуск 2».

Для выполнения операции пуска механизма в ход применяются следующие инструменты и приспособления: пинцеты для установки спирали и для снятия моста, лупы (3,5х и 5х), отвертка для винта моста баланса, под-



ставка для балансового моста при насадке градусника, подставка для сборки, масленка с маслом МБП-12, маслодозировка № 1; микроскоп с подставкой, подставка для проверки амплитуды колебания баланса или прибор-амплитудомер, прибор П-12 с микрофоном, пыльник для предохранения механизма от загрязнения, сердцевина бузины для чистки цапф оси баланса.

**Пуск 1.** После осмотра часового механизма по внешнему виду и проверки смазки механизм накрывают пыльником. С помощью маслодозировки 1 смазывают плоскости импульса палет (рис. 234) маслом МБП-12 так, чтобы масло не попало на верхнюю и нижнюю плоскости палет. Затем берут узел балансового моста, осматривают его на микроскопе МБС с увеличением 32—36<sup>x</sup>, проверяют качество смазки балансовых камней.

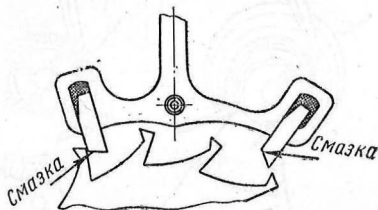


Рис. 234. Смазка палет

Затем из тары берут узел баланса, осматривают его, проверяют правильность изготовления концевой кривой спирали и качество правки спирали по плоскости. Прочистив цапфы оси баланса бузиной, накрытой папиросной бумагой, верхнюю цапфу вставляют в отверстие камня балансового моста, а колонку спирали — в отверстие балансового моста и закрепляют ее винтом. Внешнюю концевую кривую спирали вводят между штифтами градусника или штифтом градусника и замком, после чего замок градусника закрывают.

Взяв балансовый мост пинцетом за утолщенную часть, нижнюю цапфу оси баланса вставляют в отверстие балансового камня платины так, чтобы импульсный камень после установки вошел в паз анкерной вилки. Балансовый мост устанавливают на штифты в платине и, приведя баланс в движение, осторожно привертывают мост винтом. Затем проверяют наличие зазора между балансом и анкерным мостом: зазор должен быть равен 0,1—0,2 мм. Чтобы проверить осевой зазор оси баланса относительно накладных камней, баланс передвигают от одного накладного камня к другому: зазор должен быть равен 0,02—0,04 мм. В случае необходимости для полу-

чения осевого зазора мост баланса снимают с механизма и подгибают.

Наклонив подставку от себя, проверяют расположение концевой кривой. Если концевая кривая вышла из-под моста баланса, то ее осторожно выправляют пинцетом около штифтов в направлении, показанном стрелкой (рис. 235, *а*), если концевая кривая ушла под мост, то ее выправляют пинцетом в направлении стрелки, как

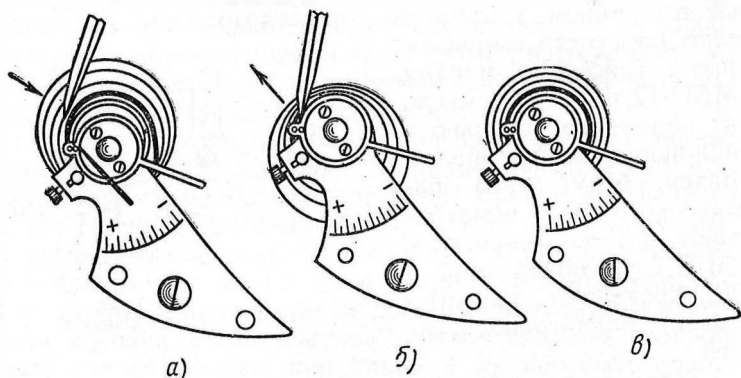


Рис. 235. Расположение концевой кривой:

*а* — правильное — концевая кривая вышла из-под моста, *б* — неправильное — концевая кривая находится под мостом, *в* — правильное

показано на рис. 235, *б*. Правильное положение концевой кривой показано на рис. 235, *в*.

Между штифтами 3 градусника 1 и спиралью 2 устанавливают зазор *а*, равный примерно  $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{4}$  толщины спирали (рис. 236).

На бинокулярном микроскопе с увеличением  $36\times$  проверяют наличие и состояние смазки в камнях баланса. Капля масла должна занимать  $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$  диаметра накладного камня и располагаться в центре у оси баланса (рис. 237). Смещение капли масла в сторону и загрязнение масла посторонними включениями не допускается.

**Пуск 2.** Механизм заводят на один-два оборота заводной пружины, после чего правят спираль по плоскости и по центру. Витки спирали должны лежать в одной плоскости, параллельной плоскости баланса. Чтобы исправить положение спирали по плоскости, колонку спирали перемещают в мосту вверх или вниз. Если внешние

витки спирали приподняты к мосту, то колонку опускают, если опущены, то поднимают.

Правильная установка центра спирали обеспечит концентрическое «схождение» и «расхождение» ее витков при колебаниях баланса.

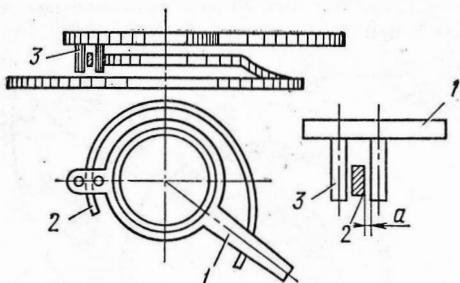


Рис. 236. Установка спирали в штифтах градусника:

1 — градусник, 2 — спираль, 3 — штифты градусника

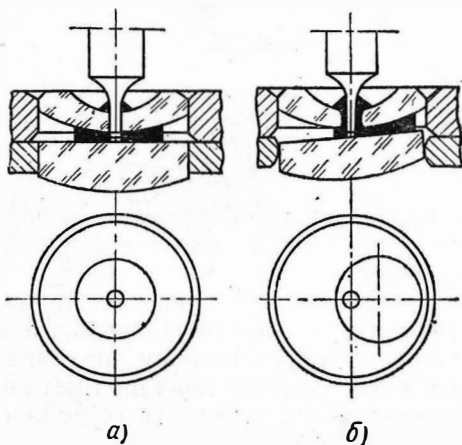


Рис. 237. Расположение масла в камнях баланса:

а — правильное, б — неправильное

Для исправления неконцентричности спирали узел баланс — спираль условно делят на четыре равные части (рис. 238). Смещенные в сторону витки правят так, чтобы центр спирали совпадал с центром оси баланса и при ко-

лебаниях баланса витки спирали не сближались в какой-то одной части.

Если сближение витков происходит в 4-й четверти, то выправлять спираль следует в противоположной, т. е. во 2-й четверти, изгибая ее концевую кривую пинцетом, поставленным перпендикулярно плоскости спирали по направлению к 4-й четверти, как показано на рис. 239, а.

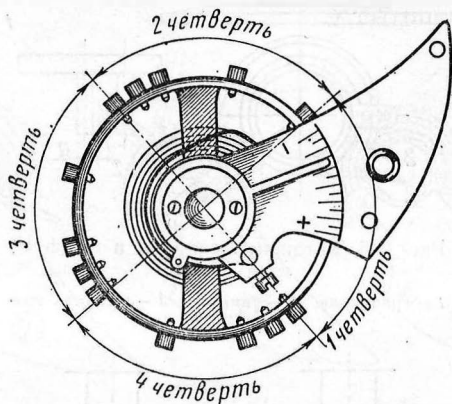


Рис. 238. Условное деление спирали на четверти для исправления неконцентричности

Если витки сблизились в 1-й четверти, то исправлять их следует в противоположной, 3-й четверти, изгибая концевую кривую пинцетом по направлению к тому месту спирали, где произошло сближение витков (рис. 239, б).

Чтобы проверить правильность правки, нужно закрутить баланс в ту и другую сторону приблизительно на  $300^\circ$ , при этом витки спирали должны иметь одинаковый шаг во всех четвертях, а плоскость ее должна быть параллельной плоскости баланса.

Если плоскость спирали не параллельна плоскости баланса, то необходимо ее исправить. Если плоскость спирали опущена в 1-й четверти по отношению к 3-й четверти, то, изгибая пинцетом концевую кривую в 3-й четверти, поднимают спираль в 1-й четверти. Когда плоскость спирали в одной из четвертей приподнята к колонке, мосту или штифтам градусника, то отвертывают винт крепления моста баланса, мост приподнимают пинцетом

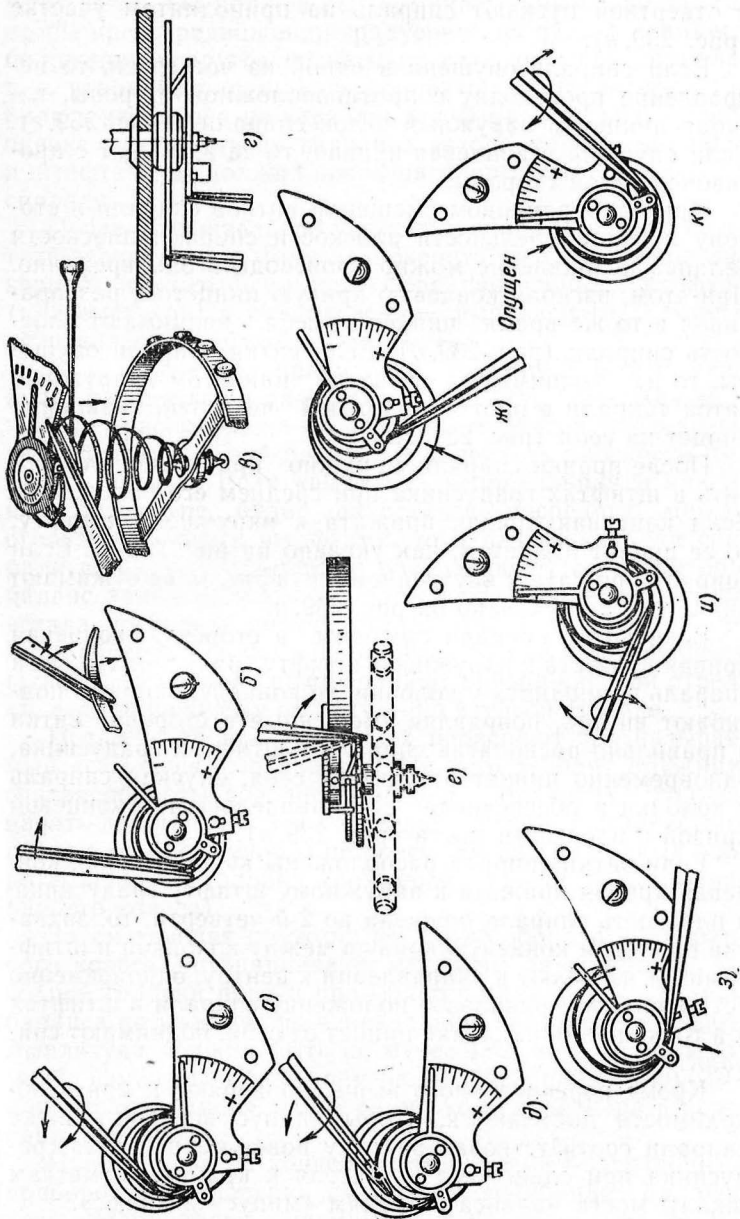


Рис. 239. Приемы пражки спиралли

и отверткой пускают спираль на приподнятом участке (рис. 239, в).

Если спираль опущена в одной из четвертей, то исправление производят с противоположной стороны, изгибая пинцетом наружный виток спирали (рис. 239, г). Если опущена и концевая кривая, то ее изгибают с противоположной стороны.

При одновременном смещении витков спирали в сторону и непараллельности плоскости спирали плоскости баланса исправление можно производить одновременно. При этом, изгибая концевую кривую пинцетом, разворачивая в то же время пинцет от себя, поднимают плоскость спирали (рис. 239, д). Если витки спирали опущены, то их поднимают, захватив пинцетом наружный виток спирали в противоположной четверти, наклоняя пинцет на себя (рис. 239, е).

После правки спирали ее нужно правильно установить в штифтах градусника при среднем его положении. Если концевая кривая прижата к наружному штифту, то ее правят пинцетом, как указано на рис. 239, ж. Если спираль прижата к внутреннему штифту, то ее отжимают пинцетом, как указано на рис. 239, и.

Если витки спирали смещены в сторону, концевая кривая прижата к наружному штифту градусника, а сама спираль приподнята у колонки, то концевую кривую подгибают внутрь, поправляя смещенные в сторону витки и правильно располагая спираль в штифтах градусника, одновременно пинцет отводят от себя, опуская спираль у колонки и обеспечивая ее параллельность концевой кривой и плоскости моста (рис. 239, к).

Если витки спирали расположены концентрично, концевая кривая прижата к наружному штифту градусника, а плоскость спирали опущена во 2-й четверти, то, захватив пинцетом концевую кривую между колонкой и штифтами, ее изгибают в направлении к центру, одновременно устанавливая правильное положение спирали в штифтах и в то же время наклоняя пинцет от себя, поднимают спираль.

Кроме перечисленного выше, проверяют и при необходимости добиваются, чтобы радиус внешнего витка спирали соответствовал радиусу поворота штифтов градусника при сдвиге его указателя к крайним отметкам шкалы моста баланса к знакам «минус» и «плюс».

Между спиралью и штифтами градусника устанавли-

вают зазор. Он должен быть минимальным, но таким, чтобы при передвижении градусника из одного крайнего положения в другое штифты не вели за собой спираль, т. е. чтобы не нарушалась концентричность витков спирали и чтобы она не касалась штифтов. При визуальной оценке максимальная величина зазора между спиралью и штифтами не должна превышать примерно  $1/2$  толщины спирали.

После окончательной установки спирали нужно спустить заводную пружину и проверить расположение анкерной вилки относительно ограничительных штифтов (или выступов) и расположение импульсного камня в пазу анкерной вилки («выкачку»).

Если «выкачка» правильная, то импульсный камень будет находиться в пазу анкерной вилки, анкерная вилка будет расположена посередине между ограничительными штифтами, а зуб анкерного колеса на плоскости импульса палеты. Если «выкачка» неправильная и анкерная вилка не будет находиться посередине между ограничительными штифтами, то в разрез колодки спирали вставляют отвертку и поворачивают ее так, чтобы баланс занял положение равновесия, а анкерная вилка встала посередине между ограничительными штифтами. Если анкерная вилка расположена ближе к внутреннему штифту, то колодку поворачивают против часовой стрелки, если к внешнему штифту — по часовой стрелке.

После установки «выкачки» проверяют так называемый «самопуск» механизма, для чего заводят пружину, считая обороты заводной головки. Механизм должен начать действовать без каких-либо внешних воздействий после заводки пружины не более чем на три полных оборота заводной головки (примерно 10—12 зубьев барабанного колеса).

Затем заводят пружину на 2,5—3 оборота барабанного колеса, устанавливают механизм на подставку заводной головки вниз и проверяют амплитуду колебаний баланса по положению перекладки баланса (рис. 240). Амплитуда должна быть не менее  $180^\circ$  и не должна заметно изменяться более чем на  $10^\circ$ . Механизм с «вялым» или «меняющимся» ходом снимают с конвейера и передают на анализ.

При наличии на конвейере специальных электронных приборов для проверки амплитуды колебаний баланса часы устанавливают на микрофон прибора (рис. 241) в

положении заводной головкой вниз и по шкале прибора определяют амплитуду колебаний баланса.

После определения амплитуды колебаний баланса производят объективную оценку правильности установки спирали и выполнения операций по обработке узла баланс — спираль. Для этого механизм с полностью заведенной пружиной и с градусником, находящимся в среднем положении, устанавливают циферблатом вверх на

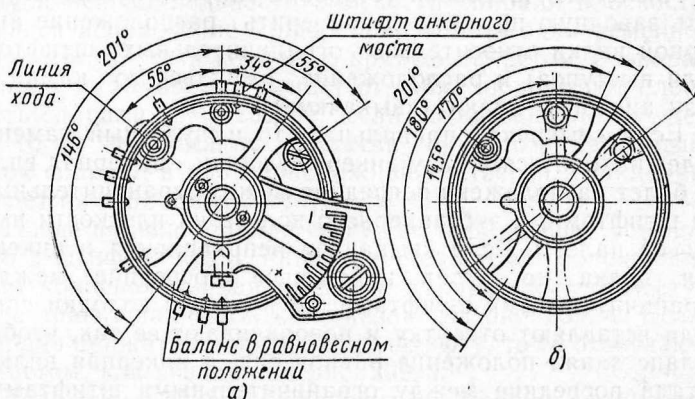


Рис. 240. Ориентиры для определения амплитуды колебаний баланса

микрофон прибора П-12 для проверки точности хода часов и определяют величину мгновенного суточного хода. Затем механизм снимают с микрофона и, постепенно спуская пружину, устанавливают амплитуду колебаний баланса в пределах 150—170°. После этого механизм вновь устанавливают на микрофон и проверяют «вибрацию», т. е. определяют суточный ход в положениях циферблатом вверх и циферблатом вниз. Величина мгновенного суточного хода в этих положениях не должна превышать  $\pm 1$  мин 30 с, а для часов с безвинтовым балансом —  $\pm 1$  мин.

После проверки «вибрации» определяют погрешность изохронности механизма. Известно, что погрешность изохронности механизма определяется как алгебраическая разность мгновенных суточных ходов в положении механизма циферблатом вверх или вниз при полностью заведенной пружине и при амплитуде колебания баланса 150—170°. При этом погрешность изохронности не должна превышать 10 с.



Изменение мгновенных суточных ходов при смене положения механизма циферблатом вверх на положение циферблатом вниз при амплитуде колебания баланса 150—170° также не должно превышать 10 с.

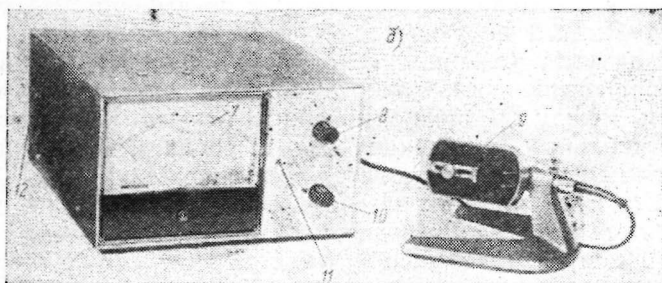
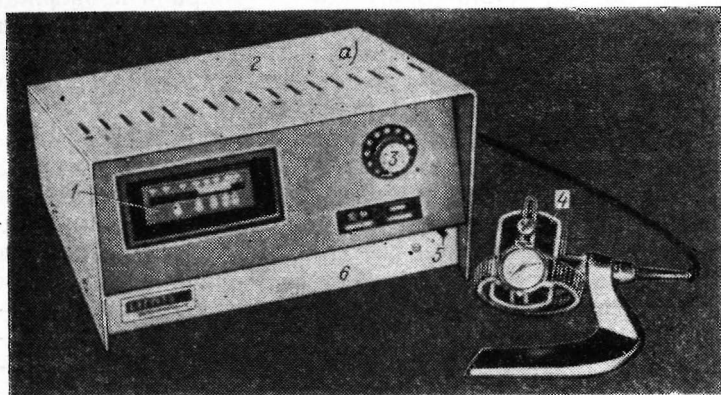


Рис. 241. Приборы для определения амплитуды колебаний баланса:  
*a* — стробоскопический, *б* — шкальный; 1 — шкала, 2 — корпус, 3 — ручка включения, 4 — микрофон, 5 — диск переключения периода колебания баланса, 6 — диск установки угла подъема баланса, 7 — шкала для замера амплитуды, 8 — ручка установки угла подъема баланса, 9 — микрофон, 10 — ручка установки периода колебания баланса, 11 — сигнальная лампочка, 12 — кнопка включения

Если погрешность изохронности и разности мгновенных суточных ходов при смене горизонтальных положений превышает допустимые величины, то устанавливают причины отклонений и производят необходимые исправления.

Следующим переходом является проверка регулировочной способности градусника. Для этого проверяют мгновенные суточные хода механизма на приборе П-12 в положении механизма циферблатом вниз при крайних положениях указателя градусника.

Уравновешенность узла баланс — спираль проверяют по величине мгновенных суточных ходов механизма на приборе П-12 в положениях заводной головкой вверх, вниз, вправо и влево при амплитуде колебания баланса  $150—170^\circ$ .

Если максимальная алгебраическая разность мгновенных суточных ходов в вертикальных положениях не превышает 20 с, а при смене вертикального положения на горизонтальное 30 с, и величина «вибрации» не превышает  $\pm 1$  мин 30 с, то точность хода механизма можно регулировать градусником. После регулировки градусником проверяют мгновенные суточные хода в четырех вертикальных положениях при амплитуде колебания баланса  $150—170^\circ$  и в двух горизонтальных положениях при полностью заведенной пружине.

Если алгебраическая разность мгновенных суточных ходов в вертикальных положениях превышает 20 с, т. е. узел баланса неуравновешен, то устанавливают, какая деталь узла (спираль, колодка или баланс) вызывает неуравновешенность узла. Для этого определяют разность между средним мгновенным суточным ходом в вертикальных положениях  $\omega_{\text{ср.в}}$  и средним мгновенным суточным ходом в горизонтальных положениях  $\omega_{\text{ср.г}}$ .

Если величина их алгебраической разности не превышает ошибки неизохронности, т. е.  $\omega_{\text{ср.в}} - \omega_{\text{ср.г}} \leq 10$  с, при значительной разнице мгновенных суточных ходов в вертикальных положениях, то причиной неуравновешенности узла является неуравновешенность баланса или колодки спирали. В этом случае в механизме с винтовым балансом осуществляют динамическую регулировку, а в механизме с безвинтовым балансом узел баланса заменяют.

Если величина алгебраической разности мгновенных средних суточных ходов в вертикальных и горизонтальных положениях значительно превышает ошибку неизохронности, т. е.  $\omega_{\text{ср.в}} - \omega_{\text{ср.г}} > 10$  с, то неуравновешенность вызвана неправильной установкой спирали по центру или в штифтах градусника. При этом вновь тщательно проверяют правильность установки спирали и про-

изводят необходимые исправления. После повторной правки спирали вновь проверяют мгновенный суточный ход механизма на приборе в шести положениях.

Величина мгновенного суточного хода отрегулированного механизма в каждом положении не должна превышать для часов нормального калибра I класса точности  $\pm 20$  с, II класса  $\pm 30$  с, для часов малого калибра  $\pm 45$  с.






Максимальная алгебраическая разность мгновенных суточных ходов в вертикальных положениях 20 с для часов нормального калибра и 45 с для часов малого калибра. При перемене горизонтального положения на вертикальное 30 с для нормального калибра и 60 с для часов малого калибра. При разнице мгновенного суточного хода в горизонтальном положении — не больше 10 с.

Величина неизохронности в положении механизма циферблатом вверх не должна быть больше 10 с.

Примеры объективной оценки установки спирали и выполнения операций обработки узла баланс — спираль, приведены ниже.

Пример 1.

Мгновенный суточный ход при амплитуде  $170^\circ$  в шести положениях равен соответственно:

Положение механизма . . . . .						
Мгновенный суточный ход, с . . .	-90	-85	-85	-90	-85	-75

При полностью заведенной пружине в положении циферблатом вверх мгновенный суточный ход равен  $-85$  с. Ошибка изохронности равна:

$$\omega_{\text{ц.з.}} - \omega_{\text{ц. } 170^\circ} = |-85| - |-90| = +5 \text{ с}$$







Изменение суточного хода при смене положения механизма циферблатом вверх на положение циферблатом вниз равно:

$$\omega_{\text{ц}} - \omega_{\text{в}} = |-90| - |-85| = -5 \text{ с}$$

Величина «вибрации» составляет 90 с.  
Ошибка неуравновешенности равна:

$$\omega_{\text{ц}} - \omega_{\text{в}} = |-90| - |-75| = -15 \text{ с}$$

Если цена одного большого деления шкалы градусника будет равна 2 мин 15 с, то, сдвинув градусник на одно малое деление, цена которого равна  $\frac{1}{2}$  большого, получим:







Положение механизма . . . . .      

Мгновенный суточный ход, с . . . -20    -15    -15    -20    -15    -5

При полностью заведенной пружине точность хода составляет -15 с. Часы можно отрегулировать градусником.

Пример 2.

Мгновенный суточный ход часов при амплитуде  $170^\circ$  в шести положениях соответственно равен:

Положение механизма . . . . .      







Мгновенный суточный ход, с . . . +170    +170    +200    +270    +240    +220

При полностью заведенной пружине точность хода составляет вверх мгновенный суточный ход равен +200 с. Величина «вибрации» составляет 170 с.

Механизм необходимо вернуть на операцию «вибрация» спирали.

Пример 3.

Мгновенный суточный ход часов при амплитуде  $170^\circ$  в шести положениях соответственно равен:

Положение механизма . . . . .      

Мгновенный суточный ход, с . . . -80    -40    -60    -105    -75    -55

При полностью заведенной пружине в положении циферблатом вверх мгновенный суточный ход равен -70 с.

Ошибка неизохронности равна:

$$\omega_{\text{ц.в.}} - \omega_{\text{ц.в. } 170^\circ} = |-70| - |-80| = +10 \text{ с}$$

Величина «вибрации» составляет 80 с.

Изменение мгновенного суточного хода при смене положения механизма циферблатом вверх на положение циферблатом вниз равно:

$$\omega_{\text{ц.в.}} - \omega_{\text{ц.в.}} = |-80| - |-40| = -40 \text{ с}$$

При таком изменении мгновенного суточного хода механизм отрегулировать нельзя, его нужно передать для определения причины большой разницы мгновенных суточных ходов и исправления.

Пример 4.

Мгновенный суточный ход часов при амплитуде  $170^\circ$  в шести положениях соответственно равен:

Положение механизма . . . . .  $\ominus$   $\overline{\ominus}$   $\delta$   $\alpha$   $\Omega$   $\Upsilon$

Мгновенный суточный ход, с . . . . .  $-30$   $-30$   $0$   $-95$   $-105$   $-50$

При полностью заведенной пружине в положении механизма циферблатом вверх мгновенный суточный ход равен  $-20$  с.

Ошибка неизохронности равна:

$$\omega_{\delta \text{ п.з.}} - \omega_{\delta 170^\circ} = |-20| - |-30| = +10 \text{ с}$$

Изменение суточного хода при смене положения механизма циферблатом вверх на положение циферблатом вниз равно:

$$\omega_{\delta} - \omega_{\overline{\delta}} = |-30| - |-30| = 0 \text{ с}$$

Величина «вибрации» составляет 30 с.

Ошибка неуравновешенности равна:

$$\omega_{\delta} - \omega_{\Omega} = 0 - |-105| = +105 \text{ с}$$

Чтобы определить, чем вызвана неуравновешенность системы, необходимо подсчитать разность между средним мгновенным суточным ходом в вертикальных и горизонтальных положениях.

$$\omega_{\text{ср. г.}} = \frac{\omega_{\delta} + \omega_{\overline{\delta}}}{2} = \frac{|-30| + |-30|}{2} = -30 \text{ с}$$

$$\omega_{\text{ср. в.}} = \frac{\omega_{\delta} + \omega_{\alpha} + \omega_{\Omega} + \omega_{\Upsilon}}{4} =$$

$$= \frac{0 + |-95| + |-105| + |-50|}{4} = -62,5 \text{ с}$$

$$\omega_{\text{ср. в.}} - \omega_{\text{ср. г.}} = (-62,5) - (-30) = 32,5 \text{ с.}$$

Так как разность между средним мгновенным суточным ходом в вертикальных положениях и средним суточным ходом в горизонтальных положениях значительно больше величины неизохронности

и превышает 10 с, то можно считать, что неуравновешенность системы вызвана неправильной установкой спирали. Чтобы устранить неуравновешенность системы, следует еще раз проверить спираль и устранить неисправность.

Пример 5.

Мгновенный суточный ход часов при амплитуде  $170^\circ$  в шести положениях соответственно равен:

Положение механизма . . . . .						
Мгновенный суточный ход, с . . .	-60	--50	-60	-40	-70	-95

При полностью заведенной пружине в положении механизма циферблатом вверх суточный ход составляет  $-70$  с.

Ошибка неизохронности равна:

$$\omega_{\text{ц.в.}} - \omega_{\text{ц.з.}} = |-70| - |-60| = -10 \text{ с}$$

Изменение мгновенного суточного хода при смене положения механизма циферблатом вверх на положение циферблатом вниз равно:

$$\omega_{\text{ц}} - \omega_{\text{в}} = |-60| - |-50| = -10 \text{ с}$$

Величина «вибрации» составляет 60 с.

Ошибка неуравновешенности равна:

$$\omega_{\text{ц}} - \omega_{\text{в}} = |-40| - |-95| = -55 \text{ с}$$

Чтобы определить, чем вызвана неуравновешенность системы, подсчитаем  $\omega_{\text{ср.г}}$  и  $\omega_{\text{ср.в}}$

$$\omega_{\text{ср.г.}} = \frac{\omega_{\text{ц}} + \omega_{\text{в}}}{2} = \frac{|-60| + |-50|}{2} = -55 \text{ с}$$

$$\begin{aligned} \omega_{\text{ср.в.}} &= \frac{\omega_{\text{в}} + \omega_{\text{ц}} + \omega_{\text{ц}} + \omega_{\text{в}}}{4} = \\ &= \frac{|-60| + |-40| + |-70| + |-95|}{4} = \\ &= \frac{-265}{4} = -63,6 \text{ с} \end{aligned}$$

$$\omega_{\text{ср.в}} - \omega_{\text{ср.г}} = (-63,6) - (-55) = -8,6 \text{ с.}$$

Так как разность между средним мгновенным суточным ходом в вертикальных положениях и средним мгновенным суточным ходом в горизонтальных положениях близка к допустимой величине неизохронности и по абсолютной величине меньше 10 с, то можно считать, что неуравновешенность системы вызвана неуравновешенностью баланса. Если в механизме установлен винтовой баланс, механизм следует передать на динамическую регулировку. В случае безвинтового баланса следует заменить узел баланса.

Наиболее часто встречающиеся дефекты при выполнении операции «пуск механизма в ход».

1. Изохронная погрешность механизма больше допустимой, т. е. большая разница суточных ходов при минимальной и максимальной амплитуде колебания баланса. Она может быть вызвана следующими причинами:

большой зазор спирали в штифтах градусника;  
спираль прижата к одному из штифтов градусника;

неправильно выполнена концевая кривая спирали;  
неправильный выход спирали из колодки.

Не выдержан угол между точками крепления спирали.

2. Изменение между средними суточными ходами в горизонтальных и вертикальных положениях больше допустимого из-за:

большого зазора спирали в штифтах градусника;

неправильного изготовления концевой кривой спирали;

неправильного выхода спирали из колодки;

неконцентричности витков спирали.

3. Изменение точности хода между горизонтальными положениями (циферблатом вверх и вниз) больше допустимого из-за:

неправильного расположения штифтов градусника (непараллельны между собой или неперпендикулярны к плоскости градусника);

задевания спирали за перекладину баланса, колонку или штифты градусника;

задевание концевой кривой за балансый мост;

загрязнения или отсутствия смазки в камнях баланса;  
разных форм концов цапф оси баланса.

4. Отсутствует «самопуск», часы «не берут с места» из-за плохой «выкачки».

## § 97. СМАЗКА МЕХАНИЗМА

Надежная и стабильная работа часового механизма в большей степени зависит от его правильной смазки — как от выбора нужной марки масла, так и от количества масла и точности выполнения операции.

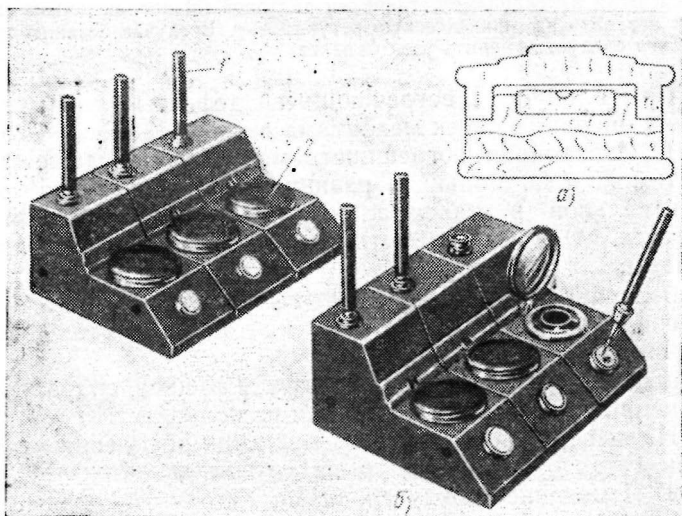


Рис. 242. Масленки:

*а* — простая, *б* — самозакрывающаяся; *1* — маслодозировка, *2* — масленка

Необходимо соблюдать некоторые общие правила, чтобы масло не загрязнилось и не меняло своих свойств: хранить масло надо в темном и прохладном месте в хорошо закупоренных флаконах, наливать его в масленку стеклянной палочкой, заполнять не более чем  $\frac{3}{4}$  объема масленки и заменять масло два раза в смену (утром и после обеденного перерыва). Перед наполнением масленки остатки старого масла обязательно удалять (протирать ее насухо папиросной бумагой). Если масло в масленке засорено, его необходимо немедленно заменить чистым, предварительно тщательно прочистив масленку.

Резервуар для масла в масленках изготавливается из агата или другого материала, химически не воздействующего с маслом.



Для хранения масла применяют простую масленку (рис. 242, *а*) и самозакрывающуюся (рис. 242, *б*), в которой крышка автоматически открывается пружинкой при удалении маслodoзировки из ее подставки. Когда вновь устанавливают маслodoзировку на место, крышка масленки автоматически закрывается.

Маслodoзировки служат для подачи масла в узлы часового механизма и обеспечивают правильную дозировку масла.

Маслodoзировки вставляют в специальные подставки, предохраняющие их от загрязнения.

Изготавливают маслodoзировки из нержавеющей стали нескольких конструкций — от 0 до 8-го номера (табл. 6). Наиболее простая маслodoзировка со втулкой показана на рис. 243, *а*.

Для того чтобы взять правильную дозу масла, такую маслodoзировку следует опускать в масленку на всю длину лопаточки под углом примерно  $60^\circ$  (рис. 244).

Кроме простой маслodoзировки применяется маслodoзировка игольчатого типа (рис. 243, *б*). Маслodoзировка представляет собой цилиндрическую трубку 8 с сужением на конце 7, закрытую с внутренней стороны выступающей внутренней иглой 6. Игла приводится в движение выступающим штифтом 5.

Регулировка величины дозы производится эксцентричным винтом 4, изменяющим величину перемещения иглы. Выступающую иглу маслodoзировки подвести к смазываемой поверхности и легким нажатием утопить

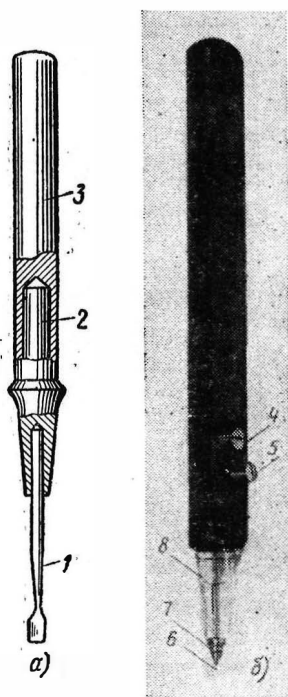
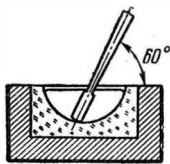


Рис. 243. Маслodoзировки:

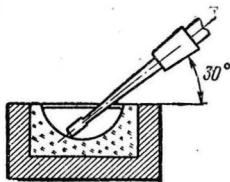
*а* — простая, *б* — игольчатая; 1 — наконечник, 2 — держатель, 3 — ручка, 4 — эксцентриковый винт, 5 — штифт, 6 — внутренняя игла, 7 — суженный конец, 8 — цилиндрическая трубка

## Характеристика и размеры маслодозировок

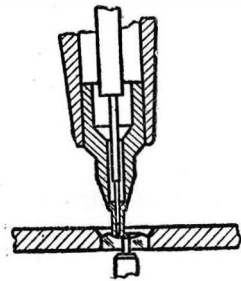
Номер масло- дозировки	Размеры лопаточки, мм				Форма лопаточки
	ширина А	длина Б	толщина С	диаметр иглы перед лопаточкой	
0	0,15 <sub>-0,035</sub>	0,20 <sub>-0,04</sub>	0,08 <sub>-0,02</sub>	0,08 <sub>-0,02</sub>	Клино- образная с расши- рением к концу
1	0,2 <sub>-0,04</sub>	0,3 <sub>-0,04</sub>	0,1 <sub>-0,03</sub>	0,1 <sub>-0,03</sub>	
2	0,25 <sub>-0,04</sub>	0,5 <sub>-0,04</sub>	0,15 <sub>-0,03</sub>	0,15 <sub>-0,03</sub>	
3	0,3 <sub>-0,05</sub>	0,7 <sub>-0,05</sub>	0,15 <sub>-0,03</sub>	0,20 <sub>-0,04</sub>	
4	0,4 <sub>-0,05</sub>	0,9 <sub>-0,05</sub>	0,2 <sub>-0,04</sub>	0,3 <sub>-0,04</sub>	Круглая
5	0,55 <sub>-0,05</sub>	1,2 <sub>-0,05</sub>	0,2 <sub>-0,04</sub>	0,4 <sub>-0,05</sub>	
6	1,0 <sub>-0,1</sub>	1,2 <sub>-0,1</sub>	0,2 <sub>-0,05</sub>	0,75 <sub>-0,2</sub>	
7	1,5 <sub>-0,1</sub>	1,7 <sub>-0,1</sub>	0,03 <sub>-0,05</sub>	1,0 <sub>-0,2</sub>	
8	2,0 <sub>-0,1</sub>	2,0 <sub>-0,1</sub>	0,03 <sub>-0,05</sub>	1,2 <sub>-0,2</sub>	



а)



б)



в)

Рис. 244. Расположение маслодозировки в масленке:

а — правильное, б — неправильное, в — смазка игольчатой маслодозировкой

иглу до соприкосновения торца втулки с местом смазки. В этот момент нажать на штифт до упора и отпустить — произойдет смазка.

Опоры основной колесной системы и хода смазывают из специальных полуавтоматов с маслодозировками

игольчатого типа, которые одновременно дают масло в 9—11 точек механизма (рис. 245).

Места смазки механизма мужских наручных часов показаны на рис. 246. Места смазки, марки масел, номера маслodoзировок приведены в табл. 7 и 8.

В зависимости от конструкции часов принятого технологического процесса отдельные детали смазывают или во время сборки узла, или на специальной операции

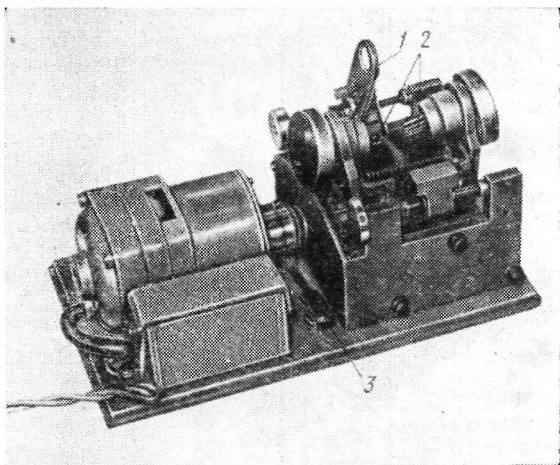


Рис. 245. Полуавтоматический прибор для смазки часового механизма:

1 — пластина для установки механизма, 2 — маслodoзировка, 3 — ручка включения

«смазка механизма». Смазку наносят на детали, очищенные от пыли и промывочных жидкостей. Доза смазки должна строго выдерживаться.

При излишнем количестве масла на накладном камне, например, оно растечется по камню, а в случае перекоса камня может попасть на накладку. При малой дозе масло может не заполнить масляный зазор и цапфа оси баланса будет работать без смазки. Кроме того, маленькая доза масла скорее высохнет. Правильность смазки проверяют, поместив часовой механизм на микроскоп с увеличением  $32\times$  или  $36\times$ .

Смазывать узел баланса со стороны витков спирали нельзя, так как масло может попасть на спираль и ее

**Места смазки узлов часового механизма  
(мужских наручных часов)**

Место смазки	Масло	Номер маслодозировки	Количество масла
Цапфы вала барабана в сопряжении с крышкой и корпусом барабана	МЦ-3	3	По одной капле
Заводная пружина . . .	МЦ-3	6	Одну каплю, распределяя по поверхности пружины
Цапфа вала барабана в сопряжении с платиной и мостом . . . . .	МЦ-3	3	По одной капле
Кулачковая муфта — заводной рычаг . . . . .	РС-1	4	Тонкий слой
Заводной вал — переводной рычаг . . . . .	РС-1	4	То же
Косые зубья заводного триба . . . . .	РС-1	4	»
Переводной рычаг — заводной рычаг . . . . .	РС-1	4	»
Фиксатор — штифт переводного рычага . . . . .	РС-1	4	»
Грани и цапфы заводного вала . . . . .	РС-1	4	»
Заводное колесо — накладка заводного колеса . . . . .	МЦ-3	2	Одну каплю
Верхняя и нижняя цапфы центрального триба под посадку триба минутной стрелки, нижний камень секундного колеса . . . . .	МЗП-6	2	По одной капле
Верхние и нижние камни промежуточного и анкерного колес и верхний камень секундного колеса . . . . .	МЗП-6	3 или 2 (в зависимости от модели)	То же
Верхний и нижний камни баланса . . . . .	МБП-12	3(для простых часов) 1(для часов с противударным устройством)	» По одной капле в сквозной и на накладной камени
Палеты входа и выхода	МБП-12	1	По одной капле на плоскость импульса

Таблица 8

**Дополнительные места смазки узлов часового механизма  
с дополнительными устройствами и сложными кинематическими  
схемами**

Место смазки	Масло	Номер маслодозиро- вки	Количество масла
Верхние и нижние цапфы передаточных колес часов с автоподзааводом	МЗП-6	2	По одной капле
Верхние и нижние цапфы колес и трибов автоподзавода . . . . .	МЗП-6	2	То же
Ось инерционного сектора, стрелочного триба, на колонку триба вксельного колеса . . . . .	МЦ-3	2	»
На втулки колес переключателя и под переключатель . . . . .	МЗП-6	3	»
Барабанные колеса автоподзавода . . . . .	МЦ-3	4	По одной капле на два противоположных паза
На колонки колес календаря . . . . .	МЗП-6	2	По одной капле
На кулачок толкателя . . . . .	МЦ-3	3	Одну каплю
Верхние и нижние цапфы колеса боя и якоря сигнального устройства . . . . .	МЗП-6	3	По одной капле
На рабочую плоскость якоря . . . . .	РС-1	4	Тонким слоем
На оси колес переключателя . . . . .	МЦ-3	2	По одной капле
Переводной рычаг — переключатель . . . . .	МЦ-3	3	То же

Примечание. В зависимости от конструктивных особенностей часового механизма некоторые места смазки могут быть изменены.

витки могут слипнуться. Палеты смазывают со стороны импульсных плоскостей (по одной капле). При этом следят, чтобы масло не попадало на плоскость покоя палеты, на поверхности анкерной вилки и анкерного колеса.

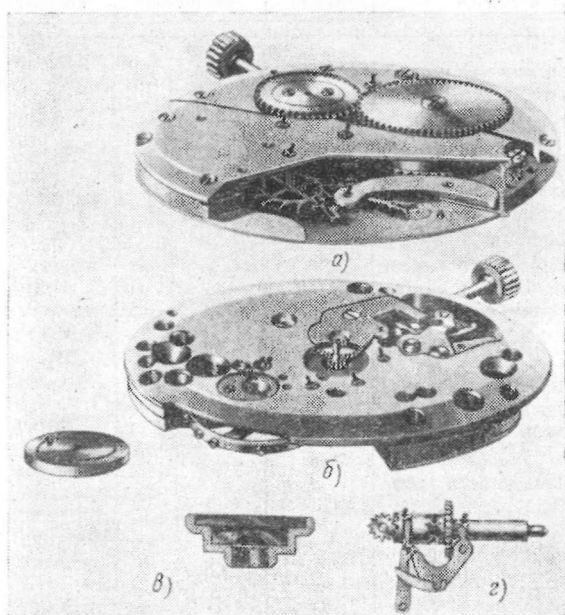


Рис. 246. Схема смазки часового механизма:

*а* — вид механизма со стороны мостов, *б* — вид механизма со стороны платины, *в* — шатон, *г* — механизм заводки часов и перевода стрелок

При смазке колесной системы следят, чтобы масло заполняло  $\frac{3}{4}$  объема масленки камня. Если объем, занимаемый маслом, будет больше, масло будет растекаться по поверхности камня. Уменьшение дозы масла также не допускается, так как масло быстро высыхает. Чтобы смазать камень, к нему прикасаются лопаточкой маслодозировки со стороны его масленки.

Узел ремонтуара смазывают, установив детали в положение «перевод стрелок». Маслодозировкой № 4 наносят тонкий слой густой смазки РС-1 в места соприкосновения заводного и переводного рычагов, фиксатора со

штифтом переводного рычага, в выточку кулачковой муфты под заводной рычаг, в выточку заводного вала под переводной рычаг, на противоположные грани заводного вала и на цапфу заводного вала. После смазки механизм переключают 2—3 раза из положения «перевод стрелок» в положение «заводка».

#### § 98. ДИНАМИЧЕСКАЯ РЕГУЛИРОВКА СУТОЧНОГО ХОДА

Для динамического регулирования суточного хода используют следующие инструменты, приспособления и приборы: цанговую отвертку для винтов баланса, пинцет, подставку и специальную тару для шайб, надфиль плоский мелкий, прибор для проверки точности хода часов П-12, ППЧ-6 или ППЧ-7 с микрофоном, номограммы или регулировочные таблицы, регулировочные шайбы толщиной 0,01, 0,02, 0,03, 0,04 и 0,05 мм.

На динамическую регулировку поступают механизмы, нуждающиеся в регулировке после операции «пуск механизма в ход». Для того чтобы обеспечить необходимую точность хода, часы регулируют при двух степенях заводки пружины: при заводке пружины не более чем на 2—2,5 оборота барабанного колеса, т. е. при амплитуде колебания баланса 150—170° и при полностью заведенной пружине, т. е. при амплитуде колебания баланса свыше 270°.

Регулировку часов осуществляют в шести классических положениях: в двух горизонтальных (циферблатом вверх и вниз) и в четырех вертикальных (заводной головкой вверх, вниз, вправо и влево).

Для того чтобы на глаз было легче определить амплитуду колебания баланса, обычно выбирают соответствующие ориентиры. Например, в часах модели 2209 условными ориентирами для визуального определения амплитуды колебания баланса служат: до винта моста анкерной вилки 180°, дальше до камня оси анкерной вилки 260—270°.

Кроме того, для объективного определения амплитуды колебаний баланса служат специальные электронные приборы (см. рис. 214).

Перед началом динамической регулировки механизм устанавливают на рабочую подставку и спускают заводную пружину. Затем устанавливают амплитуду колебаний баланса в пределах 150—170° в положении механиз-

ма заводной головкой вниз, для чего заводят заводную пружину не более чем на 2—2,5 оборота барабанного колеса.

Закрытый пыльник механизм устанавливают на микрофон прибора для проверки точности хода часов и проверяют мгновенный суточный ход в шести положениях: циферблатом вверх и вниз, заводной головкой вверх, вниз, вправо и влево. Продолжительность проверки в каждом положении должна быть не менее 30 с. Если мгновенные суточные хода при этом соответствуют требованиям, предъявляемым к механизму, то часы считаются годными и передаются на следующую операцию. Если мгновенные суточные хода не соответствуют предъявляемым требованиям, то производят динамическую регулировку механизма.

Динамическая регулировка производится в следующих случаях:

если мгновенный суточный ход не соответствует требуемой величине, а разность мгновенных суточных ходов в вертикальных положениях не превышает допустимой, мгновенный суточный ход следует исправить, навесив шайбы под противоположные винты, при уходе часов вперед и, засверлив или опилив головки диаметрально противоположных винтов, при отставании часов.

Если максимальная разность мгновенных суточных ходов в вертикальных положениях превышает допустимую величину, но при этом не превышает 90 с (для часов нормального калибра), то баланс нужно уравновесить одним из способов: по номограмме или по специальным регулировочным таблицам.

Рассмотрим оба эти способа.

**Способ регулировки по номограмме.** Этот способ заключается в следующем. Определяют алгебраическую разность мгновенных суточных ходов в противоположных положениях: заводной головкой вверх и вниз, вправо и влево. Если мгновенные суточные хода имеют одинаковый знак, то из большего показания вычитают меньшее. Если мгновенные суточные хода имеют разные знаки, то показания складывают и принимают знак большего по абсолютной величине мгновенного суточного хода.

Полученные результаты откладывают на номограмме соответственно знакам и положениям (рис. 247). Из



полученных точек восстанавливают перпендикуляры до пересечения их между собой. Точка пересечения прямых определяет положение центра тяжести. Если через ось баланса и центр тяжести мысленно провести прямую, то она, пересекая обод баланса, покажет расположение утяжеленного участка.

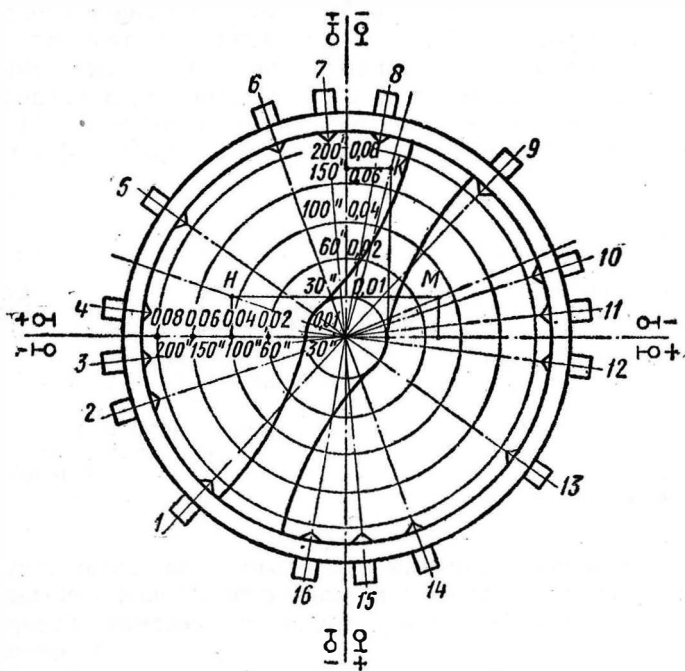


Рис. 247. Номограмма для регулировки часов

Пример 1.

Часы имеют мгновенный суточный ход в пяти положениях:

Положение часо-  
во механизма . . .



Мгновенный суточ-  
ный ход, с . . .






—60      —40      —20      —80      —10

При смене положения часов заводной головкой вверх на положение заводной головкой вниз мгновенный суточный ход изменяется на —20 с, а при смене положения заводной головкой вправо на положение заводной головкой влево на —70 с.

Полученные величины  $|-20|$  и  $|-70|$  откладываем на соответствующих осях номограммы и из полученных точек восстанавливаем перпендикуляры, точка пересечения которых (точка  $M$ ) будет находится между второй и третьей окружностью, против винта № 10. Следовательно, для того чтобы ликвидировать неуравновешенность, надо под винт № 2 подложить шайбу толщиной 0,03 мм. После утяжеления баланса часы в горизонтальном положении замедлят ход, так как установка шайбы толщиной 0,03 мм изменит мгновенный суточный ход в пределах 65—80 с, и часы в горизонтальном положении будут иметь мгновенный суточный ход в пределах +5 или +20 с.

**Пример 2.**

Часы имеют мгновенный суточный ход в пяти положениях:






Положение механизма . . . . .					
Мгновенный суточный ход, с . . . . .	+80	+127	-43	+17	+32

При смене положения заводной головкой вверх на положение заводной головкой вниз мгновенный суточный ход изменится на  $|+127| - |-43| = 170$  с, при смене положения заводной головкой вправо на положение заводной головкой влево на  $|+17| - |+32| = 15$  с.

Полученные величины откладываем на соответствующих осях номограммы и из полученных точек восстанавливаем перпендикуляры, точка пересечения которых (точка  $K$ ) находится между четвертой и пятой окружностью, против винта № 8. Следовательно, для того чтобы ликвидировать неуравновешенность, следует облегчить винт № 8, так как часы отстают в горизонтальном положении. Облегчение винта убыстрит ход часов в горизонтальном положении.

**Пример 3.**

Часы имеют мгновенный суточный ход в пяти положениях:

Положение механизма . . . . .					
Мгновенный суточный ход, с . . . . .	-100	-10	+15	+60	-40

Изменение мгновенного суточного хода при смене положения заводной головкой вверх на положение заводной головкой вниз состав-

вит  $|-10| - |+15| = -25$  с, при смене положения заводной головкой вправо на положение заводной головкой влево  $|+60| - |-40| = +100$  с.

Полученные величины откладываем на соответствующих осях номограммы и из полученных точек восстанавливаем перпендикуляры, точка пересечения которых (точка  $H$ ) находится на третьей окружности, против винтов № 4 и № 5. Следовательно, для того чтобы ликвидировать неуравновешенность, надо под винты № 12 и 13

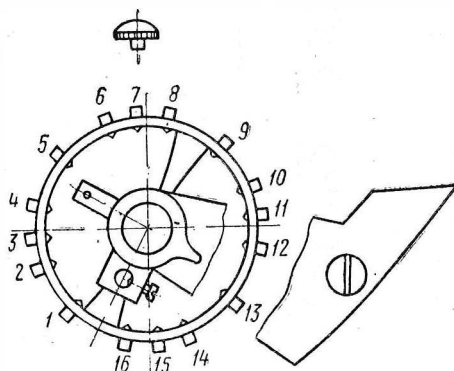


Рис. 248. Расположение винтов в часах «Полет» модели 2209

подложить шайбы толщиной 0,02 мм. После утяжеления баланса часы в горизонтальном положении замедлят ход. Так как две шайбы толщиной по 0,02 мм дадут замедление хода примерно на 90—100 с, то часы в горизонтальном положении будут иметь мгновенный суточный ход в пределах от 0 до —10 с.

**Способ регулировки с применением таблиц.** Этот способ состоит в следующем. Механизм регулируют, подкладывая под винты или снимая шайбы, согласно таблице в том случае, если максимальная величина мгновенных суточных ходов в вертикальных положениях не превышает 90 с.

На рис. 248 показано расположение винтов на балансе часов «Полет» (модель 2209).

Величину суточного хода определяют в четырех вертикальных положениях: заводной головкой вверх, вниз, вправо и влево.

**Исправление неуровновешенности системы баланс — спираль  
в часах «Полет» модели 2209**

Исправление	Положение часов, в которых прибор П-12 показывает положительную поправку суточного хода, — часы спешат относительно показания в другом положении							
	8	8 9	9	9 10	10	10 11	11	11 8
Подложить соответствующую шайбу под винт, если поправка (+), т. е. часы спешат . . .	7	9	11	13	15	1	3	5
Облегчить винт, если поправка (—), т. е. часы отстают . . . . .	15	1	3	5	7	9	11	1







Затем определяют положения механизма, в которых часы спешат относительно других положений. По табл. 9 находят, в каком месте расположен утяжеленный участок и какой винт при этом следует утяжелить или облегчить.

Обычно при регулировке утяжеляют облегченный участок в том случае, если во всех положениях часы спешат, или облегчают утяжеленный участок, если во всех положениях часы отстают.





Если часы имеют большой мгновенный суточный ход, то в начале регулировки подкладывают или снимают шайбы с двух противоположных винтов, в зависимости от того, спешат часы или отстают.

**Пример 1.**

При амплитуде 150° часы имеют следующие мгновенные суточные ходы:

Положение механизма . . . . .						
Мгновенный суточный ход, с . . . . .	+40	+40	+10	+80	+60	+60

Утяжеленный участок определяем по табл. 9. Так как наибольшее опережение часов в положении заводной головкой влево равно +80 с, находим по таблице, что под винт № 3 следует подложить шайбу толщиной 0,05 мм, после чего вновь проверяем часы на приборе. Получаем следующие данные:

Положение механизма . . . . .				
Мгновенный суточный ход, с . . . . .	+30	+10	+20	+30

Часы имеют мгновенный суточный ход с опережением, и величина его несколько превышает допустимую.

Проводим дополнительную регулировку градусником, в результате которой получаем:

Положение часов . . . . .						
Мгновенный суточный ход, с . . . . .	0	-10	-20	0	0	+10

Часы соответствуют заданной точности при амплитуде 150°.

Заводим пружину часов полностью и проверяем точность хода в положениях циферблатом вверх и вниз. При этом точность часов составляет +10 с, когда они находятся в положении циферблатом вверх, и +20 с, когда повернуты циферблатом вниз, т. е. часы отрегулированы правильно.

**Пример 2.**

При амплитуде 150° часы имеют следующие мгновенные суточные ходы:

Положение механизма . . . . .						
Мгновенный суточный ход, с . . . . .	0	-10	+40	-40	+90	+90

В соответствии с таблицей облегчаем винт № 3, после чего получим:

Положение механизма . . . . .						
Мгновенный суточный ход, с . . . . .	0	-10	+10	+10	+10	+10

Часы соответствуют требованиям технологического процесса, поэтому заводим пружину полностью и проверяем точность хода в положениях циферблатом вверх и вниз, получаем мгновенные суточные ходы в положении механизма циферблатом вверх и вниз +20 с, т. е. часы отрегулированы правильно.

**Пример 3.**

При амплитуде 150° часы имеют следующие мгновенные суточные ходы:

Положение механизма . . . . .						
Мгновенный суточный ход, с . . . . .	+33	+52	+13	+93	+43	+43

Так как часы имеют тенденцию к опережению во всех положениях, то следует подложить шайбы толщиной 0,03 мм под два противоположных винта.

После этого мгновенные суточные ходы опять определяем на приборе. Показания в соответствующих положениях механизма равны:

Положение механизма . . . . .				
Мгновенный суточный ход, с . . . . .	-13	-21	-32	+33

По таблице находим, что следует облегчить винт № 11, после подсверления головки винта получаем:

Положение механизма . . . . .				
Мгновенный суточный ход, с . . . . .	-3	+13	+40	+8

Проводим дополнительную регулировку градусником, в результате которой получаем:

Положение механизма . . . . .						
Мгновенный суточный ход, с . . . . .	-17	-13	-11	-7	0	-15

Заводим пружину часов полностью в положение механизма циферблатом вверх, получаем точность хода 0 с, а в положение циферблатом вниз —10 с, т. е. часы отрегулированы правильно.

### § 99. КОНТРОЛЬ РЕГУЛИРОВКИ МЕХАНИЗМА И ЧАСОВ

Контроль регулировки механизма. После регулировки механизма производят контроль ее, для чего механизм заводят на 1,5 оборота барабанного колеса и обеспечивают амплитуду колебаний баланса 160—170°. Механизм устанавливают на микрофон прибора и проверяют мгновенный суточный ход часов в шести положениях: циферблатом вверх и вниз, заводной головкой вверх, вправо, вниз и влево. В каждом положении механизмы выдерживают по 30 с. Величина суточного хода механизма должна быть в пределах: —5 с и +40 с и 2-го класса —10 с и для часов 1-го класса +60 с (3-я группа); для часов 1-го класса —15 с +50 с и 2-го класса —15 с и +70 с (2-я группа).

Запись на ленте прибора должна быть в виде одной или двух прямых линий. Расстояние между двумя линиями должно быть не более 2 мм. Механизмы, у которых максимальный суточный ход выходит за допустимые пределы, но максимальная разность суточных ходов не превышает 40 с, подрегулируют градусником и вновь проверяют в тех же положениях. Годные механизмы заводят полностью и проверяют в тех же положениях.

Кроме величины мгновенного суточного хода, механизмы должны удовлетворять предъявляемым к ним требованиям по форме записи хода на ленте прибора.

Просвет между линиями записи («выкачка») не должен превышать 2 мм. Изменение линии хода в одном положении не должно быть больше 10—15 с. Нечеткая запись не допускается.

При контроле допускается подрегулировка часов градусником или исправление «выкачки» при наличии в часах регулятора с подвижной колонкой.

После регулировки часов градусником, последний может быть смещен от своего среднего положения так, чтобы при его повороте в любое из крайних положений суточный ход мог изменяться в пределах не меньше 120 с.

Часы бракуются при контроле регулировки, если: не соответствуют требованиям по величине мгновенного суточного хода или амплитуды колебаний баланса;

остановились при контроле;

не соответствуют требованиям по форме записи.

Контроль регулировки часов. Последней операцией регулировки является контроль после вставки механизма в корпус и установки всех дополнительных устройств (в часах с дополнительными устройствами).

Контроль производится на специальном рабочем месте Пр-412, имеющем 5 шт. приборов ППЧ, программные микрофоны П-71 и амплитудомер.

Часы полностью заводят и оставляют на сутки в шкафу в положении заводной головкой вправо. Оставшиеся часы или часы с большой разницей по времени бракуют.

Часы, прошедшие  $24 \pm 1$  ч, устанавливают на приборы и проверяется мгновенный суточный ход в четырех положениях: циферблатом вверх, заводной головкой влево, вниз и вверх. Одновременно проверяется амплитуда колебаний баланса в положении заводной головкой вниз. В каждом положении часы должны находиться при непрерывной записи в течение 30 с. Величина суточного хода не должна превышать: для часов 1-го класса  $-20$  с и  $+40$  с и 2-го класса  $-20$  с и  $+60$  с (3-я группа); для часов 1-го класса  $-20$  с и  $+55$  с и 2-го класса  $-25$  с и  $+80$  с (2-я группа).

Величина амплитуды колебания баланса должна быть не менее  $180^\circ$ . Затем часы заводятся на полный завод и через 15—20 мин проверяется величина суточного хода в тех же положениях. Допуски на величину суточного хода при полном заводе пружины те же, что и спустя сутки работы часов.

Кроме величины суточного хода часы должны удовлетворять предъявляемым требованиям по форме записи на ленте прибора.

Просвет между линиями записи (выкачка) не дол-



жен превышать 2 мм. Изменение линии хода в одном положении не должно быть больше 10—15 с. Запись должна быть четкой, нечеткая запись не допускается.

#### § 100. СБОРКА УЗЛА КАЛЕНДАРЯ

Для сборки узла календаря применяются следующие инструменты и приспособления: пинцет, лупа (3,5<sup>x</sup>), отвертка, масленка с маслом и маслodosировка, подставка для часового механизма. Сборка календаря в зависимости от его конструкции может быть несколько различна.

Сборка одинарного календаря. Установив механизм на подставку циферблатной стороной вверх, смазывают маслodosировкой № 2 маслом МЗП-6 колонку второго колеса календаря, надевают на нее второе колесо календаря, приворачивают его винтом и проверяют радиальный и осевой зазоры. Зазоры должны быть в пределах 0,01—0,04 мм.

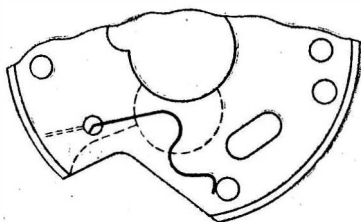


Рис. 249. Установка пружины переключателя дат в мосту

Затем на платину устанавливают переключатель дат так, чтобы штифт платины входил в паз переключателя и фиксатор календаря. Штифт фиксатора должен свободно входить в отверстие платины. Далее на механизм устанавливают кольцо календаря, выступ фиксатора должен войти во впадину одного из зубьев.

В расточку моста календаря вставляют пружину переключателя дат (рис. 249), мост устанавливают на платину так, чтобы кольцо календаря зубьями вошло в расточку моста и привертывают его винтами. Головки винтов не должны выступать над плоскостью моста. После этого проверяют осевой и радиальный зазоры кольца календаря. Они должны быть: осевой 0,03—0,05 мм и радиальный 0,02—0,08 мм. Вращение кольца должно быть свободным. В расточку моста календаря устанавливают пружину фиксатора.

Надев на триб минутной стрелки монтажное часовое колесо с первым колесом календаря, проверяют

работу механизма календаря. Для этого механизм ремонтара устанавливают в положение «Перевод стрелок» и вращением заводной головки против часовой стрелки заводят штифт второго класса календаря за выступ переключателя дат. Затем при вращении заводной головки против часовой стрелки переключатель дат, спадая со штифта второго колеса календаря, должен повернуть колесо календаря на 1 зуб. Переключение должно быть плавным и отчетливо фиксироваться на каждом зубе. Для обеспечения этого допускается подгибка переключателя дат и фиксатора. Проверку производят на всех зубьях и, окончив ее, снимают монтажное часовое колесо.

Сборка двойного календаря. Установив механизм на подставку циферблатной стороной вверх, смазывают маслodoзирoвкой № 2 маслом МЦ-3 колонку платины под корректор, в отверстие платины устанавливают рычаг корректора с осью. На колонку надевают корректор так, чтобы рычаг корректора контактировал с радиусной частью корректора. Затем проверяют радиальный зазор корректора, который должен быть в пределах 0,01—0,035 мм. Устанавливают на платину пружину корректора, длинный конец ее должен контактировать с корректором. Смазывают маслodoзирoвкой № 1 маслом МЦ-3 радиус корректора и колонку платины под колесо суточное.

После этого на триб минутной стрелки устанавливают узел часового колеса с колесом календаря, берут из тары пружину толкателя и, придерживая наперстком, устанавливают в расточку платины. На платину устанавливают толкатель так, чтобы штифт платины вошел в паз переключателя, а радиусная часть толкателя взаимодействовала с пружиной толкателя. Затем на колонку платины фаской вверх устанавливают суточное колесо со штифтами, нижний штифт колеса должен располагаться в зоне между толкателем и часовым колесом. Числовое кольцо устанавливают на платину так, чтобы толкатель вошел во впадину между зубьями, затем берут фиксатор числового кольца и устанавливают его отверстием на штифт платины, а фиксирующим выступом— во впадину между зубьями числового кольца. В расточку платины устанавливают пружину фиксатора длинным концом к фиксатору и проверяют ее работу. При проверке фиксатор отводят в сторону и под дей-

ствием пружины он должен вернуться в исходное положение. Если механизм работает правильно, устанавливают на платину мост календаря, привертывают его винтами и проверяют осевые зазоры колеса суточного, числового кольца и толкателя. Они должны быть в пределах: колеса суточного 0,02—0,06 мм, числового кольца 0,03—0,09 мм и толкателя 0,02—0,1 мм.

Затем проверяют работу толкателя, для чего заводной вал ставят в положение «Перевод стрелок» и, придерживая часовое колесо наперстком, вращают заводную головку в направлении вращения часовой стрелки; заводят нижний штифт колеса суточного за выступ переключателя. При дальнейшем вращении заводной головки переключатель, спадая со штифта суточного колеса, должен повернуть числовое кольцо на один зуб. Переключение числового кольца должно быть мгновенным и отчетливо фиксироваться на каждом зубе. После этого проверяют работу корректора, для чего нажимают на рычаг корректора. При этом должно произойти мгновенное переключение числового кольца на один зуб.

Первая половина календаря собрана. Начинают сборку второй половины календаря. Фиксатор звездочки укладывают на подставку расточкой вниз и в паз коротким концом устанавливают пружину фиксатора звездочки. Фиксатор звездочки с пружиной устанавливают на мост календаря расточкой под колонку моста, заводят длинный конец пружины за колонку моста и проверяют работу пружины фиксатора, для чего отводят его в сторону. Под действием пружины фиксатор должен вернуться в исходное положение. После этого берут диск дней недели со звездочкой и устанавливают его на втулку часового колеса так, чтобы фиксатор звездочки вошел во впадину между зубьями звездочки.

Звездочку закрепляют шайбой и проверяют визуальное осевой и радиальный зазоры диска дней недели, которые должны быть: осевой 0,005—0,105 мм и радиальный 0,008—0,031 мм. Затем проверяют срабатывание двойного календаря, для чего устанавливают заводную головку в положение «Перевод стрелок», и вращают ее в направлении вращения часовой стрелки. Смена числа и дня недели должны происходить одновременно, числовое кольцо и диск дней недели должны отчетливо фиксироваться на каждом зубе.

Для сборки механизма автоподзавода применяют следующие приспособления и инструменты: пинцет, лупа (3,5<sup>x</sup>), отвертка, маслодозировка и масленка с маслом МЗП-6, потанс для передвижки камней.

В зависимости от конструкции узла автоподзавода сборка его может происходить непосредственно на механизме или собирается отдельно блок, который уже в собранном виде устанавливается на механизм.

Сборка узла автоподзавода на механизме. С часов снимают крышку корпуса, кладут на прокладку стеклом вниз и спускают заводную пружинку. Для чего отводят собачку от барабанного колеса и, придерживая заводную головку, плавно спускают заводную пружину. Затем маслодозировкой № 2, маслом МЗП-6 смазывают нижние камни 2-го и 3-го колес подзавода, триба подзавода первого, реверсивных муфт и верхний камень 4-го колеса подзавода и устанавливают в механизм 2-е и 3-е колеса подзавода, реверсивные муфты и триб подзавода первый. Перед установкой реверсивных муфт производят их дополнительную проверку.

Взяв пинцетом реверсивную муфту за триб, слегка вращают реверсивное колесо в направлении по часовой стрелке. Колесо должно свободно вращаться. При вращении колеса против часовой стрелки оно должно оставаться неподвижным.

После установки колес подзавода и реверсивных муфт на платину устанавливают мост подзавода, привертывают его винтами и проверяют осевые и радиальные зазоры колес и триба подзавода. Зазоры должны быть: триба подзавода первого — осевой от 0,02 до 0,04 мм и радиальный от 0,015 до 0,025 мм. У колеса подзавода первого и реверсивных муфт — осевой зазор от 0,02 до 0,04 мм и радиальный от 0,015 до 0,025 мм, у колеса подзавода второго — осевой зазор от 0,02 до 0,055 мм и радиальный от 0,01 до 0,034 мм. При необходимости установки осевого зазора возможна передвижка камней в мосту подзавода. После установки зазоров смазывают камни моста подзавода маслом МЗП-6, маслодозировкой № 2. Затем на мост ангренажа устанавливают ось инерционного сектора, привертывают ее винтами, смазывают маслом МЦ-3, маслодозировкой № 2,

устанавливают на нее инерционный сектор и закрепляют его замком.

После этого проверяют осевой и радиальный зазоры инерционного сектора, которые должны быть в пределах: осевой 0,015—0,03 мм и радиальный 0,002—0,004 мм. При необходимости подборка осевого зазора производится за счет замены замка инерционного сектора. После подбора замка его привертывают винтом и производят проверку работы механизма автоподзавода.

При слабых покачиваниях и наклонах механизма инерционный сектор должен вращаться и вращать колеса подзавода и барабанное колесо. При этом он не должен задевать за детали механизма. Вращение инерционного сектора должно быть плавным в обе стороны.

Сборка узла автоподзавода отдельным блоком. На подставку устанавливают нижний мост подзавода, маслodosировкой № 2 маслом МЦ-3 смазывают колодки моста по диаметру, заплечикам и под головкой винта. Берут второе колесо подзавода, устанавливают его на колонку нижнего моста, привертывают его винтом и проверяют визуально осевой и радиальный зазоры. Зазоры должны быть в пределах: осевой от 0,02 до 0,055 мм и радиальный от 0,01 до 0,034 мм. Затем берут верхний мост подзавода, кладут его на подставку, устанавливают на мост ось инерционного сектора и привертывают ее винтами. На этот же мост устанавливают реверсивные муфты и первое колесо подзавода. После чего на верхний мост устанавливают нижний мост со вторым колесом подзавода, привертывают винтами и проверяют визуально осевые и радиальные зазоры первого колеса подзавода и реверсивных муфт. Зазоры должны быть в пределах: осевые 0,02—0,04 мм и радиальные 0,015—0,025 мм.

При необходимости установки осевых зазоров производят передвижку камня в верхнем мосте подзавода. После проверки зазоров смазывают маслом МЦ-3, маслodosировкой № 2 верхние и нижние камни реверсивных муфт и первого колеса подзавода.

Собранный блок автоподзавода устанавливают в механизм, для этого часы укладывают на прокладку стеклом вниз, отвертывают винт моста ангренажа из колонки, на мост устанавливают собранный механизм подзавода и привертывают его винтами. Смазывают ось инерционного сектора маслом МЦ-3 и устанавливают на

нее инерционный сектор. Проверяют радиальный зазор сектора на оси, который должен быть в пределах 0,002—0,004 мм и закрепляют инерционный сектор замком. После чего снова проверяют осевой зазор сектора, который должен быть в пределах 0,015—0,03 мм, зазор обеспечивают подбором замка.

После сборки производят проверку работы механизма подзавода. При слабых покачиваниях и наклонах механизма инерционный сектор должен вращаться и вращать колеса подзавода и барабанное колесо.

## § 102. УСТАНОВКА ЦИФЕРБЛАТА И СРЕЛОК

Для установки циферблата и стрелок применяют следующие инструменты и приспособления: пинцет, лупу (3,5 $\times$ ), подставку, воздушный пистолет или резиновую грушу для продувки, отвертку для винтов циферблата, потансы для насадки часовой, минутной и секундной стрелок, приспособление для снятия часовой стрелки.

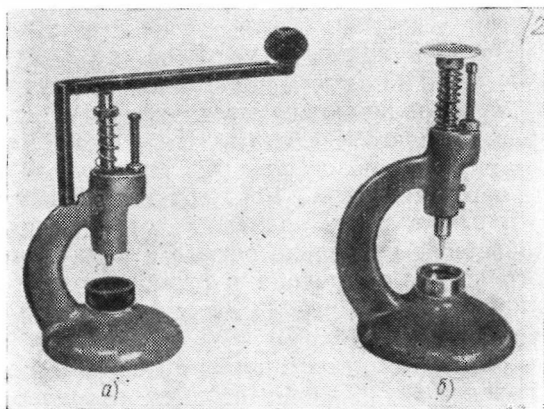


Рис. 250. Потансы для установки стрелок:

а — часовой и минутной, б — секундной

Перед установкой циферблата и стрелок осматривают механизм, проверяют плавность перевода стрелок и работу заводного механизма часов, затем весь механизм и циферблат продувают сжатым воздухом и устанавли-

вают часы на подставку циферблатной стороной вверх. На триб минутной стрелки надевают часовое колесо, фольгу и укладывают циферблат ножками в соответствующие отверстия платины. Прижимая циферблат к механизму через папиросную бумагу, его закрепляют двумя винтами.

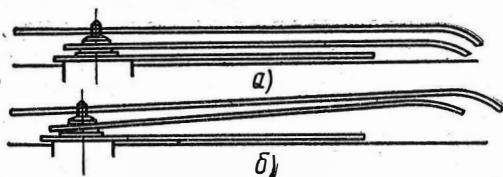


Рис. 251. Установка стрелок в часовом механизме:  
*а* — правильное, *б* — неправильное

Проверяют наличие зазора между часовым колесом и циферблатом и работу фольги. Под действием фольги часовое колесо должно прижиматься к трибу минутной стрелки и не выходить из зацепления с вексельным трибом.

Затем механизм устанавливают на потансе (рис. 250, *а*) и напрессовывают часовую стрелку на втулку часового колеса. Зазор между часовой стрелкой и циферблатом проверяют на глаз — он должен находиться в пределах 0,36—0,56 мм. На этом же потансе напрессовывают минутную стрелку на триб, проверяют зазор между часовой и минутной стрелками — он должен быть 0,07—0,35 мм.

После установки стрелок проверяют согласованность их показаний на цифрах 3, 6, 9 и 12: при совмещении минутной стрелки с цифрой 12 отклонение часовой стрелки от соответствующего деления (3, 6, 9 и 12) не должно превышать половины минутного деления шкалы циферблата.

Секундную стрелку на секундный триб напрессовывают на другом потансе (рис. 250, *б*). Зазор между минутной и секундной стрелками должен быть равен 0,15—0,44 мм.

Все стрелки должны быть параллельны между собой и параллельны циферблату (рис. 251).

Изгиб конца минутной стрелки должен начинаться, приблизительно за 2—3 мм до конца стрелки. Изгиб секундной стрелки должен начинаться одновременно с изгибом минутной стрелки.

Окончив сборку, проверяют прочность посадки стрелок (они не должны соскакать с осей при легком подъеме их пинцетом), а также наличие осевого зазора часового колеса относительно триба минутной стрелки и циферблата (втулка часового колеса не должна быть зажата минутной стрелкой). Максимальный осевой зазор часового колеса должен быть таким, чтобы часовое колесо не выходило из зацепления с вексельным трибом.

Заключительным переходом является проверка плавности перевода стрелок, который должен быть легким, плавным, без рывков.

Установка циферблата и стрелок в часах с календарным устройством несколько отличается от обычной из-за календаря.

Механизм помещают на подставку циферблатной стороной вверх, на триб минутной стрелки устанавливают часовое колесо и фольгу. Затем вставляют ножки циферблата в соответствующие отверстия платины, и прижимая его к механизму, привертывают двумя винтами. После этого проверяют наличие зазора между часовым колесом и циферблатом и работу фольги. Под действием фольги часовое колесо должно прижиматься к трибу минутной стрелки и не выходить из зацепления с вексельным трибом. Проверяют также совпадение даты календаря с окном на циферблате. Дата должна располагаться строго в центре окна циферблата. Переводом стрелок от руки устанавливают календарь на очередную дату и в момент фиксации надевают часовую стрелку с недосадкой, ориентируют ее на цифру «12». Затем проверяют согласованность часовой стрелки с работой календаря, для чего отводят часовую стрелку на цифру «6» и устанавливают ее обратно на цифру «12». При этом должна произойти смена даты календаря. После этого проверяют расположение даты календаря в окне циферблата (показания должны быть четкими и вписываться в окно). Смещение даты или дня недели в вертикальном направлении допустимо настолько, чтобы не было видно предыдущего или последующего показания. Смещение в радиальном направлении допускается до края окна. Проверку срабатывания календа-



ря и его расположения в окне производят на всех цифрах.

После проверки календаря механизм устанавливают на потанс и напрессовывают часовую стрелку. Затем на триб минутной стрелки устанавливают минутную стрелку и, сориентировав ее на цифру «12», напрессовывают. Установив механизм на подставку, проверяют наличие зазора между часовой и минутной стрелкой. Зазор между часовой стрелкой и циферблатом должен быть в пределах 0,36—0,56 мм, зазор между часовой и минутной стрелками должен быть в пределах 0,07—0,35 мм, после этого проверяют их согласованность, при установке на время 3, 6, 9 и 12 ч. При совмещении минутной стрелки с цифрой «12» отклонение часовой стрелки от соответствующего деления не должно превышать половины минутного деления. Затем проверяют точность срабатывания календаря, для чего переводят календарь на очередную дату. В момент смены даты календаря допускается отклонение минутной стрелки от цифры «12» на  $\pm 10$  мин для календаря мгновенного действия и  $\pm 15$  — для немгновенного. После проверки календаря механизм устанавливают на потанс и на цапфу секундного триба напрессовывают секундную стрелку, затем снимают механизм с подставки и проверяют зазор между секундной и минутной стрелками. Зазор должен быть не менее 0,02 мм, все стрелки должны располагаться параллельно плоскости циферблата.

### § 103. УСТАНОВКА МЕХАНИЗМА В КОРПУС\*

Для установки механизма в корпус применяют следующие инструменты и приспособления: воздушный пистолет или резиновую грушу, подставку для механизма, потанс для открывания крышки, пинцет, отвертку, луну (3,5<sup>x</sup>), маслодозировку № 4 с подставкой, масленку с маслом РС-1.

Чтобы вставить механизм в корпус, корпус помещают на потанс, открывают крышку и вынимают кольцо крепления механизма.

Механизм кладут на подставку циферблатом вниз, устанавливают и привертывают кольцо крепления механизма.

\* Операция рассматривается на примере сборки часов «Полет» (модель 2416) с водозащитным корпусом.

Нажав пуцгольцом на ось переводного рычага, из механизма вынимают заводной вал с головкой. Затем корпус продувают сжатым воздухом и кладут его стеклом вниз на салфетку из полубархата.

Механизм снимают с подставки, продувают сжатым воздухом с циферблатной стороны и вставляют его в корпус, совместив отверстия под заводной вал в механизме и в корпусе.

Затем маслом РС-1 маслodoзирoвкой № 4 смазывают цапфу заводного вала.

Нажав пуцгольцом на ось переводного рычага, заводной вал с головкой вставляют в механизм. Заводной вал должен свободно вращаться в отверстии корпуса.

Перед установкой крышки в расточку корпуса вставляют прокладку. Крышку заворачивают резьбовым кольцом вручную на один оборот. Наличие зазора между стеклом и секундной стрелкой проверяют на глаз: он должен быть 0,50—1,45 мм.

Для часов с календарным устройством дополнительно проверяют правильность расположения линзы относительно окна календаря: линза должна находиться напротив окна календаря и не искажать цифр.

Для часов с календарным устройством, имеющим корректор, при установке механизма в корпус необходимо совместить кнопку корректора в корпусном кольце с фрезеровкой под нее в кольце крепления механизма. Затем проверяют работу корректора, нажимая на кнопку, при этом должна произойти мгновенная смена даты.

#### § 104. АНАЛИЗ И ИСПРАВЛЕНИЕ ДЕФЕКТНЫХ ЧАСОВ И МЕХАНИЗМОВ

Часы или механизмы, забракованные при сборке на конвейере или при испытаниях в КИСе, следует передать на анализ и исправление.

Анализ начинают с внешнего осмотра часов и установления причины бракования часов. При внешнем осмотре обращают внимание на расположение стрелок друг относительно друга, циферблата и стекла, на работу механизма заводки часов и перевода стрелок.

Если при внешнем осмотре характер неисправности не установлен, переходят к осмотру и разборке часов.

Разборка и установление неисправности основного механизма. Разборку основного

механизма часов производят в следующем порядке. Механизм вынимают из корпуса, для чего снимают крышку корпуса и, нажав пуцгольцем на ось переводного рычага, вынимают заводной вал с заводной головкой. После чего вынимают механизм из корпуса, с помощью съемника снимают секундную и минутную стрелки, отпустив винты циферблата, расположенные в торцовой части платины, снимают циферблат вместе с часовой стрелкой и часовым колесом.

Заведя пружину, приблизительно на 2,5 или 3 оборота барабанного колеса, проверяют величину амплитуды колебания баланса в положении заводной головкой вниз, которая у хороших часов должна быть не менее  $180^\circ$ , и точность хода часов на приборе.

Затем производят внешний осмотр механизма, проверяют качество смазки под микроскопом и состояние цапф оси баланса. Загрязнение смазки и погнутость цапф оси баланса не допускается. Проводят проверку осевого зазора баланса, который должен быть в пределах 0,02—0,04 мм. Проверяют обратный ход и зазоры в копье и рожках, для этого выводят импульсный камень из паза анкерной вилки, приближают ее копьем к предохранительному ролику, затем, вращая баланс за обод, вводят импульсный камень в паз. При этом импульсный камень должен свободно входить в паз анкерной вилки и не тереть о рожки, копье должно свободно входить в выемку предохранительного ролика. Зазор в рожках должен быть больше потерянному пути и меньше полного покоя, т. е. при выборе зазора в рожках зуб анкерного колеса должен оставаться на плоскости покоя палеты. Зазор в копье должен быть меньше или равен зазору в рожках.

Отвернув винты колонки спирали и балансового моста, снимают мост вместе с узлом баланс — спираль. Отведя собачку от барабанного колеса и удерживая ее в отведенном положении с помощью заводной головки, спускают заводную пружину. После этого проверяют правильность отладки хода, перемещая анкерную вилку между ограничителями, определяют величину покоя и потерянному пути на палетах входа и выхода. Полный покой должен быть 0,07—0,09 мм и потерянный путь в пределах 0,01—0,03 мм. Отвернув винт моста анкерной вилки, снимают мост и вынимают анкерную вилку. После этого проверяют скат колесной системы, вращая завод-

ную головку. По окончании действия заводной пружины анкерное колесо должно остановиться, а затем сделать несколько оборотов в направлении, обратном своему вращению. После этого проверяют осевые и радиальные зазоры колес основной колесной системы. Осевые зазоры должны быть равны: промежуточного и анкерного трибов 0,02—0,064 мм и секундного — 0,02—0,05 мм, а радиальные: промежуточного триба 0,015—0,025 мм, секундного — 0,025—0,04 мм и анкерного 0,005—0,015 мм. Торцовое биение колес не должно превышать 0,02 мм и радиальное — 0,018 мм для промежуточного и анкерного колес и 0,01 мм для анкерного. Отвернув винт барабанного колеса, винты барабанного моста, снимают барабанное колесо, мост и вынимают барабан с пружиной. Отвертывают винты мостов основной колесной системы и вынимают колеса.

При разборке и анализе механизма производят исправление обнаруженных дефектов, после чего механизм промывают, смазывают, собирают в обратной последовательности.

Разборка и установление неисправности дополнительных устройств. В часах с дополнительными устройствами (календарем и автоподзаводом) анализ и разборку механизма производят, начиная с дополнительных устройств.

Механизм вынимают из корпуса, для чего снимают крышку корпуса и, нажав на ось переводного рычага, вынимают заводной вал с заводной головкой. После чего вынимают механизм из корпуса, с помощью съемника снимают минутную и секундную стрелки и, отпустив винты циферблата, снимают циферблат с часовой стрелки. Далее производят проверку работы дополнительного устройства — календаря или автоподзавода.

Для проверки работы календарного устройства устанавливают часовое колесо, сняв с его втулки часовую стрелку и заводной вал с заводной головкой. Установив заводной вал в положение «Перевод стрелок», вращают его в направлении, обратном вращению часовой стрелки до того момента, когда штифт второго колеса календаря зайдет за переключатель дат. Затем вращают заводной вал по часовой стрелке, при этом переключатель, спадая со штифта второго колеса календаря, должен повернуть часовое кольцо на один зуб. Переключение числового кольца должно быть плавным и

отчетливо фиксироваться на каждом зубе. Проверку производят на всех зубьях кольца календаря.

Перед началом разборки календарного устройства проверяют работу пружинки фиксатора, для чего отводят фиксатор от числового кольца. Под действием пружины он должен свободно перемещаться в расточке моста, надежно фиксируя числовое кольцо на очередной дате. Затем освобождают пружину фиксатора, сместив ее вверх по пазу. Проверив осевой и радиальный зазоры числового кольца, которые должны быть соответственно от 0,03 до 0,05 мм и от 0,02 до 0,08 мм, отвертывают винты моста календаря и снимают мост, числовое кольцо, фиксатор и переключающий рычаг. Затем проверяют зазоры второго колеса календаря, которые должны быть от 0,01 до 0,04 мм, отвертывают винт и снимают второе колесо календаря.

В случае двойного календаря перед началом разборки проверяют работу фиксатора звездочки, для чего отводят его в сторону, под действием пружины фиксатор должен вернуться в исходное положение. Затем проверяют осевой и радиальный зазоры диска дней недели, которые должны быть соответственно от 0,005 до 0,105 мм и от 0,008 до 0,031 мм. Снимают шайбу и звездочку. При других конструкциях календарных устройств порядок разборки может быть различным.

Разборку механизма автоматического подзавода пружины производят после снятия корпуса, циферблата и стрелок. Однако инерционный сектор рекомендуется снять в первую очередь, до снятия внешнего оформления. Если этого не сделать, то остальная разборка будет затруднена, так как инерционный сектор легко поворачивается при малейшем наклоне механизма и мешает его дальнейшей разборке. Прежде чем снять инерционный сектор, необходимо проверить его зазоры осевой и радиальный, которые должны быть в пределах: осевой 0,015—0,03 мм и радиальный 0,002—0,004 мм. Затем осматривают инерционный сектор, определяют прочность крепления груза к сектору, триба на секторе и целостность зубьев триба, состояние оси инерционного сектора. После этого проверяют осевой и радиальный зазоры триба подзавода первого, которые должны быть: радиальный 0,015—0,025 мм и осевой 0,02—0,04 мм. Радиальный и осевой зазоры реверсивных муфт и колес подзавода должны быть в пределах: ре-

версивных муфт и первого колеса подзавода — осевой 0,02—0,04 мм и радиальный 0,015—0,025 мм, второго колеса подзавода — осевой 0,02—0,055 мм и радиальный 0,010—0,034 мм.

После проверки зазоров отвертывают винты и снимают мост подзавода, вынимают колеса подзавода и реверсивные муфты. Сняв реверсивные муфты, проверяют их работоспособность, для чего, удерживая муфту за ось, провертывают колеса по часовой стрелке. В этом направлении колесо должно свободно поворачиваться. Если колесо поворачивается с задержками и затираниями, то такую муфту следует заменить. В обратном направлении муфта поворачиваться не должна.

Наличие автоматического подзавода определяет некоторую специфичность барабанного колеса и заводной пружины. Барабанное колесо представляет собой блок из двух колес, через систему собачек связанных с центральным храповым колесом. В одну сторону колеса должны свободно поворачиваться относительно центрального храповика, а в другую заклиниваться. После проверки качества деталей и исправления дефекта или замены деталей производят сборку механизма в обратной последовательности.

#### Контрольные вопросы

1. Из каких основных операций состоит технологический процесс сборки наручных часов?
2. Как должно быть оборудовано рабочее место сборщика часов?
3. Какими инструментами пользуется сборщик часов, как они должны располагаться на рабочем месте?
4. Как подготавливают к сборке детали и узлы часового механизма?
5. Из каких переходов состоит операция сборки узла ремонтурара?
6. Из каких переходов состоит операция сборки ангренажа?
7. Какими способами производят ладку анкерного хода?
8. Какие существуют способы уравновешивания баланса?
9. Из каких переходов состоит операция обработки узла баланс — спираль?
10. Как осуществляют пуск часового механизма в ход?
11. Когда необходима динамическая регулировка часового механизма?

## ГЛАВА XV

### ГОСТЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА ЧАСЫ

Все бытовые часы, выпускаемые в Советском Союзе, должны соответствовать Государственным общесоюзным стандартам (ГОСТ). В ГОСТах определены основные технические требования, методы испытаний часов, маркировка, условия транспортировки и хранения, гарантия на часы.

ГОСТы издает Государственный комитет стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР отдельно на каждый вид часов: наручные, карманные, будильники, настольные, настенные и секундомеры. ГОСТы являются официальными документами и соблюдение их требований является обязательным, как для заводов-изготовителей часов, так и для торгующих организаций.

#### § 105. НАСТЕННЫЕ, НАСТОЛЬНЫЕ ЧАСЫ И БУДИЛЬНИКИ

Настенные маятниковые часы выпускают в соответствии с ГОСТ 703—67. В зависимости от интервала заводки часы делятся на часы с недельной и двухнедельной заводкой и характеризуются также наличием боя и его периодичностью.

В зависимости от интервала заводки пружины и конструктивных особенностей механизма настенные часы выпускают с различной степенью точности. Так, часы ЧМБ-1 при степени заводки пружины 2 недели должны иметь суточный ход за этот период не более 7 мин, а при недельной заводке — не более 3,5 мин, часы ЧМБ-2 и ЧМ-2 при степени заводки пружины 2 недели должны иметь суточный ход за этот период не более 10 мин, и при недельной заводке — не более 5 мин и часы ЧМ-3 при недельной заводке должны иметь суточный ход — не более 6 мин.

Периодичность боя часов может быть различна — час, полчаса или четверть часа. Точность боя должна быть в пределах  $\pm 1$  мин от установленного времени.

Настольные балансовые часы выпускаются в соответствии с ГОСТ 3309—65. В зависимости от суточного хода и конструктивных особенностей механизма часы выпускают I и II классов.

Для часов I класса:

суточный ход  $\pm 30$  с;

количество камней не менее 11;

конструкция хода — свободный, анкерный, палетный.

Для часов II класса:

суточный ход  $\pm 1$  мин;

количество камней не менее 7;

конструкция хода — анкерный, свободный, штифтовый.

Продолжительность хода часов обоих классов от одной заводки пружины не менее одной и не менее двух недель.

Будильники выпускают в соответствии с ГОСТ 3145—67. Согласно требованиям ГОСТ будильники разделяются на малогабаритные (площадь платины не более 2500 мм<sup>2</sup>) и крупногабаритные (площадь платины более 2500 мм<sup>2</sup>). По внешнему оформлению будильники могут быть настольные и дорожные; по виду сигнала — с непрерывным сигналом (звонком или мелодией), с прерывистым предупредительным сигналом, подаваемым перед непрерывным сигналом; по виду и расположению указателя сигнала — с центральной сигнальной стрелкой, боковой сигнальной стрелкой и с сигнальным диском. Могут быть будильники с центральной или боковой секундной стрелкой и без нее, а также иметь дополнительное (календарное) устройство.

Малогабаритные будильники выпускаются на 11 функциональных камнях с анкерным ходом. Средний суточный ход для будильников I класса 60 с и II класса — 75 с; продолжительность хода — 40 ч и 36 ч соответственно. Наличие календаря может уменьшать продолжительность хода не более чем на 2 ч.

Крупногабаритные будильники выпускаются на 4 функциональных камнях со штифтовым ходом. Средний суточный ход для будильников I класса 90 с и II класса — 120 с; продолжительность хода — 44 ч и 40 ч соответственно.

Точность срабатывания сигнала для будильников I класса 4-мин и II класса — 6 мин. Продолжительность смены календаря не должна быть более 2,5 ч.

Все настенные, настольные часы и будильники должны нормально работать в интервале температур от  $+5^{\circ}$  до  $+40^{\circ}$ .



## § 106. КАРМАННЫЕ И НАРУЧНЫЕ ЧАСЫ

Карманные часы выпускаются в соответствии с ГОСТ 918—66 I и II класса и повышенной точности. Калибр карманных часов может находиться в пределах: для часов повышенной точности и I класса — от 26 мм до 40 мм, для часов II класса — от 22 до 40 мм.

В зависимости от класса часы должны иметь от 15 до 18 камней.

Средний суточный ход:

часов повышенной точности не должен превышать 0 и — 20 с;

часов I класса не должен превышать +5 с и — 35 с;

часов II класса не должен превышать +10 с и — 50 с.

Кроме того, для карманных часов ГОСТ регламентирует следующие величины: разность средних суточных ходов при изменении горизонтального положения часов на вертикальное  $\omega_{cp}$ ; максимальную вариацию между двумя последовательными ходами в одном положении  $V_{max}$ ; наибольшую разность между средним суточным ходом и одним из ходов в любом положении  $a_{max}$ .

При этом суточный ход часов повышенной точности в любом положении определяется как среднее из двух значений суточных ходов в данном положении, взятых с учетом знака:

$$\omega_{cp} = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} \text{ и т. д.}$$

Средний суточный ход часов определяется по формуле:

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

где  $\omega_1, \dots, \omega_n$  — ход часов за соответствующие сутки;  $n$  — число суток при испытаниях.

Разность средних суточных ходов определяется по формуле:

$$\omega_p = \omega_{cp2} - \omega_{cp3}$$

Максимальная вариация  $V_{max}$  определяется как наибольшая разность абсолютных значений двух последовательных суточных ходов в одном из пяти положений.

Наибольшая разность  $a_{\max}$  определяется как разность между  $\omega_{\text{ср}}$  и суточным ходом в любом из положений.

Продолжительность хода часов от одной полной заводки пружины:

для часов повышенной точности не менее 42 ч.;

для часов I и II класса не менее 38 ч.

Карманные часы могут выпускаться с различными дополнительными и защитными устройствами:

календарем, сигналом, противоударным устройством баланса, антимагнитные, водозащитные, пылезащитные и т. д.

Точность срабатывания календарного устройства должна быть 12 ч  $\pm 5$  мин. Точность срабатывания сигнального устройства должна быть в пределах  $\pm 6$  мин, а его продолжительность не менее 10 с.

Наручные часы выпускаются согласно требованиям ГОСТ 10733—73. В зависимости от размера часовых механизмов часы должны изготавливаться малого и нормального калибра. Часы могут изготавливаться как с различными дополнительными и защитными устройствами: автоподзаводом, календарем (двойным и одинарным), сигналом, противоударным устройством оси баланса, в пыле- и брызгозащищенных корпусах, так и без них.

Часы подразделяются на четыре группы в зависимости от диаметра платины (калибра часов), мм :

<i>группа</i>	<i>малый калибр</i>
1 . . . . .	от 13 до 16
2 . . . . .	» 16 » 20
	<i>нормальный калибр</i>
3 . . . . .	от 20 до 26
4 . . . . .	» 26 » 30

Все часы выпускаются трех классов: повышенного, I и II классов. Основные параметры часов — точность, продолжительность хода и оценочное число зависят как от класса часов, так и от них группы:

Для часов повышенного класса

<i>группа</i>	<i>средний суточный ход, с</i>	<i>продолжительность хода, ч</i>	<i>оценочное число</i>
1 . . . . .	от -30 до +50	$\geq 40$	$\leq 26$
2 . . . . .	» -30 » +45	$\geq 42$	$\leq 21$
3 . . . . .	» -10 » +30	$\geq 44$	$\leq 14$
4 . . . . .	» -10 » +20	$\geq 52$	$\leq 12$

### Для часов I класса

1 . . . . .	от -30 до +60	$\geq 38$	$\leq 28$
2 . . . . .	» -30 » +60	$\geq 40$	$\leq 24$
3 . . . . .	» -20 » +40	$\geq 42$	$\leq 15$
4 . . . . .	» -15 » +30	$\geq 44$	$\leq 14$

### Для часов II класса

1 . . . . .	от +30 до +90	$\geq 35$	$\leq 30$
2 . . . . .	» -30 » +90	$\geq 35$	$\leq 25$
3 . . . . .	» -25 » +60	$\geq 36$	$\leq 18$
4 . . . . .	» -25 » +60	$\geq 38$	$\leq 18$

Проверка среднего суточного хода часов производится в 4 положениях: циферблатом вверх, заводной головкой влево, вверх и вниз. Продолжительность проверки в каждом положении одни сутки. Средний суточный ход определяется по формуле:

$$\omega_{\text{ср}} = \frac{\omega_1 + \dots + \omega_4}{4}.$$

Продолжительность хода часов от одной полной заводки пружины не должна уменьшаться по сравнению с приведенной выше для каждой группы часов более чем: на 2 ч — для часов с календарным устройством и с сигнальным устройством, работающим от вспомогательного двигателя, с периодом колебания баланса 0,36 (36) или 0,33 (3) с, с высотой базового механизма не менее 3,2 мм; на 5 ч — для часов с автоматическим подзаводом пружины, с сигнальным устройством, работающим от основного двигателя.

Резерв продолжительности хода от автоподзавода часов с автоматическим подзаводом пружины должен быть, не менее: для часов класса II, группы 4 — 22 ч; класса II, группы 1—3 и класса I, группы 3, 4 — 18 ч; класса I, группы 1, 2 и класса II — 18 ч при ношении часов в течение 10 ч на руке, интенсивность и число движений которой обеспечивает функционирование автоподзавода.

В часах с календарным устройством смена показаний календаря должна происходить раз в сутки, когда стрелки показывают «12» (24 ч). При этом отклонение показаний календаря мгновенного действия не должно быть более 10 мин, и немгновенного действия 15 мин.

Продолжительность смены календаря немгновенного действия должна быть не более 2 ч.

В часах с сигнальным устройством погрешность подачи сигнала от установленного времени не должна пре-

вышать  $\pm 6$  мин, а продолжительность действия сигнала — не менее 10 с.

Антимагнитные часы с защитным экранным устройством должны функционировать в магнитном поле напряженностью от 4400 до 4800 А/м, изменение мгновенного суточного хода через 15 мин после удаления их из магнитного поля не должно быть, более: для малого калибра 45 с и нормального калибра — 30 с.

Противоударное устройство оси баланса должно предохранять цапфы и камни от повреждения при случайных ударах, соответствующих свободному падению часов с высоты  $1,0^{+0,2}$  м на деревянный пол.

Противоударные часы должны выдерживать удары при свободном падении с высоты  $1,0^{+0,2}$  м на деревянный пол, при этом значение мгновенного суточного хода в положениях: циферблатом вниз, заводной головкой влево и вниз не должно изменяться более чем на 60 с для часов класса II и на 90 с — для часов классов I и II.

Пылезащищенный корпус должен защищать механизм от проникновения пыли.

Брызгозащищенный корпус должен защищать механизм часов от попадания брызг воды. Водонепроницаемый корпус должен надежно защищать механизм часов при погружении их в воду на глубину 1 м на 30 мин и на глубину 20 м на 1,5 мин.

Вероятность безотказной работы (при  $20 \pm 5^\circ \text{C}$  и доверительной вероятности  $P=0,8$  за 2000 ч) должна быть для часов нормального калибра не менее 0,94 и малого калибра 0,92.

Вероятность безотказной работы часов не должна уменьшаться более чем на 0,02 для часов с дополнительными устройствами — календарем, автопод заводом, сигналом и с высотой базового механизма менее 3,2 мм.

Все наручные и карманные часы должны безотказно работать (не останавливаться) при температуре внешней среды от 0 до  $40^\circ \text{C}$ .

#### Контрольные вопросы

1. Какие параметры часов регламентируются ГОСТом?
2. На какие классы и по каким признакам делятся часы?
3. Какими параметрами характеризуются настенные, настольные часы и будильники?
4. Каким требованиям должны отвечать наручные часы?

## ГЛАВА XVI

### КОНТРОЛЬ И ИСПЫТАНИЕ ЧАСОВ

Чтобы обеспечить выпуск надежных и точных часов, полностью соответствующих требованиям ГОСТ, готовые часы контролируют. Методика контроля разрабатывается в зависимости от вида часов и от технического уровня их производства.

В настоящей главе будут изложены методы контроля наиболее массовых и наиболее сложных часов — наручных.

#### § 107. КОНТРОЛЬ ГОТОВЫХ ЧАСОВ

После сборки все часы подвергаются контролю в цехе.

**Контроль внешнего вида часов и механизма.** На этой операции проверяют внешний вид корпуса, циферблата и стрелок, механизма часов со стороны мостов. По внешнему виду часы должны соответствовать утвержденному образцу. Циферблат не должен иметь дефектов и загрязнений, видимых невооруженным глазом, должен иметь четкие (без разрывов) надписи, знаки и деления.

Стекло должно быть чистым и прозрачным, не должно иметь дефектов, затрудняющих пользование часами или ухудшающих внешний вид часов.

В часовом механизме не должно быть пыли, ворса, загрязнений, металлической стружки и других инородных тел. На деталях с металлическим покрытием не должно быть отслоений, вздутий, пузырьков и других дефектов, ухудшающих внешний вид часов. Не допускается поврежденных шлицевых прорезей винтов, забоин на деталях, пятен, царапин и коррозионных разъеданий.

**Контроль механизма заводки часов и перевода стрелок.** На этой операции проверяют работу механизма заводки заводной пружины и перевода стрелок вручную, переключение заводной головки с одной позиции на другую, перевод стрелок.

Заводной механизм должен работать легко и плавно, без срывов и треска заводить пружину.

Переключение заводной головки из одного фиксированного положения в другое должно производиться с не-

которым усилием, исключаящим возможность ее самопроизвольного переключения. Перевод стрелок должен быть плавным, без срывов и заеданий. При переключении заводного вала из положения «заводка» в положение «перевод стрелок» и обратно стрелки не должны поворачиваться. При переводе стрелок в направлении, противоположном их нормальному вращению, часы могут остановиться, но после переключения заводной головки в положение «заводки» пружины они вновь должны начать действовать без дополнительных воздействий на механизм.

**Контроль «самопуска» часов.** Часы, заводная пружина которых полностью спущена, в любом положении должны начать действовать без каких-либо внешних воздействий после трех полных оборотов заводной головки (одного оборота барабанного колеса).

**Контроль амплитуды колебаний баланса.** Амплитуда колебаний баланса должна быть не менее  $180^\circ$  при заводке пружины на 2,5 оборота барабанного колеса в положении часов заводной головкой вниз и не более  $300^\circ$  при полностью заведенной пружине в положении циферблатом вниз. Проверку производят на специальных электронных приборах или визуально.

**Контроль радиального и плоскостного биения баланса.** Радиальное и плоскостное биение баланса не должно превышать 0,02 мм. Перекос баланса не допускается.

**Контроль положения спирали.** Спираль должна лежать в плоскости, параллельной плоскости баланса. Витки спирали должны находиться на одинаковом расстоянии друг относительно друга, быть концентричными. Зазор между спиралью и штифтами градусника должен быть не больше  $1/2$  толщины спирали.

**Контроль осевых зазоров.** Осевые зазоры центрального, промежуточного секундного и анкерного трибов относительно платины и мостов, а также зазор осей анкерной вилки и баланса в отверстиях камней должны быть в пределах, указанных в требованиях технологии.

**Контроль согласованности показаний стрелок.** Соответствие показаний часовой и минутной стрелок определяют при совмещении минутной стрелки с делением 12 на циферблате. Отклонение часовой стрелки от соответствующего деления не должно при этом превышать половины минутного деления. Если на циферблате нет минутных делений, отклонение часовой стрелки не должно превышать величины, соответствующей половине минутного деления.

**Контроль крепления механизма в корпусе.** Механизм должен быть закреплен в корпусе так, чтобы он не перемещался и не качался при пользовании часами.

**Контроль крепления крышки, ободка и стекла.** Стекло должно быть плотно, по всему периметру, вставлено в ободок или в корпусное кольцо и не проворачиваться от руки.

В часах с календарным устройством линза стекла должна совпадать с окном календаря.

В часах с сигнальным устройством необходимо проверить дополнительно точность срабатывания сигнала и продолжительность его работы.

**Точность срабатывания сигнала.** Точность срабатывания сигнала, согласно требований ГОСТ, проверяют на часовых делениях 2, 5, 7 и 11. Для этого часовую и минутную стрелки переводят в эти положения от руки. Допустимая погрешность срабатывания сигнала не должна превышать  $\pm 6$  мин.

**Продолжительность работы сигнала.** Продолжительность работы сигнала определяется от одной полной заводки пружины сигнала и должна быть не менее 10 с. Проверяют продолжительность работы сигнала по секундомеру.

**Контроль работы календаря.** В часах с календарным устройством дополнительно проверяют продолжительность и точность срабатывания календаря.

Для проверки продолжительности и точности срабатывания календаря замедленного действия заводную головку часов ставят в положение «перевод стрелок» и, переводя стрелки в направлении их движения, определяя-

ют продолжительность смены даты от начала появления нового числа в окошке календаря до окончания.

Продолжительность смены даты должна быть не более 2 ч. Точность срабатывания календаря определяют по моменту окончания поворота календарного диска, который должен остановиться в промежутке между 23 ч 45 мин и 0 ч 15 мин.

Для проверки точности срабатывания календаря мгновенного действия механизм ставят в положение «перевод стрелок» и стрелки переводят в направлении их движения. Смена числа календаря должна быть мгновенной. Точность срабатывания календаря равна  $\pm 5$  мин.

Ускоренную корректировку показаний календаря проверяют следующим образом. Стрелки часов переводят против их движения: для часов с календарем замедленного действия на 3 ч, а для часов с календарем мгновенного действия на 6 ч, затем их возвращают на 12 ч, при этом должно смениться число.

Окончив контроль часов по внешнему виду, их заводят и ставят стрелки на текущее время с точностью до 1 мин, затем их укладывают в тару и ставят в шкаф. Через сутки часы снова сверяют с текущим временем с точностью до 1 мин. Остановившиеся часы и часы с большим суточным ходом возвращают на исправление, а остальные часы передают на испытание в заводскую контрольно-испытательную станцию.

#### § 108. ПРОВЕРКА ЧАСОВ В КОНТРОЛЬНО-ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ (КИС)

Общий порядок проверки часов в заводской контрольно-испытательной станции следующей:

первая контрольная операция — обеспечивает выборочный контроль часов;

вторая контрольная операция — обеспечивает проверку часов по точности хода;

третья контрольная операция — обеспечивает проверку безотказности действия часов;

четвертая контрольная операция — обеспечивает проверку качества работы узла автоподзавода в часах с автоматическим подзаводом пружины;

пятая контрольная операция — обеспечивает проверку точности и продолжительности хода часов в соответствии с требованиями ГОСТа;



шестая контрольная операция — обеспечивает проверку внешнего вида часов в соответствии с требованиями ГОСТа.

### Выборочный контроль

Выборочный контроль производится на приборе проверки часов при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ . Выборочному контролю подвергаются все партии часов, поступающие в КИС на испытания. При этом проверяется величина мгновенного суточного хода, оценочное число, ошибки изохронности и неуравновешенности, позиционная и температурная ошибки, а также форма записи мгновенного суточного хода на ленте прибора.

Величина выборки для сдаваемой на проверку партии, методы проведения контроля и методы подсчета перечисленных параметров производятся по специальной методике (см. стр. 210). При этом параметры ( $I$ ,  $P$ ,  $D$ ,  $C$  и  $N$ ) не должны превышать максимальных значений, указанных в табл. 10.

Таблица 10

Параметры оценки качества часов

Класс	Группа	$N$	$I$	$P$	$D$	$C$	Предельное значение суточного хода при полной заводке пружины и положениях: циферблатом вверх и заводной головкой влево, с
I	2	22	70	70	70	6	-20 и +55
	3	14	50	50	50	6	-20 и +40
II	2	24	80	80	80	6	-25 и +80
	3	16	60	60	60	6	-25 и +60

Кроме того, проверяется форма записи на ленте прибора. Запись должна быть четкой и в виде одной или двух прямых линий, расстояние между линиями не более 2 мм.

Изменение линии хода в одном положении не должно быть больше 10—15 с.

Если выборка не удовлетворяет указанным требованиям, вся партия часов бракуется. Если выборка отвечает указанным требованиям, партия передается на дальнейшие испытания.

## Контроль точности хода

Проверка точности хода часов производится по образцовому измерителю времени, который по точности должен удовлетворять требованиям, предъявляемым к аттестованному морскому хронометру II класса точности (ГОСТ 8916—70). Для снятия поправок можно пользоваться измерителем времени в минутах и секундах, имеющим по технической документации суточный ход не более 20 с, показания которого каждые 4 ч должны корректироваться по образцовому измерителю времени (с учетом его суточной поправки) или радиосигналам точного времени.

Проверка часов производится при температуре  $20 \pm 5^\circ \text{C}$  в положениях заводной головкой вверх, вниз, влево и вправо, циферблатом вверх и вниз.

Через каждые  $24 \pm 1$  ч в поверочную ведомость записываются поправки и суточные хода часов. Заводят часы один раз в сутки после снятия показаний. Оценку точности хода часов производят по величине суточного и среднего суточного ходов; величина их не должна превышать следующих значений:

### Для часов повышенного класса

<i>группа</i>	<i>средний суточный ход, с</i>	<i>суточный ход, с</i>
1 . . . . .	-20, +40	-30, +50
2 . . . . .	-20, +35	-30, +45
3 . . . . .	-5, +20	-10, +30
4 . . . . .	-5, +10	-10, +20

### Для часов I класса

1 . . . . .	-20, +50	-30, +60
2 . . . . .	-20, +50	-30, +60
3 . . . . .	-10, +30	-20, +40
4 . . . . .	-10, +20	-20, +30

### Для часов II класса

1 . . . . .	-20, +80	-30, +90
2 . . . . .	-20, +80	-30, +80
3 . . . . .	-25, +55	-25, +75
4 . . . . .	-15, +50	-25, +70

Суточный ход часов определяется как разность поправок в конце и начале суток. Средний суточный ход определяется по формуле:

$$\omega_{\text{ср}} = \frac{\omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4 + \omega_5 + \omega_6}{6},$$

где  $\omega_{\text{ср}}$  — средний суточный ход;  
 $\omega_1, \dots, \omega_6$  — суточные ходы в положениях 1, ..., 6;  
 6 — количество суток при испытаниях.

Точность хода часов без секундной стрелки проверяется сразу за 6 сут при ежесуточной заводке часов и смене положения. При определении точности хода величина хода часов, полученная в течение испытаний, делится на 6, т. е. проверяется только средний суточный ход часов.

При проверке точности хода часов с календарным устройством одновременно проверяют и правильность перестановки календаря. Для этого вся партия часов перед началом испытаний устанавливается с одной и той же датой, а при двойном календаре и днем недели.

По окончании проверки точности хода годные часы передаются на дальнейшие испытания, а забракованные возвращаются в цех на исправление с указанием причины возврата.

### Контроль безотказности действия часов

Безотказность действия часов проверяется в течение 6 сут в тех же положениях, что и при проверке точности хода. В каждом положении часы выдерживаются  $24 \pm 1$  ч, заводятся часы один раз в сутки.

Во время контроля безотказности часов выявляются остановившиеся часы, часы, имеющие дефекты механизма заводки часов и перевода стрелок, календарного устройства, установки стрелок. Кроме того, во время контроля безотказности действия часов проверяется их точность (по минутной стрелке).

Ход часов за шесть суток не должен превышать величину среднего суточного хода (ГОСТ 10733—73), умноженную на 6:

Для часов повышенного класса

группа	ход часов
1	от —3 мин до +5 мин
2	» —3 мин » +4 мин 20 с
3	» —1 мин » +3 мин
4	» —1 мин » +2 мин

## Для часов I класса

1	.....	от —3 мин	до +6 мин
2	.....	» —3 мин	» +6 мин
3	.....	» —2 мин	» +4 мин
4	.....	» —1 мин 30 с	» +3 мин

## Для часов II класса

1	.....	от —3 мин	до +9 мин
2	.....	» —3 мин	» +9 мин
3	.....	» —2 мин 30 с	» +6 мин 30 с
4	.....	» —2 мин 30 с	» +6 мин

Годные часы передаются на дальнейшие испытания, а забракованные часы возвращаются в цех на исправление.

### Контроль работы узла автоподзавода для часов с автоматическим подзаводом пружины

В часах с автоматическим подзаводом пружины работу узла подзавода проверяют на специальной установке ОМ-ПР-289 или аналогичного типа (рис. 252). Для контроля можно использовать и установку АП-344. Часы с полностью спущенной пружиной укладываются в специальную десятиместную технологическую тару и помещаются на установку.

При включении установки часы получают двойное вращение — все кассеты совершают движение вокруг оси и каждая кассета совершает дополнительное вращение вокруг своей оси. Для того чтобы полностью завести часы, установка должна работать в соответствующем режиме. Для часов «Полет» при режиме работы установки 8 об/мин часы должны находиться на ней в течение 2 ч. Изменение режима работы установки приведет к изменению времени испытаний.

После окончания цикла заводки часы снимают с установки, отбирают те, которые не работают, т. е. пружина которых не завелась, и возвращают их в цех на исправления.

Заведенные часы устанавливают по образцовому измерителю времени и выдерживают до полной остановки часов, при этом проверяется продолжительность хода. Считаются забракованными и возвращаются в цех для

исправления часы, продолжительность хода которых меньше приведенных значений, ч:

группа	повышен- ного класса	I класса	II класса
1 . . . . .	35	33	30
2 . . . . .	37	35	30
3 . . . . .	39	37	31
4 . . . . .	45	39	33

Годные часы передаются на дальнейшую проверку их в соответствии с требованиями ГОСТа по точности и продолжительности хода.

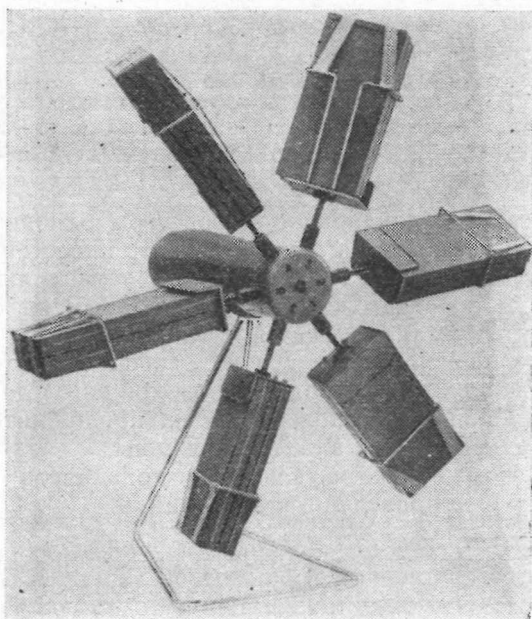


Рис. 252. Установка для проверки работы узла автоматического под-  
завода пружины

### Контроль часов на соответствие требованиям ГОСТа

Точность и продолжительность хода часов должны строго соответствовать требованиям ГОСТа. Согласно требованиям ГОСТа проверка точности хода произво-

дится при температуре  $20 \pm 5^\circ \text{C}$  в четырех положениях часов: заводной головкой влево, вверх, циферблатом вверх и заводной головкой вниз, часы выдерживаются в каждом положении  $24 \pm 1$  ч и заводятся ежедневно после снятия показаний. Качество часов оценивается по среднему суточному ходу.

Проверка часов производится по образцовому измерителю времени, который по точности должен удовлетворять требованиям, предъявляемым к морскому хронометру II класса точности (ГОСТ 8916—70). Средний суточный ход часов не должен превышать приведенных значений, с:

группа	повышенного класса	I класса	II класса
1 . . . . .	от -30 до +50	от -30 до +60	от -30 до +90
2 . . . . .	» -30 » +45	» -30 » +60	» -30 » +90
3 . . . . .	» -10 » +30	» -20 » +40	» -25 » +65
4 . . . . .	» -10 » +20	» -15 » +30	» -25 » +60

В часах с календарным устройством одновременно с точностью проверяется и правильность перестановки календаря, для чего вся партия часов устанавливается с одной и той же датой. В часах с двойным календарем, кроме даты, устанавливается и день недели.

После проверки точности хода часы остаются в последнем положении (заводной головкой вниз) до полного останова. При этом проверяется их продолжительность хода от одной полной заводки пружины.

При этом продолжительность хода часов должна быть не менее приведенных значений, ч:

группа	повышенного класса	I класса	II класса
1 . . . . .	40	38	35
2 . . . . .	42	40	35
3 . . . . .	44	42	36
4 . . . . .	50	44	38

Для часов с периодом колебания баланса 0,36 (36) с, 0,33 (3) с продолжительность хода уменьшается на 2 ч по сравнению с часами, имеющими период колебания баланса 0,4 с.

Для часов с календарным устройством, с сигнальным устройством, работающим от самостоятельного двигателя, допускается уменьшение продолжительности хода на 2 ч по сравнению с часами без календарного и сигнального устройства, соответствующего класса.

Для часов с автоматическим под заводом пружины, с сигнальным устройством, работающим от основного двигателя, допускается уменьшение продолжительности хода на 5 ч по сравнению с часами соответствующего класса без автоподзавода или сигнального устройства.

Часы, забракованные при проверке точности и продолжительности хода, возвращаются в сборочный цех на исправление с указанием причин возврата. Годные часы передаются на контроль готовой продукции по внешнему виду.

### **Контроль часов по внешнему виду**

Контроль часов по внешнему виду на соответствие их требованиям ГОСТа производится, не открывая крышки корпуса. При этом проверяется:

внешний вид часов. По внешнему виду часы должны соответствовать утвержденному образцу. Корпус и циферблат не должны иметь дефектов и загрязнений, видимых невооруженным глазом. На покрытиях не должно быть отслоений, вздутий и других дефектов, ухудшающих внешний вид часов. Стекло должно быть чистым и прозрачным и не должно иметь дефектов, препятствующих отсчету показаний или ухудшающих внешний вид;

слаженность работы механизма заводки часов и перевода стрелок. Механизм заводки и перевода стрелок должен работать плавно, без срывов и заеданий, обеспечивать точную установку стрелок и исключать возможность их самовольного перемещения. При переводе стрелок в направлении, противоположном их нормальному вращению, часы могут останавливаться, но после переключения заводной головки в положение «завод» часы должны вновь начать действовать без дополнительных воздействий на механизм;

отсутствие качки механизма. Крепление механизма в корпусе должно быть надежным, исключая возможность его перемещения или качания при эксплуатации часов;

надежность посадки крышки, обода и стрелка. Стекло должно плотно прилегать к ободку или расточке в корпусном кольце. При наличии круглого стекла оно не должно проворачиваться от руки. Крышка и ободок корпуса должны иметь плотную посадку;

согласованность стрелок. Согласованность показаний часовой и минутной стрелок проверяется при совмещении минутной стрелки с индексом «12». Отклонение часовой стрелки от соответствующего штриха при этом не должно превышать половины минутного деления.

В часах с дополнительными устройствами проверяется работа дополнительных устройств.

В часах с сигнальным устройством: механизм заводки сигнала и перевода сигнальной стрелки. Заводка пружины должна быть плавной, без срывов, головка сигнала должна надежно производить включение и отключение сигнала;

точность срабатывания сигнала. Погрешность срабатывания сигнала при установке его на деления 2, 5, 7 и 11 не должна превышать  $\pm 6$  мин.

В часах с календарным устройством проверяется продолжительность и точность смены показаний календаря.

Точность смены показаний календаря определяется по моменту окончания движения даты календаря в окошке. Отклонения от показаний при смене календаря мгновенного действия не должно быть более 10 мин и для календаря немгновенного действия — более 15 мин. Продолжительность смены показаний календаря немгновенного действия должна быть не более 2 ч.

Для того чтобы проверить точность и продолжительность перестановки календаря, необходимо отвести заводную головку в положение «перевод стрелок» и, переведя стрелки в напряжении их движения, определить продолжительность перестановки календаря.

Часы, забракованные при контроле по внешнему виду, возвращаются в сборочный цех для исправления. На годные часы оформляются паспорта и часы передаются на склад готовой продукции.



## Выборочный контроль часов по оценочным числам перед складом готовой продукции

Периодически партии часов, предназначенные для передачи на склад готовой продукции, проходят дополнительный выборочный контроль по оценочным числам.

Выборочный контроль производится на приборах для проверки хода часов и проверки амплитуды колебания баланса при температуре  $+20 \pm 5^\circ \text{C}$ . При выборочном контроле проверяется величина мгновенного суточного хода, оценочное число, погрешности изохронности, неуравновешенности, позиционная и температурная погрешности, форма записи мгновенного суточного хода на ленте прибора и величина амплитуды колебания баланса.

Величина выборки для сдаваемой на проверку партии, методы проведения контроля и методы подсчета перечисленных выше параметров производятся по методике, приведенной на стр. 224.

При этом параметры  $I$ ,  $P$ ,  $D$ ,  $C$  и  $N$  не должны превышать максимальных значений, указанных в табл. 11.

Таблица 11

Параметры оценки качества часов

Класс	Группа	$N$	$I$	$P$	$D$	$C$	Предельное значение суточного хода при полной заводке пружины в положениях: циферблатом вверх и заводной головкой влево, с
I	2	23	90	90	90	6	-25 и +95
	3	15	60	60	60	6	
II	2	25	120	120	120	6	-25 и +95
	3	18	70	70	70	6	

Кроме того, обращают внимание на форму записи мгновенного суточного хода на ленте прибора. Запись должна быть четкой в виде одной или двух прямых линий, расстояние между которыми может быть не более 2 мм. Изменение линии записи в одном положении должно быть не более 10—15 с.

Если выборка не удовлетворяет указанным требованиям, партия на склад не сдается. Если выборка удовлетворяет всем указанным требованиям, партия часов передается на склад готовой продукции для отправки.

#### § 109. ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ЧАСОВ

Кроме обычных приемо-сдаточных испытаний, которым подвергаются все выпускаемые часы, один раз в год проводятся периодические испытания выборочным методом, во время которых проверяется: работоспособность часов в интервале температур от 0 до +40° С, работа регулирующего устройства, продолжительность смены календаря (для часов с календарным устройством) и надежность защитных устройств. На испытания берется партия часов с единым наименованием и шифром механизма, принятая ОТК после испытаний в КИСе.

Проверка работоспособности часов в интервале температур от 0 до +40° С, работы регулирующего устройства и продолжительности смены календаря производится методом двухступенчатого выборочного контроля с объемом выборок на каждой ступени не менее 10 шт. часов. Первая выборка принимается, если число дефектных часов менее 2 шт., и не принимается, если число дефектных часов 4 шт. и более.

Если в первой выборке число дефектных часов 2—3 шт., то берут вторую выборку — 10 шт. Суммарное число дефектных часов в двух выборках не должно превышать 3 шт. Если результаты отрицательны, то бракуется вся партия.

Проверка работоспособности противоударного устройства, пылезащищенности и брызгозащищенности часов производится методом одноступенчатого выборочного контроля с объемом выборки не менее 25 шт. Выборка считается годной, если число дефектных часов не превышает 3 шт. Если число дефектных часов превышает допустимое количество, вся партия часов, из которой взята выборка, бракуется.

#### **Проверка работоспособности часов в интервале температур 0 и +40° С**

Часы, полностью заведенные, последовательно устанавливаются в специальные камеры с температурой 0 и +40° С и выдерживаются там в течение 6 ч в положении

циферблатом вверх. Во время испытаний часы должны работать безотказно, не останавливаться.

### **Проверка работы регулирующего устройства**

Перед испытаниями проверяется величина мгновенного суточного хода на приборе в положении часов циферблатом вниз при положении регулирующего устройства, которое ему задано при регулировке часов.

Затем регулировочное устройство отводится в правую и левую сторону от первоначального положения и определяется изменение величины мгновенного суточного хода в каждом из крайних положений. При отводе регулировочного устройства в любую сторону от положения, заданного ему при регулировке часов, мгновенный суточный ход должен изменяться не менее чем на 120 с.

### **Проверка смены показаний календаря немгновенного действия**

Для проверки продолжительности и точности смены показаний календаря замедленного действия заводную головку часов следует установить в положение «Перевод стрелок» и, переводя стрелку в направлении их движения, определить продолжительность смены даты от начала появления нового числа в окошке календаря до окончания его движения. Продолжительность смены даты должна быть не более 2 ч.

### **Контроль противоударного устройства узла баланса**

На испытания поступают часы с противоударными устройствами различных конструкций, не менее 25 шт. каждого вида.

Перед испытаниями в часах проверяют: состояния цапф оси баланса (на инструментальном микроскопе);

правильность установки фиксирующей пружинки противоударного устройства;

отсутствие трещин и сколов на балансовых камнях (при десятикратном увеличении);

положение капли масла на накладном камне.

Часы испытывают на специальном ударном стенде УС-00-00 (рис. 253). Сняв столик 3 со стенда, в нем

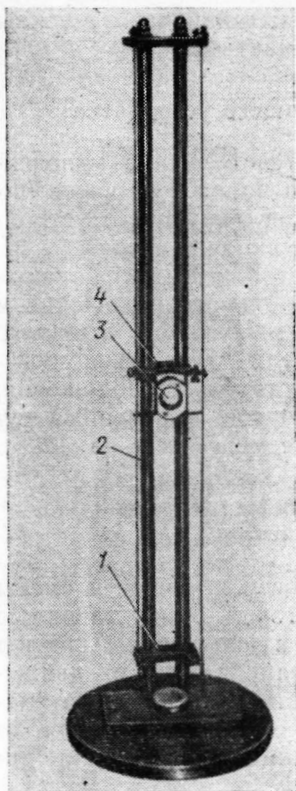


Рис. 253. Установка для проверки работоспособности часов с противоударным устройством:

1 — основание стенда, 2 — направляющие, 3 — подвижный столик, 4 — защелка

укрепляют часы заводной головкой вверх и устанавливают обратно. На стенде столик поднимают на высоту  $H$ , выбранную по табл. 10 и графику (рис. 254) в соответствии с калибром часов. В этом положении столик с часами фиксируют защелкой 4. Затем защелку отводят, и столик падает по направляющим 2 на жесткое основание стенда 1. Часы снимают со стенда и осматривают. После испытания часы должны удовлетворять следующим требованиям:

фиксирующая пружинка противоударного устройства не должна выходить из паза;

накладка противоударного устройства не должна высккивать из гнезда;

камни баланса в шатонах не должны иметь трещин и сколов (осмотр производят при  $10\times$  увеличении);

цапфы оси баланса не должны быть погнуты или сломаны.

Целостность цапф проверяют на инструментальном микроскопе (рис. 255), последовательно совмещая одну из визирных осей микроскопа с образующей боковой поверхности оси, а затем с образующей цапфы:

отклонение образующей от нити перекрестия не допускается. Величина при испытании на ударном стенде в зависимости от калибра часов следующая:

Калибр часов, мм . . . . .	30—26	24—22	20—10
Перегрузка, д . . . . .	2000	3000	4000

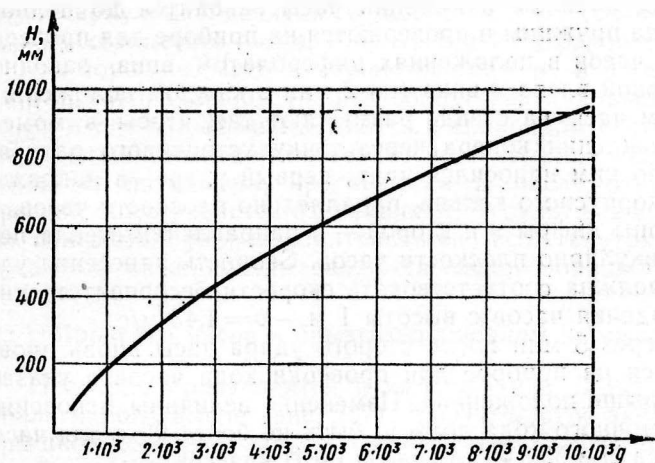


Рис. 254. Тарировочный график установки для проверки работоспособности часов с противоударным устройством

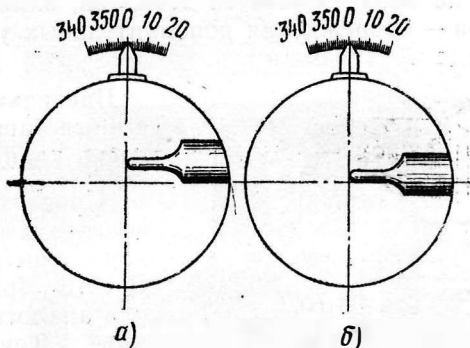


Рис. 255. Проверка целостности цапф оси баланса на микроскоп:

а — установка по утолщенной части оси,  
б — установка по цапфе

### Контроль противоударных часов

На испытания поступают противоударные часы не менее 25 штук. Часы испытываются на специальном стенде — маятниковом копре, имитирующем удар при падении часов с высоты 1 м на деревянное основание.

Перед началом испытаний часы заводятся до полного завода пружины и проверяются на приборе для проверки хода часов в положениях циферблатом вниз, заводной головкой влево и вниз (по 2 мин в каждом положении). Затем часы на стенде размещают так, чтобы в момент прохождения копера через точку устойчивого равновесия по ним наносился удар; первый удар — в направлении корпусного кольца, параллельно плоскости часов, со стороны цифры 9 и второй — в направлении стекла, перпендикулярно плоскости часов. Скорость нанесения ударов должна соответствовать скорости беспрепятственного падения часов с высоты 1 м —  $v=4,43$  м/с.

Через 5 мин после второго удара часы вновь проверяются на приборе для проверки хода часов в указанных выше положениях. Изменение величины мгновенного суточного хода должно быть не более 90 с для часов класса II и 60 с — для часов I и II классов.

После испытаний часы осматриваются. Результаты испытаний считаются положительными, если часы функционируют, точность хода изменяется в указанных выше пределах и не обнаруживается дефектов, влияющих на работу часов — повреждения дополнительных устройств, внешнего вида механизма и т. п.

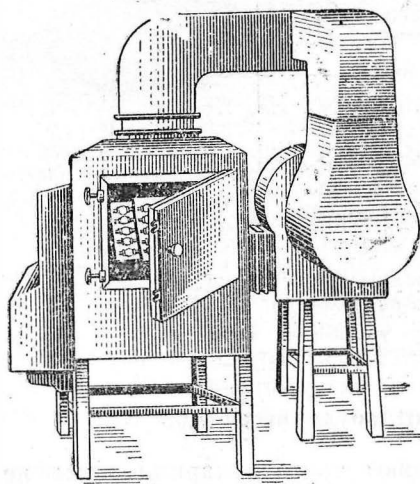


Рис. 256. Камера для проверки часов с пылезащищенными корпусами

### Проверка часов в пылезащищенном корпусе

Проверка производится в специальной камере типа Д-1216 (рис. 256) или аналогичной камере. Температура воздуха в камере должна быть  $20 \pm 5^\circ \text{C}$  и относительная влажность не более 80%. В камеру закладывают пылевую смесь, которая предварительно должна проходить через специальную сетку и производят непрерывно-

вную циркуляцию воздуха со скоростью 5 м/с, состав смеси 60% кварцевого песка, 15% мела и 10% флуоресцирующего порошка. Часы помещаются в камеру и в течение 15 мин поворачиваются в ней вокруг вертикальной оси, затем в течение 30 мин остаются в спокойном состоянии для оседания пылевой смеси. После испытаний часы вынимаются из камеры, протираются и после открытия крышки осматривается их механизм. Результаты проверки считаются удовлетворительными, если внутри корпуса и на механизме не окажется следов порошка.

### Проверка часов в брызгозащищенном корпусе

Проверка производится в камере типа Д-1217 или аналогичной камере (рис. 257). Часы с плотно закрытой крышкой устанавливаются в камеру и находятся в течение 5 мин под дождем интенсивностью 5 м/мин.

После испытаний часы вынимают из камеры, насухо протирают и осматривают их механизм.

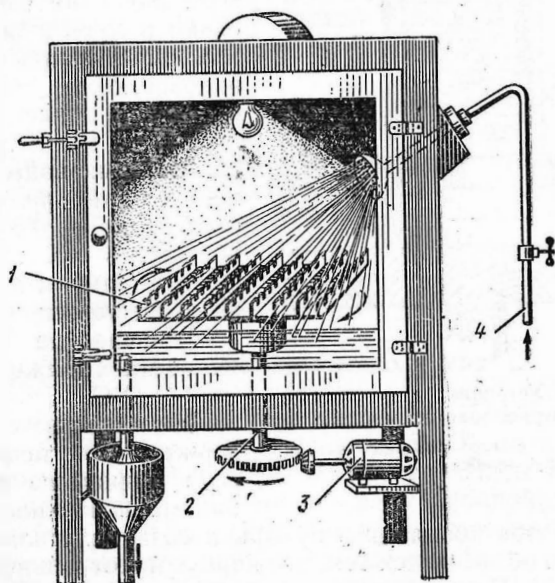


Рис. 257. Камера для проверки часов с водозащитными корпусами:  
1 — подставка для часов, 2 — зубчатая передача, 3 — электродвигатель,  
4 — труба для подачи воды

Результаты считаются удовлетворительными, если на механизме и на внутренних поверхностях корпуса и стекла не будет обнаружено следов воды.

### Проверка водонепроницаемых корпусов

Испытаниям подвергаются 100% часов в водонепроницаемых корпусах. Контролируют часы на специальной установке ПР-54 (рис. 258).

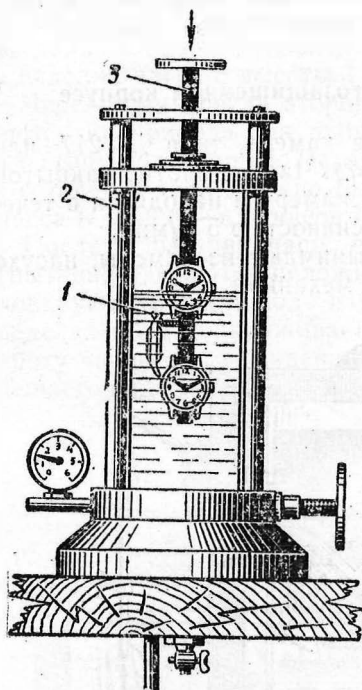


Рис. 258. Установка для проверки водонепроницаемости часов:

1 — крючки с испытываемыми часами,  
2 — корпус прибора, 3 — стержень

На крючки 1 стержня 3 навешивают часы, не более 5 шт. Цилиндр установки на 2/3 объема заполнен водой. После включения установки в течение 1,5—10 с, пока часы находятся над водой, давление доходит до максимума — 2,1 ат. При этом давление часы опускают в воду, а затем начинают вынимать из воды, одновременно начинает снижаться давление в цилиндре. К моменту выхода часов из воды давление в цилиндре должно быть не менее 0,3 ат. Выдерживать часы в воде при постоянном давлении не разрешается.

Температура воды в цилиндре должна быть  $+20 \pm 5^\circ \text{C}$ .

Часы считаются не выдержавшими испытаний, если в процессе испытаний на поверхности корпусов часов появлялись пузырьки воздуха. Наличие пузырьков объясняется тем, что корпус имеет неплотное соединение. Под давлением в корпус проник воздух, при снижении давления избыточный воздух из часов выходит в виде пузырьков.



В последнее время рекомендуется проверка часов неразрушающим методом — в воздушной среде при температуре от  $18^{\circ}$  до  $25^{\circ}$  С, избыточном давлении  $2 \text{ кгс/см}^2$  ( $19,6 \cdot 10^4 \text{ Па}$ ) и предельной норме утечки  $50 \text{ мкг}$  в минуту. Проверка производится на специальном приборе — мариометре. Перед испытаниями часы заводят и их стрелки устанавливают по текущему времени.

### **Проверка часов в корпусе для подводного плавания на герметичность**

Контроль часов производится следующим образом.

Часы помещают в термокамеру с температурой  $+55^{\circ}$  С и выдерживают их при данной температуре в течение 20 мин. Затем часы помещают в камеру с температурой  $+4^{\circ}$  С и выдерживают их в течение 20 мин. После охлаждения часов в камере их осматривают. Если в корпус попала влага, стекло запотеет, такие часы следует забраковать. Часы, у которых не обнаружено запотевания стекла, должны пройти проверку на герметичность при давлении до 25 ат. Контроль производится в специальной установке с водной средой. Температура воды должна быть  $+20^{\circ} \pm 5^{\circ}$  С. Выдерживать часы на установке следует в течение 40 мин, при этом возрастание давления до 25 ат и его снижение должно быть плавным. После окончания испытаний протирают корпус и проверяют наличие воды в нем. Если визуально воды в корпусе не обнаружено, часы передаются на последующие испытания, т. е. часы вновь помещаются в камеры с температурой  $+55^{\circ}$  С и  $+4^{\circ}$  С и после охлаждения часов производится их осмотр. Если запотевания стекла не обнаружено, часы считают годными.

### **Проверка антимагнитных часов**

В магнитных полях с напряженностью  $15914 \pm 795 \text{ А/м}$  (200 Э) и  $31\,330 \text{ А/м}$  (400 Э) проверяют 1% антимагнитных часов, но не менее 15 шт. из партии. Часы испытывают на специальной установке в индукционной катушке постоянного тока (рис. 259). Напряженность магнитного поля, возникающего внутри катушки, может меняться от 0 до  $32\,000 \text{ А/м}$ . Напряженность зависит от силы проходящего по ней тока.

Зависимость напряженности магнитного поля в центре осевого сечения катушки от силы тока выражается формулой:

$$H = \frac{0,4\pi \cdot n \cdot I}{\sqrt{l^2 + R^2}},$$

где  $H$  — напряженность магнитного поля, А/м (Э);  $n$  — число витков катушки;  $I$  — сила тока, А;  $l$  — длина катушки, см;  $R$  — средний радиус обмотки, см.

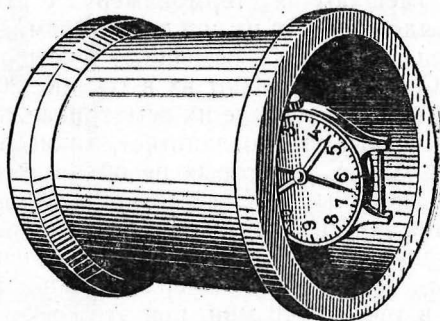


Рис. 259. Установка для проверки антимагнитных часов

На испытания поступают часы с проверенной точностью хода в шести положениях.

Часы проверяют при температуре  $20 \pm 5^\circ \text{C}$ , спустя 60 мин после полной заводки пружины в горизонтальном положении циферблатом вверх, в течение 3 периодов по 60 с каждый — путем внесения часов в магнитное поле. При этом магнитное поле должно быть направлено: перпендикулярно плоскости циферблата, параллельно плоскости часов вдоль линии знаков 6—12 и вдоль линии знаков 3—9.

Перед внесением часов в магнитное поле проверяется их мгновенный суточный ход на приборе в течение 2 мин, затем через 15 мин после удаления часов из магнитного поля их вновь проверяют в том же положении в течение 2 мин.

Изменение мгновенного суточного хода определяется разницей ходов до и после нахождения часов в магнитном поле и должно быть не более 45 с для часов малого калибра и 30 с для часов нормального калибра.

#### Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к готовым часам?
2. Как проверить продолжительность и точность срабатывания сигнала?
3. Как проверить продолжительность и точность срабатывания календаря?
4. Как проверить работу автоматического подзавода пружины?
5. Какие виды контроля проходят часы в контрольно-испытательной станции?
6. Какие параметры часов проверяют при типовых испытаниях?

## ГЛАВА XVII

### МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ СБОРКИ ЧАСОВ

Большое внимание уделяется механизации и автоматизации сборки часов. Часовые детали изготавливают в основном на полуавтоматах и автоматах, однако до сих пор большинство сборочных операций, которые являются наиболее ответственными и составляют около 40% общей трудоемкости изготовления часов, выполняется вручную.

Процесс механизации и автоматизации сборочных работ идет по нескольким направлениям:

- создание механизированных инструментов, приспособлений и приборов;

- совершенствование конструкций сборочных конвейеров;

- создание полуавтоматических и автоматических линий, выполняющих сборочные операции.

Осуществление этих мероприятий позволит значительно повысить производительность труда на сборке и улучшить качество часов. Рассмотрим кратко развитие этих направлений.

#### § 110. МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ, ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И ПРИБОРЫ

Механизация сборочных процессов требует внедрения механизированного инструмента, приспособлений и приборов.

Широкое применение в сборочных цехах получили механические отвертки, заменившие на отдельных операциях пинцеты и обычные отвертки. Механическими отвертками с электроприводом (рис. 260) ввертываются, например, винты циферблата в платину и винты колонки спирали в балансовые мосты. Применение механизированных отверток позволило значительно повысить производительность труда и осуществить централизованное ввертывание винтов.

Внедрение на сборочных конвейерах пневматических отверток для ввертывания различных винтов механизма и пневматических присосов для переноса деталей из тары в механизм также позволило повысить производитель-

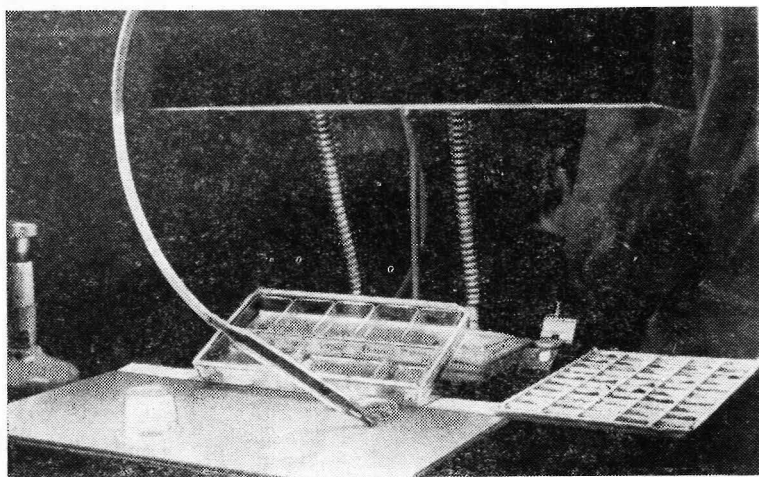


Рис. 260. Механическая отвертка

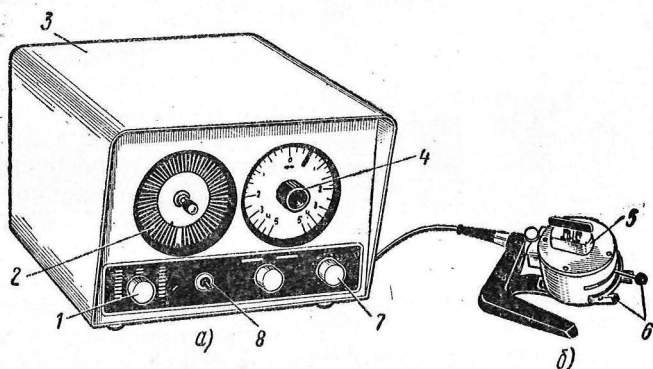


Рис. 261. Установка для регулировки мгновенного суточного хода и одновременной установки «выкачки»:

*a* — прибор П-78, *б* — приспособление П-77; 1 — ручка установки периода колебания баланса, 2 — стробоскоп, 3 — корпус прибора, 4 — ручка шкалы точности хода, 5 — приспособление на микрофоне, 6 — регулировочные ручки, 7 — ручка установки угла подъема баланса, 8 — ручка включения прибора

ность труда и качество выполнения сборочных операций. Применение вакуумных щеток для очистки механизма позволило улучшить чистоту механизма. Применение специальных проекторов П-39 для установки палет и П-40 для отладки хода значительно облегчили выполне-

ние этих трудоемких операций и позволили производить объективную оценку качества их выполнения.

Для регулировки мгновенного суточного хода часов и одновременной установки «выкачки» без снятия механизма с микрофона создан специальный комплекс, состоя-

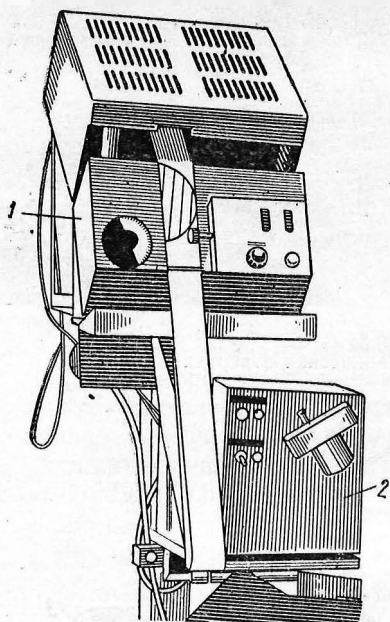


Рис. 262. Комплекс для регулировки мгновенного суточного хода:

1 — прибор ПГЧ-6, 2 — прибор П-71

щий из двух приборов П-77 и П-78 (рис. 261).

Прибор П-78 предназначен для регулировки мгновенного суточного хода и установки «выкачки». Это электронный прибор, который путем сравнения периода колебания, баланса со стабилизированной частотой дает возможность производить регулировку механизма, зажигая на стробоскопе импульсные лампочки. При этом на приборе предусмотрена регулировка хода часов с заданной точностью на опережение или отставание. На микрофон прибора П-78 помещается приспособление П-77 (см. рис. 261, б), позволяющее производить регулировку точности хода и установку «выкачки», не снимая механизм с микрофона.

Регулируемый механизм помещается на приспособление и с помощью его рычагов присходит установка «выкачки» и его регулировка.

Для регулировки и контроля мгновенного суточного хода часов по заданной программе создан специальный комплекс, состоящий из прибора ППЧ-6 и прибора П-71 (рис. 262). Прибор ППЧ-6 служит для проверки мгновенного суточного хода часов, с регистрацией его на бумажной ленте. Прибор П-71 состоит из микрофона с програм-

нным управлением и устройства для подмотки бумажной ленты прибора ППЧ-6. Программное устройство микрофона позволяет выбрать любое сочетание положений для проверки часов из шести возможных, т. е. заводной головкой вверх, вниз, вправо, влево и циферблатом вверх и вниз. Кроме положений может задаваться программа времени проверки часов в этих положениях.

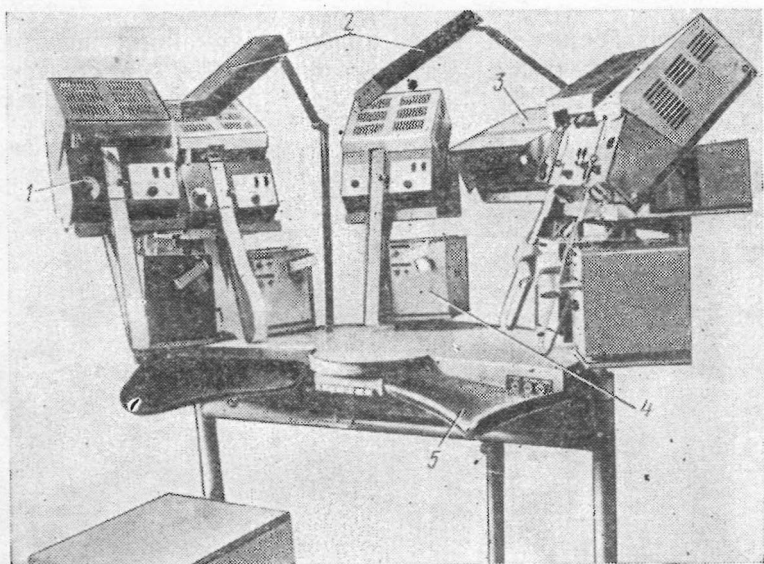


Рис. 263. Рабочий стол ПР-412:

1 — приборы ППЧ-6, 2 — лампы, 3 — амплитудомер, 4 — прибор П-71, 5 — стол

В последнее время для регулировки часов и особенно для их контроля создаются специальные рабочие места, состоящие из комплекса приборов. На рис. 263 представлено рабочее место ПР-412, состоящее из пяти приборов ППЧ-6, снабженных программными микрофонами П-71. Приборы расположены веерообразно над поверхностью стола и их положение может регулироваться, как по высоте, так и в рациональном направлении.

Кроме приборов ППЧ-6 с программными микрофонами на столе может устанавливаться прибор для проверки амплитуды колебания баланса, что позволяет производить контроль величины амплитуды колебания

баланса одновременно с контролем величины мгновенного суточного хода.

Применение программных микрофонов позволяет производить регулировку и контроль часов по точно заданной программе.

#### § 111. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ СБОРОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ

Конвейерная сборка наручных и карманных часов по расчлененному технологическому процессу практически существует с 1948 г., когда для передачи собираемых



Рис. 264. Пульсирующий конвейер

механизмов от одного рабочего места к другому стали использовать непрерывно двигающуюся транспортерную ленту. Работать на таком конвейере было трудно, так как сборщик боялся пропустить механизм с невыполненной операцией. На отдельных операциях накапливалось большое количество механизмов, из-за чего на последующих операциях создавался вынужденный простой.



В 1950 г. был создан конвейер нового типа, который получил название пульсирующего, так как движение транспортной ленты было прерывистым, с определенным ритмом, который регулировался мастером сборочной бригады с пульта управления. Ритмом называется промежуток времени между смежными включениями ленты конвейера (рис. 264).

Сборка часов на пульсирующем конвейере позволила повысить производительность труда за счет синхронизации сборочных операций и введения различных инструментов и приборов, а также за счет улучшения организации сборки. Синхронизацией операций называется доведение продолжительности выполнения каждой операции до ритма или до времени, кратного ритму.

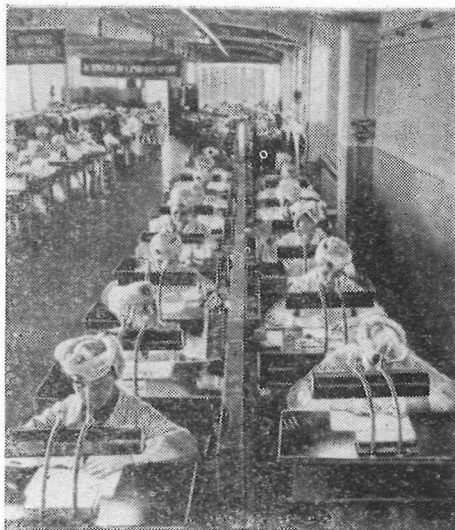


Рис. 265. Конвейер

Основным недостатком пульсирующего конвейера было определение ритма по наиболее медленно работающему сборщику, что сказывалось на производительности труда.

В 1958 г. для сборки часов был создан новый конвейер, оснащенный электронными, оптическими и механическими приборами. Конвейер представляет собой длинный верстак с подвижной лентой. С обеих сторон ленты в шахматном порядке установлены столики, которые являются рабочим местом сборщиков (рис. 265). Лента конвейера движется прерывисто, ритм ее движения можно регулировать.

Конвейер оборудован специальными магазинами-накопителями (рис. 266), расположенными у каждого рабочего места. Накопители позволяют усреднять время

выполнения операции, способствуют повышению производительности труда, исключают простои сборщиков и пропуск выполнения отдельных операций. На конвейере имеется автоматическое устройство для загрузки и разгрузки ленты и распределения собираемых механизмов по рабочим местам. Механические руки автоматически

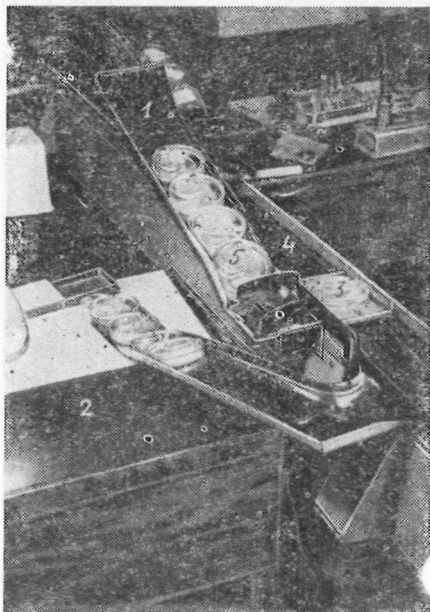


Рис. 266. Магазин-накопитель:

1 — магазин-накопитель, 2 — рабочее место сборщика, 3 — направляющая конвейера к рабочему месту, 4 — конвейерная лента, 5 — часовой механизм в пластиковой таре

передают механизмы с ленты на рабочий столик. Таким образом, на каждом рабочем месте создается постоянный задел из 4—5 собираемых механизмов. Но этот конвейер частично унаследовал недостатки своего предшественника, кроме того, бригадная оплата труда не стимулирует роста производительности труда.

Работы над дальнейшим усовершенствованием технологического процесса сборки продолжают развиваться: разрабатывается технологический процесс с поэлементной сборкой часов, при котором более полно используются индивидуальные способности

сборщика и применяются новейшие механизированные инструменты и приспособления. Поэлементная сборка способствует внедрению более широкой взаимозаменяемости деталей, сокращению до минимума подгоночных и регулировочных операций. Новые конвейеры, состоящие из механизированных рабочих мест сборщика, представляют собой индивидуальные поточные ленты, независимо обслуживаемые. При этом каждый рабочий име-

ет возможность работать по своему методу, со своим ритмом, не нарушая ритм работы всей бригады. Новые конвейеры в значительной степени исключают недостатки существовавших ранее конвейеров.

Разделение операций на отдельные элементы позволяет сборщику выполнять многократно одно и то же движение, одним и тем же инструментом, что значительно снижает вспомогательное время и обеспечивает высокое качество выполняемой операции. Чтобы исключить монотонность, которая быстро утомляет, сборщик может чередовать в желательном для него ритме выполнение тех или других элементов операции.

Принудительная подача деталей на рабочую позицию исключает возможность пропуска выполнения операций. Кроме того, рабочие операции при многократном их повторении можно выполнять и контролировать значительно точнее, чем тогда, когда они все время прерываются вспомогательными движениями.

При организации поэлементной сборки значительно увеличивается возможность применения автоматизированных инструментов и приспособлений.

Рабочее место сборщика может быть различным по своей конструкции. Механизированное рабочее место сборщика ПР-410 рассчитано на сборку пятидесяти механизмов. Механизмы располагаются в 50 местных кассетах, установленных на поворотном столе (рис. 267).

Подача механизма в рабочую позицию осуществляется поворотом кассеты на  $\frac{1}{10}$  часть. После полного оборота кассеты происходит поворот стола на  $\frac{1}{5}$  часть окружности и на рабочую позицию подходит следующая кассета. Затем цикл повторяется. Управление осуществляется с помощью специального выключателя, расположенного в нижней части стола на уровне колена сборщика.

На рабочей позиции происходит подъем подставки с механизмом, предназначенным для сборки над уровнем остальных механизмов, находящихся в кассете. После подъема механизма на рабочую позицию, его можно повернуть вместе с подставкой вокруг оси в любое положение, удобное для выполнения конкретного сборочного перехода.

Для защиты от пыли предусмотрено создание некоторого избыточного давления в зоне расположения механизма.

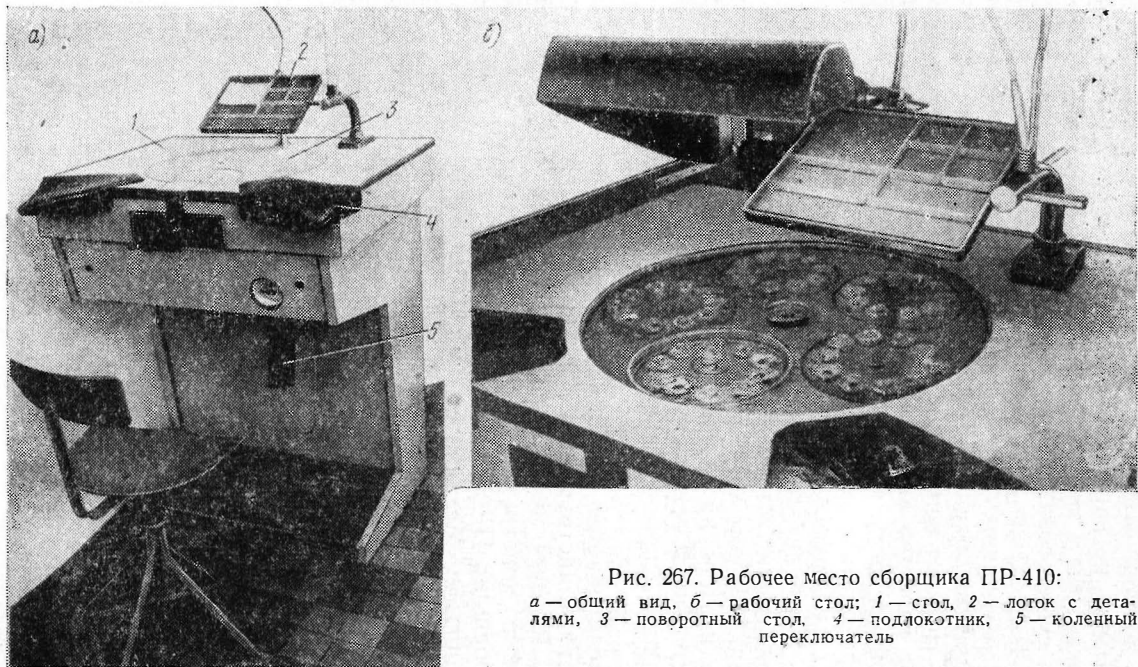


Рис. 267. Рабочее место сборщика ПР-410:  
*а* — общий вид, *б* — рабочий стол; 1 — стол, 2 — лоток с деталями, 3 — поворотный стол, 4 — подлокотник, 5 — коленный переключатель

На рис. 268 показано механизированное рабочее место сборщика ПР-440, конструкция которого предусматривает совмещение ручной сборки, как на столе ПР-410, с выполнением сборочных переходов и применением механизированных устройств — самодействующих головок. Самодействующие головки расположены по окружности на наружной части стола. При помощи самодействующих головок механизированы такие переходы как: ввертывание винтов, смазка отдельных точек механизма, установка отдельных деталей и др. Детали и винты располагаются в специальных блоках, находящихся на наружной части стола.

Механизированное рабочее место ПР-440 тоже рассчитано на сборку пятидесяти механизмов, расположенных в 50 местных кассетах. Управление рабочим местом аналогично управлению рабочим местом ПР-410.

На рис. 269 показано механизированное рабочее место ПР-414, предназначенное для сборки 20 механизмов. Конструкция рабочего места предусматривает возможность совмещения ручной сборки с применением механизированных устройств — самодействующих головок. Механизмы располагаются в 20-местной кассете, установленной на подкассетную шестерню. Подача на рабочую позицию каждого механизма осуществляется поворотом кассеты на  $1/20$  часть. Для выполнения сборочных операций на партиях менее 20 шт. предусмотрена возможность изменения подачи механизма на рабочую позицию (реверс).

Для улучшения условий сборки на рабочей позиции механизм с подставкой поднимают над уровнем основных механизмов. Подставка с механизмом может поворачиваться вокруг своей оси в положение, удобное для выполнения данного перехода. Поворот стола осуществляется коленным выключателем.

В конструкции рабочего места предусмотрена защита от попадания пыли в механизмы. Кассета с механизмами накрыта специальным кожухом, под которым создается избыточное давление, препятствующее попаданию пыли в механизм.

На рис. 270 представлено механизированное рабочее место сборщика ПР-453, рассчитанное на сборку ста механизмов. Механизмы располагаются на специальных подставках, установленных на конвейерной ленте-цепи и двигающихся в закрытой сверху части стола. На рабо-

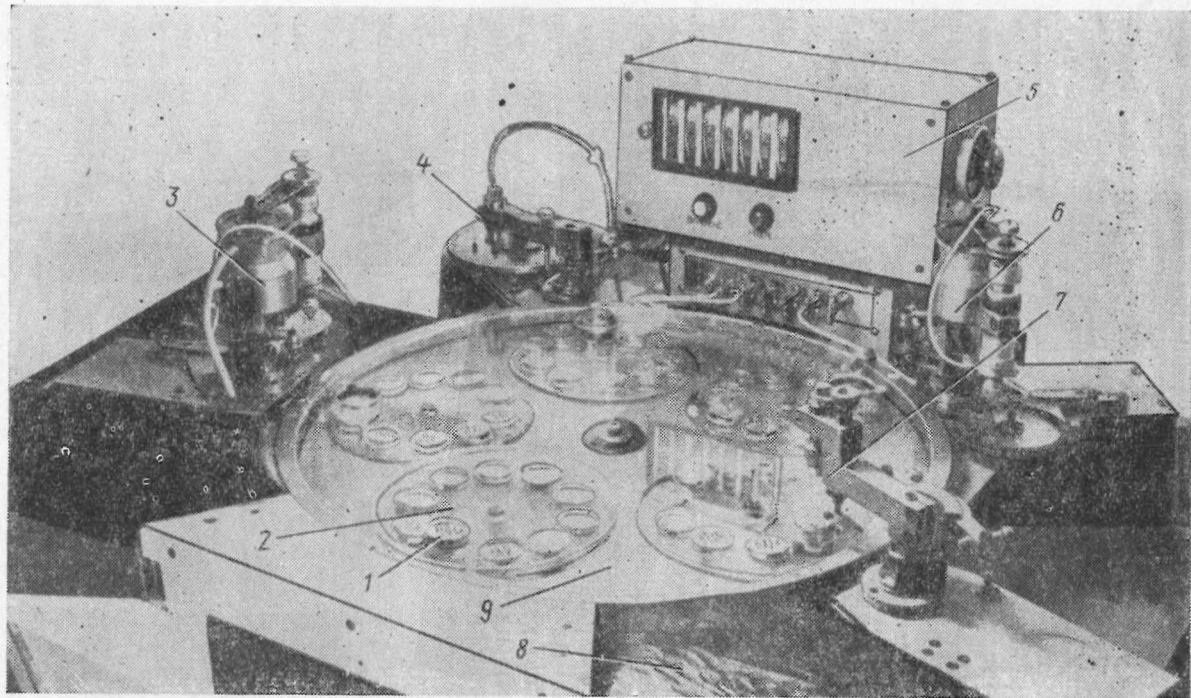


Рис. 268. Рабочее место сборщика ПР-440:  
 1 — механизм на рабочей позиции. 2 — кассета с механизмами. 3, 4, 6 и 7 — самодействующие головки, 5 — программное устройство, 8 — подлокотник стола. 9 — поворотный стол

чем столе одновременно находится пять механизмов. Электродвигатель перемещает конвейерную ленту на единицу шага, т. е. на расстояние между подставками в прямом или обратном направлении. Перемещение ленты происходит при помощи коленного выключателя, расположенного в нижней части стола.

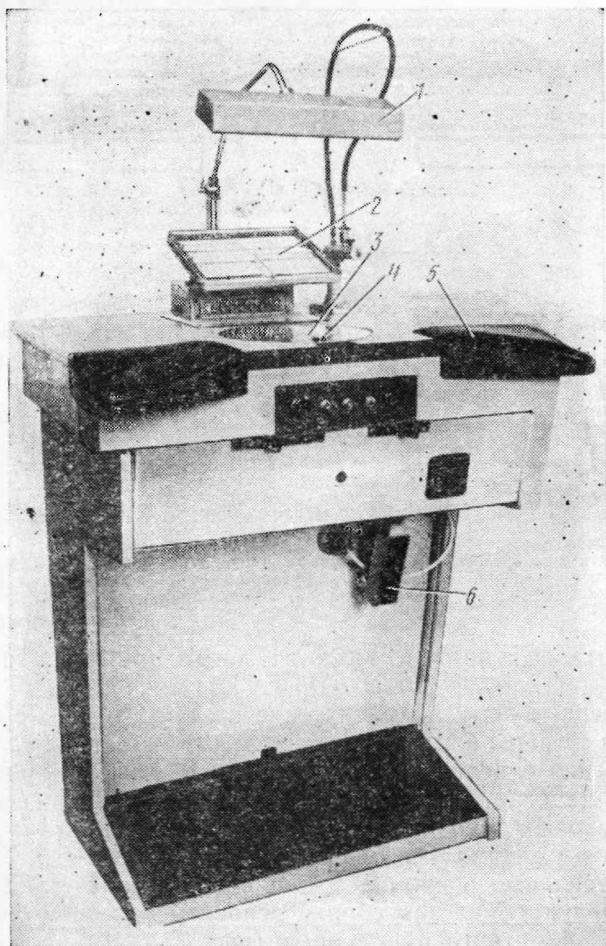


Рис. 269. Рабочее место сборщика ПР-414:

1 — лампа, 2 — лоток для деталей, 3 — поворотный стол (кассета с механизмами), 4 — подставка для механизма, 5 — стол, 6 — колонный переключатель

Стол ПР-453 дает возможность устанавливать на нем различные механизированные приспособления или инструменты.

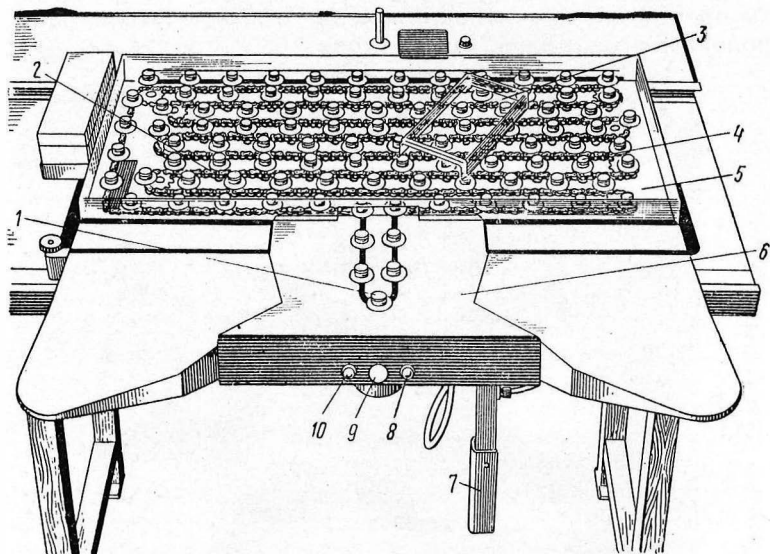


Рис. 270. Рабочее место сборщика ПР-453:

1 — механизм на рабочей позиции, 2 — конвейерная лента-цепь, 3 — футляр для пяти механизмов, находящихся на рабочей позиции, 4 — механизм на подставке конвейера, 5 — защитный футляр, 6 — стол, 7 — коленный переключатель, 8, 10 — включатели, 9 — сигнальная лампочка

## § 112. ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИЕ И АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ

Первые полуавтоматические и автоматические линии были созданы на 2-м Московском часовом заводе для выполнения отдельных сборочных операций при производстве малогабаритных будильников. В настоящее время на часовых заводах начинают применять полуавтоматические и автоматические линии, на которых выполняются отдельные операции и при сборке наручных часов.

**Полуавтомат для сборки основной колесной системы малогабаритного будильника** (рис. 271). Сборка колесной системы на полуавтомате разделена на три операции:

- установка нижних цапф узлов колес в платину;
- установка ангренажного моста;
- привертывание моста к платине.



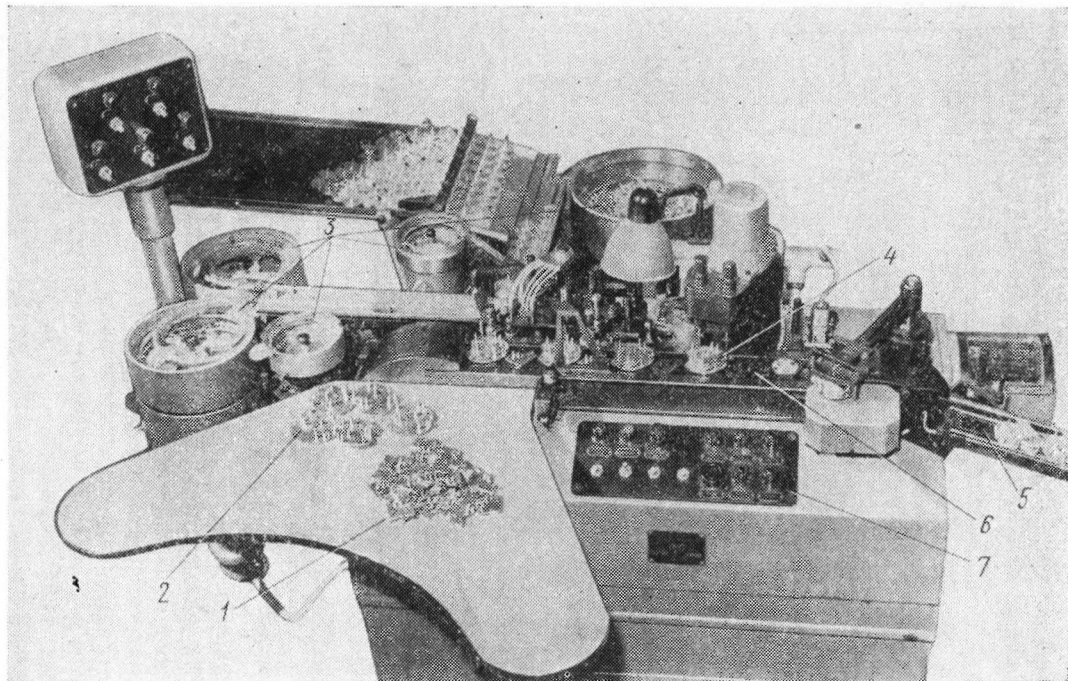


Рис. 271. Полуавтомат для сборки колесной системы будильника:

1 — мосты, 2 — платина, 3 — вибробункера с деталями, 4 — столик-спутник с подставкой, 5 — собранный комплект, 6 — транспортная лента, 7 — пульт управления

В полуавтомате использован принцип отдельного выполнения разнородных приемов сборки и одновременного выполнения однородных. Полуавтомат представляет собой станок с прямолинейным транспортером. Механизм собирается на шести подвижных столиках-спутниках, где закреплены базовые подставки для платины

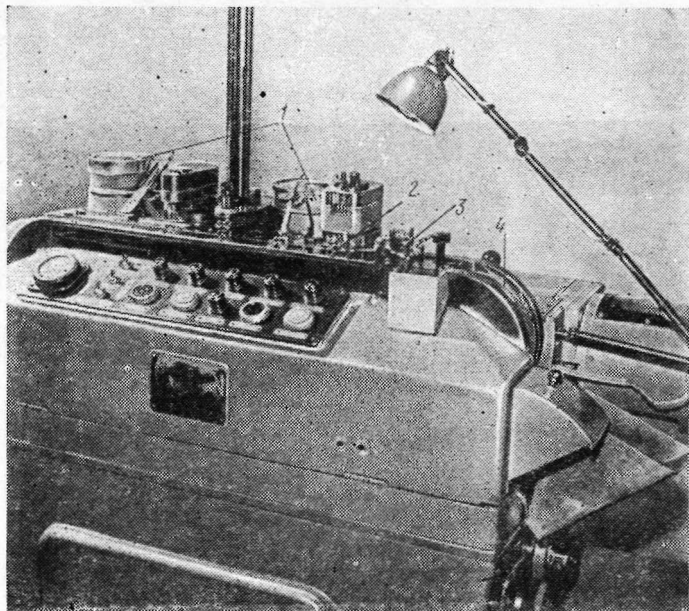


Рис. 272. Автоматическая линия для сборки балансового моста малогабаритного будильника:

1 — магазины, 2 — столик-спутник, 3 — пульт управления, 4 — транспортерная лента

и моста. За время одного цикла работы станка столики-спутники перемещаются и фиксируются последовательно на всех позициях, в определенный момент поворачиваются и опускаются механические руки с деталями.

Платины и мосты кладут на столики вручную. Детали подаются из вибробункеров.

На первой позиции полуавтомата платина и ангренажный мост устанавливаются на базовые подставки.

На второй и третьей позиции выполняются основные переходы сборки колесной системы, т. е. устанавливаются

ся пять колес в платину и накрываются ангренажным мостом. На четвертой позиции привертывается ангренажный мост к платине. На пятой позиции собранный механизм снимается автоматической рукой.

**Автоматическая линия для установки верхней накладки на балансный мост малогабаритного будильника**

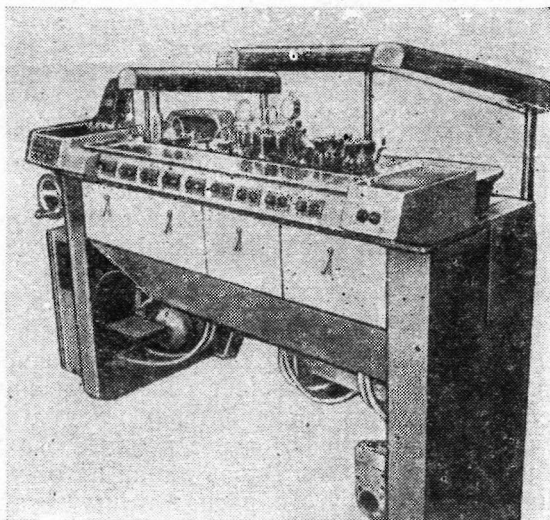


Рис 273. Автоматическая линия для сборки центрального моста наручных часов

(рис. 272). Прямолинейный транспортер автоматической линии расположен с одной стороны от рабочих позиций. Узел собирается на подвижных столиках-спутниках, на которых закреплены базовые подставки. Каждый столик последовательно занимает все позиции. Балансовые мосты из специальных магазинов подаются на базовую подставку, куда из вибробункеров поступают верхние накладки.

Сборка узла на автоматической линии состоит из нескольких переходов: установка балансового моста, установка накладки и ориентации ее по расположению винтовых отверстий, установка и ввертывание в отверстие моста двух винтов, ввертывание бокового винта и съем собранного узла.

**Автоматическая линия для сборки центрального моста наручных часов** (рис. 273). Прямолинейный транспортер автоматической линии расположен с одной стороны от рабочих позиций. Узел собирается на подвижных столиках-спутниках, на которых закреплены базовые подставки. Каждый столик последовательно занимает все позиции. Пластины подаются на базовую подставку из специальных магазинов. Узел центрального колеса, мост и винты поступают из вибробункеров.

Сборка узла на автоматической линии состоит из нескольких переходов: установка пластины на подставку, установка центрального колеса, смазка верхней цапфы триба маслodosировкой карандашного типа, установка центрального моста и крепление его винтами, контроль осевого зазора центрального колеса и съем собранного узла с одновременной проверкой величины осевого зазора.

**Механизация контроля точности хода часов.** В контрольно-испытательных станциях часовых заводов применяется специальный конвейер для проверки точности хода часов. Конвейер представляет собой пульсирующую с определенным ритмом транспортерную ленту, на которую вручную устанавливают через каждые 5 с десятиместные коробки с часами. Вдоль линии на одинаковом расстоянии одно от другого расположены десять мест для контролеров. Коробки с часами останавливаются против рабочих мест контролеров на 3 с. Каждый контролер записывает в проверочной ведомости показания часов, останавливающихся напротив окна в щитке рабочего места. По снятым показаниям подсчитывают суточные ходы часов. Бригада из 12 человек проверяет за восьмичасовой рабочий день 40 тыс. часов.

Проверка точности хода часов также может быть автоматизирована. Это облегчит труд контролеров и исключит субъективную ошибку при съеме показаний часов и при подсчете суточных ходов.

#### Контрольные вопросы

1. Какие операции сборки могут быть автоматизированы?
2. В каких направлениях развивается механизация и автоматизация сборочных работ?

Г Л А В А XVIII  
**СТРУКТУРА ЧАСОВЫХ ЗАВОДОВ  
И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ  
В СБОРОЧНЫХ ЦЕХАХ**

§ 113. СТРУКТУРА ЗАВОДА

Всей работой часового завода, как и любого машиностроительного предприятия, руководит директор, у которого имеется несколько заместителей: главный инженер (первый заместитель), главный экономист (заместитель директора по экономическим вопросам), заместитель директора по производству и заместитель директора по общим вопросам.

Управление производством осуществляется при помощи специальных служб и отделов.

Производственно-диспетчерский отдел руководит оперативной работой по выполнению плана производства, занимается составлением оперативных планов и осуществляет диспетчерское руководство по выполнению производственной программы завода. Начальнику производственного отдела подчинены все основные цехи завода.

В подчинении этого отдела также находится центральный склад деталей и полуфабрикатов.

Планово-экономический отдел занимается планированием показателей по цехам, исходя из общего плана производства, в пределах установленных лимитов (объем, выработка, фонд заработной платы, себестоимость). Этот отдел определяет показатели по производительности труда, затратам материалов, топлива, электроэнергии, утверждает смету производства, а также организует и анализирует производственную и хозяйственную деятельность цехов и всего завода, обеспечивает организацию и внедрение внутривозовского хозрасчета и работу предприятия по новой системе планирования.

Отдел труда и заработной платы совместно с отделом главного технолога занимается разработкой мероприятий по повышению производительности труда, определению и внедрению передовых норм выработки и систем оплаты труда. Этот отдел анализирует выполнение норм и рост производительности,

ведет наблюдение за социалистическим соревнованием. Кроме того, работники отдела занимаются вопросами тарификации, организации труда, расчетами технических норм времени, нормативами по заработной плате и трудозатратам, устанавливают штаты вспомогательных рабочих, инженерно-технических рабочих и служащих.

Главная бухгалтерия ведет учет всех хозяйственных операций, контролирует расход средств и соблюдение финансовой дисциплины, составляет отчеты и балансы и контролирует экономическую работу завода и цехов.

Конструкторский отдел разрабатывает новые конструкции часов и следит за правильным изготовлением деталей, узлов и готовых механизмов, разрабатывает технологический процесс сборки и контролирует выполнение. В состав отдела входит часовая лаборатория, занимающаяся исследованием продукции, выпускаемой заводом, исследованием опытных образцов новых изделий, изучением зарубежных образцов и продукции других заводов. Конструкторский отдел имеет свой экспериментальный участок, на котором изготавливаются опытные образцы.

На ряде заводов в конструкторском отделе находится бюро надежности, которое занимается анализом надежности работы отдельных узлов и всего механизма в целом.

Технологический отдел занимается разработкой технологических процессов и контролирует их выполнение, проектирует технологическую оснастку, разрабатывает нормы расхода материалов. В состав технологического отдела входит технический архив и техническая библиотека.

Отдел технического контроля (ОТК) занимается постоянным контролем качества выпускаемой продукции как готовой, так и на всех основных стадиях производства, выявляет причины появления брака и разрабатывает мероприятия для их устранения.

В обязанности ОТК входит также контроль поступающих на завод материалов и полуфабрикатов. В подчинении ОТК находится центральная измерительная лаборатория.

Отдел автоматизации и механизации разрабатывает и внедряет новые виды оборудования: станки-автоматы, автоматические установки, автоматические линии, приборы.

Отдел научной организации труда (НОТ) занимается комплексом вопросов, связанных с организацией труда, на базе последних достижений науки, техники и передового опыта.

Центральная заводская лаборатория (ЦЗЛ) занимается разработкой новых технологических процессов термической обработки и гальванических покрытий, проводит научно-исследовательские работы, связанные с разработкой новых материалов. В лаборатории осуществляется систематический контроль всех поступающих на завод металлов и других материалов, а также контролируется ведение технологических процессов в термическом и гальванических цехах.

В состав ЦЗЛ входит химическая, металлографическая лаборатория и лаборатория механических испытаний.

Отдел технической информации собирает техническую информацию по вопросам, интересующим работников предприятия, следит за периодической специальной литературой, организует различные выставки с показом технических достижений предприятия.

Отдел главного механика отвечает за исправное состояние и правильную эксплуатацию оборудования, намечает сроки и проводит планово-предупредительный ремонт, занимается текущим ремонтом станочного оборудования, ремонтирует помещения и сооружения, находящиеся на территории завода.

Инструментальный отдел отвечает за своевременное обеспечение цехов инструментами, контролирует правильность их эксплуатации в цехах, руководит работой инструментального цеха.

Отдел материально-технического снабжения занимается обеспечением производства всеми необходимыми основными и вспомогательными материалами. Отдел подготавливает и руководит осуществлением кооперирования завода с другими предприятиями, организует получение и доставку материалов на заводские склады, находящиеся в его ведении.

Финансово-сбытовой отдел реализует готовую продукцию, заключает договора с заказчиками, следит за их выполнением. В подчинении этого отдела находится склад готовой продукции.

Отдел технического обучения занимается подготовкой новых кадров для цехов, повышением квалификации рабочих, инженеров, техников и служащих.

Отдел кадров нанимает на работу и увольняет рабочих, инженеров, техников, занимается вопросами трудовой дисциплины.

Основными производственными единицами каждого завода являются цехи. Цехи, в свою очередь, подразделяются на основные и вспомогательные.

Основными цехами называются те, в которых изготавливаются детали и собираются изделия (готовая продукция), выпускаемые заводом.

Вспомогательными цехами называются те, которые обслуживают основные.

На часовых заводах к основным цехам относятся: заготовительный, прессовый, автоматный, платино-мостовой, корпусный (изготавливает корпуса часов), механический (производящий обработку колес, трибов, рычагов и других мелких деталей), цех обработки деталей спускового регулятора (часто называемый ходовым цехом), отделочный (цех гальванопокрытий) и сборочные цехи.

К вспомогательным цехам относятся: инструментальный, ремонтно-механический, энергетический, ремонтно-строительный, транспортный и др. Кроме того, для создания образцов новых изделий на заводе имеются экспериментальный и опытный цехи.

Каждым цехом руководит начальник цеха, осуществляющий административное руководство через мастеров бригад и диспетчерское бюро цеха. Непосредственным руководителем работ является мастер.

#### § 114. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Техника безопасности — это система технических средств и приемов работы, обеспечивающих безопасность труда.

Обеспечение безопасных условий труда на производстве возложена на администрацию предприятия.

К основным техническим средствам безопасности относятся: оградительные и предохранительные устройства, сигнализация, предохранительные знаки и надписи, специальные устройства, индивидуальные средства защиты и профилактические испытания.

Для того чтобы труд рабочих был безопасным, необходимо прежде всего, чтобы при конструировании машин, станков, приспособлений были учтены все необходимые защитные средства. Требованиям безопасности



также должны отвечать организация и устройство рабочего места и условия работы в цехе. Большое значение для организации безопасного труда имеет обеспечение свежего воздуха в помещении, поддержание определенной температуры и влажности. Необходимую температуру и влажность воздуха в цехах должны поддерживать специальные установки для кондиционирования. Эти установки должны также очищать воздух от пыли.

На предприятиях для каждого цеха составляют специальные инструкции по технике безопасности. При поступлении на завод рабочие проходят специальный инструктаж по технике безопасности и только после этого допускаются к работе.

В сборочных цехах часовых заводов имеется специальная инструкция по технике безопасности. В этой инструкции указаны требования, которые должны выполнять все работники сборочных цехов.

#### § 115. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ В СБОРОЧНЫХ ЦЕХАХ

Сборщики должны приходиться на рабочее место не позднее чем за 5 мин до начала работы для того, чтобы подготовить рабочее место. Находясь на работе, они должны строго соблюдать правила внутреннего распорядка: соблюдать тишину, не разрешать посторонним лицам находиться на своем рабочем месте, не уходить с рабочего места, когда работает конвейер, не разговаривать.

Перед началом работы сборщик должен привести в порядок рабочую одежду: белый халат сборщика должен быть застегнут на все пуговицы, обшлага рукавов также должны быть застегнуты, голова должна быть покрыта косынкой (у женщин) или колпаком (у мужчин). На ногах должна быть специальная чистая обувь (тапочки). Стол сборщика должен содержаться в чистоте.

Высота стула, на котором сидит сборщик, должна быть отрегулирована по его росту и после ее установки винт крепления сиденья должен быть завернут до отказа.

Сборщику не разрешается: класть инструмент, приборы и другие предметы на ленту конвейера; инструмент и детали часов — в карманы халата; облакачиваться на лотки и ограждения ленты конвейера.

Местное освещение рабочего стола сборщика должно быть отрегулировано так, чтобы свет падал на рабочую зону. Для создания нормальной освещенности следует пользоваться лампами дневного света, помещенными в специальные рефлекторы-отражатели. Применение безрефлекторных ламп не допускается. Рабочее место сборщика должно освещаться двумя или тремя лампами дневного света, присоединенными к различным фазам переменного тока. Одиночные лампы вредно влияют на зрение при работе с движущимися деталями.

В сборочных цехах часовых заводов имеется разветвленная система электропроводок. Электричество применяется для освещения, питания двигателей конвейеров, для управления конвейером, приведения в действие разных механизмов и т. п. Электрический ток, передаваемый по линиям электрической проводки, имеет большое напряжение, достигающее нескольких сот вольт. Проводка проложена под верстаками, под полом, по стенам. С электрическим оборудованием нужно обращаться осторожно, не прикасаться к неизолированным или плохо изолированным частям электрических устройств. Не допускается передвигать рабочий стол конвейера или электрические приборы во избежание коротких замыканий.

Для включения и выключения электроприборов сборщик может пользоваться только специальными выключателями. При замене ленты на приборе П-12 прибор необходимо выключить.

Выключать и включать конвейер разрешается только мастеру бригады.

По окончании работы сборщик должен выключить электроприборы, электролампы, закрыть кран сжатого воздуха и убрать рабочее место.

Для сохранения чистоты в цехе и предохранения деталей от коррозии не разрешается в цехе хранить продукты питания, посуду для питья и еды, личные вещи.

Для обеспечения чистоты сборки механизма сборщик должен всегда содержать руки в чистоте. Ногти должны быть аккуратно подстрижены, не иметь заусенцев. В сборочных цехах предусмотрен производственный маникюр. Чтобы очистить руки, перед началом работы рекомендуется промывать их слабым раствором формалина (2—3%).

К моечному отделению сборочного цеха предъявляют-

ся повышенные требования по технике безопасности, так как применяемый для промывки деталей бензин является горючей и взрывоопасной жидкостью. Пол, стены, дверь и оборудование моечного отделения должны быть негоряемы. Помещение должно быть оборудовано специальными вытяжными установками. Электрооборудование, применяемое для освещения моечного отделения, должно быть взрывобезопасным. Общее количество легковоспламеняющихся жидкостей, находящихся в моечном отделении, не должно быть больше, чем нужно для обеспечения одной смены.

Все промывочные жидкости (бензин, спирт, ацетон и т. д.) нужно хранить в дуралюминиевой таре с плотно закрывающейся крышкой в специальном шкафу, оборудованном вытяжкой. Горючие жидкости, бывшие в употреблении, должны сливаться в специальную дуралюминиевую посуду. Категорически запрещается сливать горючие жидкости и их отходы в раковины умывальников и другие места. В моечном отделении запрещается пользоваться огнем, курить, пользоваться электроплитками, спиртовками и электросушками с электромотором, а также стирать одежду и мыть руки.

В моечном отделении должно работать не менее двух человек. При малейшем признаке отравления (головная боль, слабость, тошнота) нужно немедленно обратиться к врачу.

Сборочные цехи работают в одну или две смены. Продолжительность рабочей недели 41 ч. Через каждые два часа работы на конвейерах устраивается 10-минутный перерыв для отдыха сборщиков. Один раз в смену проводится специальная производственная гимнастика, комплекс упражнений которой периодически меняется и рассчитан на снижение утомляемости сборщика от сидячей работы. В середине смены предусмотрен часовой обеденный перерыв.

#### Контрольные вопросы

1. Какие требования по технике безопасности должен выполнять сборщик?
2. Какими легковоспламеняющимися жидкостями пользуются при сборке часов и каковы условия их хранения?

## ЛИТЕРАТУРА

Аксельрод З. М. Часовые механизмы. М., Машгиз, 1947.

Беляков И. С. Часовые механизмы. М., Машгиз, 1957.

Селиванкин С. А., Тарасов С. В. Ювелирные изделия и часы. М., «Экономика», 1967.

Гевондян Т. А., Киселев Л. Т. Детали механизмов точной механики. М., Оборонгиз, 1953.

Тагиров С. М. Конструкция и технология сборки механических часов. М., Машгиз, 1960.

Тарасов С. В. Технология часового производства. М., Машгиз, 1963.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие . . . . .	3
Введение . . . . .	6
Глава I. Общие сведения о часах . . . . .	17
§ 1. Классификация часов по назначению и их основные параметры . . . . .	17
§ 2. Система индексации часов . . . . .	19
§ 3. Система наименований часов . . . . .	24
§ 4. Принципиальная схема часового механизма . . . . .	24
§ 5. Детали часового механизма . . . . .	25
Глава II. Устройство наручных часов . . . . .	39
§ 6. Наручные часы без секундной стрелки . . . . .	39
§ 7. Наручные часы с боковой секундной стрелкой . . . . .	41
§ 8. Наручные часы с центральной секундной стрелкой . . . . .	45
§ 9. Часы с календарным устройством . . . . .	52
§ 10. Часы с автоматическим под заводом пружины . . . . .	64
§ 11. Часы с автоматическим под заводом пружины и календарем . . . . .	80
§ 12. Часы с сигнальным устройством . . . . .	82
§ 13. Часы с секундомером . . . . .	87
§ 14. Специальные наручные часы . . . . .	90
§ 15. Электрические наручные часы . . . . .	96
Глава III. Устройство карманных часов и секундомеров . . . . .	101
§ 16. Карманные часы . . . . .	101
§ 17. Секундомеры . . . . .	103
Глава IV. Устройство крупногабаритных часов . . . . .	110
§ 18. Будильники . . . . .	110
§ 19. Настенные и настольные балансовые часы . . . . .	117
§ 20. Маятниковые часы . . . . .	123
Глава V. Двигатель . . . . .	128
§ 21. Гиревой двигатель . . . . .	128
§ 22. Пружинный двигатель . . . . .	129
§ 23. Способы крепления заводных пружин . . . . .	130
§ 24. Расчет пружинного двигателя . . . . .	133
§ 25. Работа пружины в барабане . . . . .	138
§ 26. Энергетические характеристики пружинного двигателя . . . . .	140
§ 27. Влияние коэффициента заполнения внутреннего объема барабана на число оборотов заводного вала при спуске пружины . . . . .	143
§ 28. Требования, предъявляемые к заводным пружинам . . . . .	144
Глава VI. Основная колесная система . . . . .	145
§ 29. Понятие о работе зубчатого зацепления. Передаточное отношение . . . . .	145
§ 30. Элементы зубчатых колес. Модуль зацепления . . . . .	147
§ 31. Виды зубчатых зацеплений . . . . .	149

§ 32. Расчет передаточных отношений основной колесной системы . . . . .	152
§ 33. Определение чисел зубьев колесной системы и момента на анкерном колесе . . . . .	156
§ 34. Расчет передаточных отношений стрелочного механизма . . . . .	158
Глава VII. Анкерный ход или спуск . . . . .	160
§ 35. Виды ходов . . . . .	160
§ 36. Работа анкерного хода . . . . .	163
§ 37. Углы, проходимые анкерным колесом . . . . .	166
§ 38. Углы, проходимые анкерной вилкой . . . . .	167
§ 39. Углы, проходимые балансом . . . . .	169
§ 40. Угол притяжки . . . . .	169
§ 41. Предохранительные устройства хода . . . . .	171
§ 42. Работа предохранительных устройств . . . . .	172
§ 43. Построение швейцарского анкерного хода . . . . .	173
Глава VIII. Регулятор . . . . .	178
§ 44. Маятниковый регулятор . . . . .	178
§ 45. Способы подвеса маятника . . . . .	180
§ 46. Регулировка периода колебаний маятника . . . . .	180
§ 47. Влияние температуры на период колебания маятника . . . . .	182
§ 48. Влияние атмосферного давления на период колебания маятника . . . . .	183
§ 49. Регулятор баланс — спираль . . . . .	184
§ 50. Период колебания баланса . . . . .	187
§ 51. Трение в регуляторе. Добротность . . . . .	190
§ 52. Неуравновешенность баланса . . . . .	191
§ 53. Спираль . . . . .	196
§ 54. Влияние крепления внешнего и внутреннего концов плоской спирали на период колебания баланса . . . . .	198
§ 55. Действующая длина спирали . . . . .	201
§ 56. Влияние зазора между спиралью и штифтами градуса на период колебания баланса . . . . .	201
§ 57. Противоударное устройство . . . . .	203
Глава IX. Регулировка часового механизма . . . . .	206
§ 58. Требования, предъявляемые к узлам часового механизма . . . . .	206
§ 59. Способы регулировки . . . . .	208
§ 60. Приборы для проверки точности хода . . . . .	214
§ 61. Запись хода часов на приборе . . . . .	219
§ 62. Приборы для замера амплитуды колебаний баланса . . . . .	221
§ 63. Методика выборочного контроля качества часов . . . . .	223
Глава X. Основы взаимозаменяемости . . . . .	229
§ 64. Понятие о взаимозаменяемости . . . . .	229
§ 65. Допуски . . . . .	231
§ 66. Зазоры в часовом механизме . . . . .	234
§ 67. Посадки . . . . .	235
§ 68. Классы точности . . . . .	236
§ 69. Шероховатость поверхности . . . . .	237

	Стр.
§ 70. Припуски или операционные допуски . . . . .	239
§ 71. Виды соединений . . . . .	239
Глава XI. Основные понятия надежности . . . . .	242
§ 72. Основные понятия теории надежности . . . . .	242
§ 73. Методы испытания на надежность . . . . .	245
Глава XII. Материалы, применяемые в часовом производстве . . . . .	250
§ 74. Классификация металлических конструкционных материалов, применяемых в часовом производстве . . . . .	250
§ 75. Требования, предъявляемые к часовым металлическим материалам . . . . .	251
§ 76. Основные свойства металлических материалов . . . . .	252
§ 77. Черные металлы и их сплавы . . . . .	254
§ 78. Сплавы цветных металлов . . . . .	255
§ 79. Часовые камни . . . . .	258
§ 80. Часовые масла . . . . .	261
§ 81. Органическое стекло и прокладочные материалы . . . . .	262
§ 82. Вспомогательные материалы . . . . .	263
Глава XIII. Технология обработки часовых деталей . . . . .	265
§ 83. Виды механической обработки и отделочные операции . . . . .	265
§ 84. Термическая обработка и гальванические покрытия . . . . .	271
Глава XIV. Типовой технологический процесс сборки наручных часов . . . . .	276
§ 85. Основные понятия о технологическом процессе сборки . . . . .	276
§ 86. Типы производства . . . . .	277
§ 87. Сборочный цех и рабочее место сборщика . . . . .	278
§ 88. Инструменты, применяемые при сборке . . . . .	279
§ 89. Подготовка деталей и узлов к сборке . . . . .	284
§ 90. Сборка узла заводки часов и перевода стрелок (ремонт-уара). . . . .	304
§ 91. Сборка основной колесной системы (ангренажа) . . . . .	307
§ 92. Сборка узла анкерного хода . . . . .	313
§ 93. Сборка и смазка амортизаторов . . . . .	332
§ 94. Уравновешивание баланса . . . . .	335
§ 95. Обработка узла баланс — спираль . . . . .	345
§ 96. Пуск механизма в ход . . . . .	376
§ 97. Смазка механизма . . . . .	392
§ 98. Динамическая регулировка суточного хода . . . . .	399
§ 99. Контроль регулировки механизма и часов . . . . .	407
§ 100. Сборка узла календаря . . . . .	409
§ 101. Сборка механизма автоподзавода . . . . .	412
§ 102. Установка циферблата и стрелок . . . . .	414
§ 103. Установка механизма в корпус . . . . .	417
§ 104. Анализ и исправление дефектных часов и механизмов . . . . .	418
Глава XV. ГОСТы и технические условия на часы . . . . .	425
§ 105. Настенные, настольные часы и будильники . . . . .	425
§ 106. Карманные и наручные часы . . . . .	425
Глава XVI. Контроль и испытание часов . . . . .	429
§ 107. Контроль готовых часов . . . . .	429

	<i>Стр.</i>
§ 108. Проверка часов в контрольно-испытательной станции (КИС) . . . . .	432
§ 109. Периодические испытания часов . . . . .	442
Глава XVII. Механизация и автоматизация сборки часов . . . . .	452
§ 110. Механизированные инструменты, приспособления и приборы . . . . .	452
§ 111. Совершенствование конструкций сборочных конвейеров . . . . .	456
§ 112. Полуавтоматические и автоматические линии . . . . .	464
Глава XVIII. Структура часовых заводов и техника безопасности в сборочных цехах . . . . .	469
§ 113. Структура завода . . . . .	469
§ 114. Общие положения : : . . . . .	472
§ 115. Правила техники безопасности в сборочных цехах . . . . .	473
Литература . . . . .	476

ВЕРА ДМИТРИЕВНА ПОПОВА  
НЕЛЛИ БОРИСОВНА ГОЛЬДБЕРГ

## УСТРОЙСТВО И ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ ЧАСОВ

Редактор Г. В. Садыков. Художник Б. А. Школьник. Художественный редактор В. И. Пономаренко. Технический редактор Т. А. Новикова. Корректор Р. К. Косинова

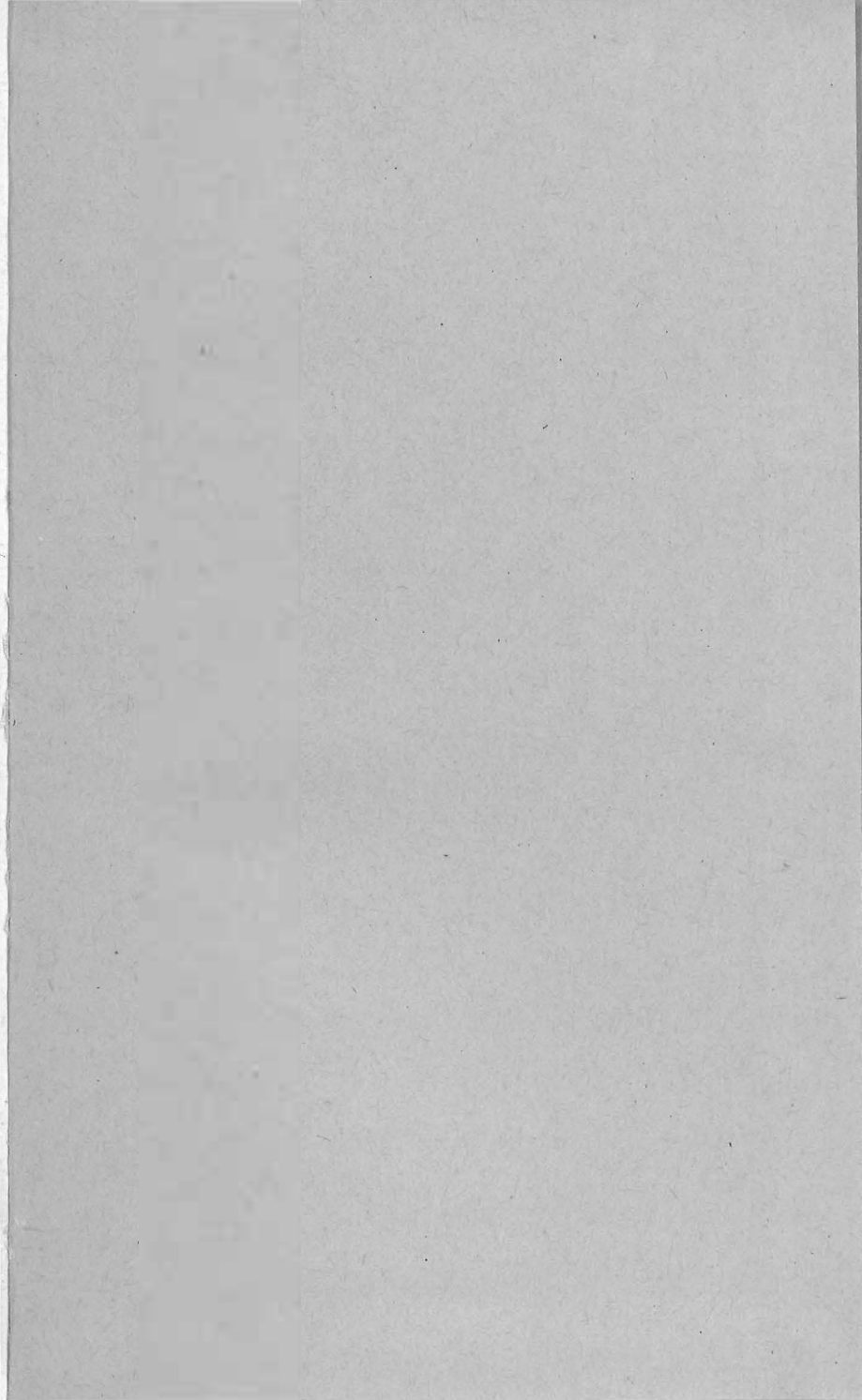
Т-06603. Сдано в набор 25/VIII—75 г. Подп. к печати 9/III—76 г.  
Формат 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Бум. тип. № 1. Объем 15 печ. л. 25,20 усл. п. л.  
24,69 уч. изд. л. Изд. № М-2. Тираж 40 000 экз. Цена 70 коп. Зак. 282.

Издательство «Высшая школа»

План выпуска литературы для профтехобразования издательства «Высшая школа» на 1976 г. Позиция № 77. Москва, К-51, Неглинная ул., д. 29/14.

Владимирская типография Союзполиграфпрома  
при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательства,  
полиграфии и книжной торговли  
600610, гор. Владимир, ул. Победы, д. 18-б.





70 коп.