

VA 571.088

1 р. 10 к.

Б.Л.Елисеев РЕМОНТ ЧАСОВ

*Б.Л.Елисеев*

РЕМОНТ  
ЧАСОВ

ESTI RAHVUSRAAMATUKOOL



1 0100 00386165 1

Елисеев Б. Л. Ремонт часов. Издательство «Легкая индустрия», 1968 г., стр. 428, тираж 25 000 экз., цена 1 р. 10 к.

В книге впервые дано полное описание практических приемов ремонта всех типов часовых механизмов, включая их наиболее перспективные модификации. Приведены необходимые минимальные сведения по устройству часов, а также теоретические обоснования, способствующие квалификационному совершенствованию качества работы мастера. Наряду с традиционными излагаются новые и перспективные методы ремонта. Рекомендуются необходимые инструменты и приспособления.

В отдельном разделе книги даны полезные советы часовому мастеру.

Книга является практическим руководством как для квалифицированных мастеров, так и для обучающихся профессии часовщика; она представляет большой интерес для читателей, имеющих элементарные навыки по ремонту и желающих устранить отдельные неисправности часов самостоятельно.

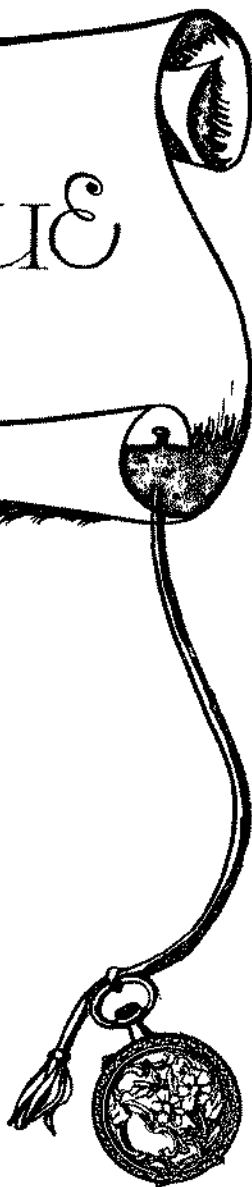
Рисунков 161, таблиц 10, библиографии 72.

Рецензент Э. И. Замтфорд



Ремонт часов был и всегда останется одной из актуальных проблем бытового обслуживания. Часовая промышленность за последние годы достигла значительных успехов в деле дальнейшего совершенствования часовых механизмов и создания новых часов, отличающихся повышенными эксплуатационными свойствами. Появились часовые механизмы, снабженные рядом дополнительных устройств, созданы и все шире внедряются в производство различные модификации принципиально новых настенных, настольных и даже наручных электрических часов.

Приемы работы часового мастера в течение последних лет также подверглись некоторым изменениям. Появились новые, более удобные и более точные инструменты. Изменилась сама методика работы. В настоящее время наиболее прогрессивным методом ремонта признан заводской поточный метод, базирующийся на замене дефектных деталей новыми и выполнении отдельными мастерами лишь определенных операций. Но из этого еще не следует, что необходимость



в высококвалифицированных мастерах-профессионалах отпала. Заводской метод ремонта может быть экономически оправдан лишь в условиях организации подобных предприятий в крупных населенных пунктах, а также при ремонте часов отечественного производства, для которых всегда имеется достаточный запас необходимой фурнитуры. Ремонт же часов иностранных фирм или часов старых конструкций, снятых в настоящее время с производства, а также ремонт различных сложных часов и часов новейших модификаций требует от часового мастера знания всех функций механизма, чтобы точно исправить ту деталь, которая является причиной обнаруженного дефекта.

Настоящая книга предназначена для лиц, уже владеющих некоторыми элементарными навыками ремонта и знакомых с устройством обыкновенных часовых механизмов, однако в качестве практического пособия ее можно рекомендовать и широкому кругу читателей, изучающих своеобразную и сложную профессию часового мастера. В своих основных разделах и главах книга содержит лишь необходимый минимум начальных, элементарных сведений по ремонту часов; большая часть материала этих глав посвящена изложению сведений, предназначенных для квалификационного усовершенствования специалиста-ремонтника.

Работая над этой книгой, автор стремился к достижению двух целей:

— дать сжатое, но полное описание практических приемов ремонта всех основных типов часовых механизмов, включая их наиболее новые, перспективные модификации;

— отойти от традиционной манеры изложения материала и кроме чисто практических рекомендаций и описаний приемов работы дать некоторые теоретические обоснования и рекомендации, способствующие квалификационному усовершенствованию читателя.

Ранее опубликованные книги по ремонту часов содержат несколько абстрагированное описание часового механизма, либо ограничиваются описанием часов устаревших конструкций. В то же время, что наиболее существенно, в этих книгах описываются практические методы ремонта, свойственные для ремонтника-кустаря, пользующегося порой несовершенными, примитивными приспособлениями и инструментами. Этим как бы фиксируется существующее традиционное часовое ремесло и уничтожается необходимое прогрессивное начало. В предлагаемой читателю книге предпринята попытка устранить эти недостатки. Для этого приведено описание широкого и разнообразного класса часов как отечественного, так и зарубежного производства; наряду с известными традиционными методами ремонта дано описание некоторых новых, прогрессивных методов и рекомендации по перспективному усовершенствованию отдельных

методов. Кроме того, автор не ограничивается изложением какого-либо одного метода ремонта при устранении отдельного дефекта в часовом механизме. Приводится сопоставление нескольких практических методов, их сравнительный анализ, объяснение взаимных преимуществ и рекомендации по применению того или другого метода.

К сожалению, объем данной книги не позволяет дать исчерпывающе полное описание всех приемов практической работы, встречающихся при ремонте часов, и вынуждает ограничиться лишь наиболее типичными случаями.

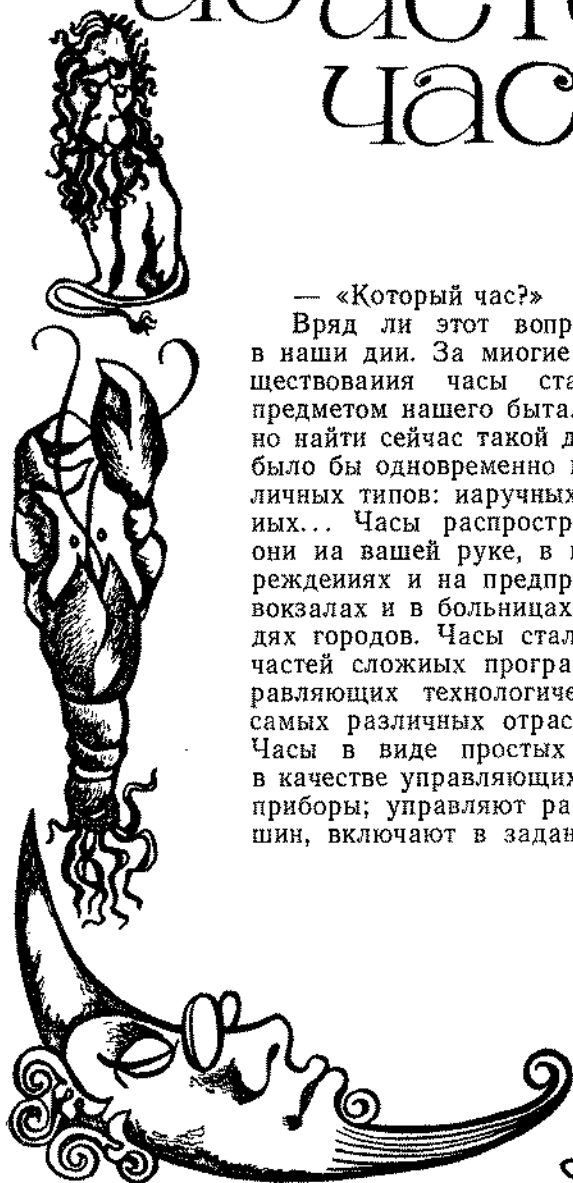
Автор с благодарностью примет все критические замечания читателей, и особенно часовых мастеров, надеясь, что эти замечания позволят в дальнейшем улучшить и дополнить материалы этой книги.

Большинство практических приемов работы с часами, описываемых здесь, были изучены автором под руководством его отца — Леонида Петровича Елисеева, памяти которого посвящается этот труд.

# Немного из истории часов

— «Который час?»

Вряд ли этот вопрос удивит кого-либо в наши дни. За многие сотни лет своего существования часы стали необходимейшим предметом нашего быта. Пожалуй, невозможно найти сейчас такой дом или семью, где не было бы одновременно нескольких часов различных типов: наручных, настольных, настенных... Часы распространены повсеместно — они на вашей руке, в вашей комнате, в учреждениях и на предприятиях, в театрах, на вокзалах и в больницах, на улицах и площадях городов. Часы стали одной из основных частей сложных программных устройств, управляющих технологическими процессами в самых различных отраслях промышленности. Часы в виде простых реле времени вошли в качестве управляющих устройств в бытовые приборы; управляют работой стиральных машин, включают в заданное время радиопри-







емник. Жизнь современного общества неразрывно связана с измерением времени.

Часы — самый древний, самый точный и, вероятно, самый сложный бытовой прибор. Человечество почти от самой своей колыбели осознало течение времени. Постоянство смены времен года, стабильность перемены дня и ночи, закономерность перемещения Солнца и Луны по небесному своду, возможно, подсознательно, подсказали древним людям первые примитивные понятия для измерения времени: сутки, утро, день, полдень, вечер, ночь... Проходили тысячелетия. Способы измерения времени постепенно совершенствовались. Но еще долгие века человечество удовлетворялось календарным измерением времени, подсчитывая количество истекших или предстоящих суток. Примитивными приспособлениями тех времен были ремешок с узелками и дощечка с зарубками. Ежесуточно делая



зарубку, человек мог подсчитать количество прошедших дней; развязывая каждый день по узелку, можно было определить число оставшихся суток до какого-либо ожидаемого события.

Время в его почти современном понятии стало известно человечеству примерно около 5000 лет тому назад. Возникшее в Азии между реками Тигром и Евфратом древнее Вавилонское царство достигло исключительно высокой по тому времени культуры, оказавшей сильное влияние на культуру древнего Египта, Греции и Рима. Вавилоняне обладали большими знаниями в области земледелия, металлообработки, архитектуры, достигли значительного совершенства в астрономии. Именно им принадлежит основа современного деления времени. Древние астрономы Вавилона установили, что Солнце на своем дневном пути укладывается 180 раз. Это позволило им предположить, что ночной путь Солнца также равен 180 солнечным диаметрам. Конечным выводом этих рассуждений явилось деление суток на 360 частей, а одновременно позволило создать систему деления окружности на 360 градусов, дожившую до наших дней. Очевидно, что измерение времени такими малыми отрезками было в то время невозможно, поэтому в Вавилоне было принято деление суток на более крупные отрезки времени, кратные 360. Вначале сутки делили на 12 частей, так как Солнце в течение года проходило через двенадцать созвездий Зодиака; несколько позднее сутки стали делить на 24 часа. Такое уже относительно точное деление суток потребовало создания новых устройств для измерения времени. Изобрести их человечеству вновь помогли периодические явления природы. Люди обратили внимание на закономерность перемещения тени и изменения ее длины в зависимости от движения Солнца.

Известно, что первые попытки измерения времени по тени состояли в довольно утомительном занятии — измерении длины тени шагами. Для этого избирался какой-либо заметный ориентир: обелиск, статуя, башня, тень от которых могла быть измерена столь примитивным образом в дневное время.

В дальнейшем время стали измерять по перемещению тени. С изобретением неподвижных ориентиров, позволяющих определять положение тени в течение дня, появились солнечные часы. Это изобретение было сделано в Греции около 500 лет до н.э. Солнечные часы принято называть их древним греческим именем — гномон.

Первоначально гномоны представляли сложные архитектурные сооружения в виде высоких обелисков, охваченных полукругом каменных столбов, используемых как ориентиры для определения времени. Затем солнечные часы стали более совершенны, уменьшились в размерах, получили штриховую шкалу. В средние века были известны даже карманные сол-



нечные часы, в корпус которых обычно был вмонтирован миниатюрный компас для правильной ориентации часов при определении значения времени. Солнечные часы, впрочем, лишь как антикварное изделие, дожили и до наших дней. Их можно увидеть в Москве над парадными подъездами здания Историко-архивного института, на улице 25-го Октября (рис. 1); в музее-усадьбе «Коломенское»; сохранились солнечные часы и в пригородах Ленинграда: на старой дороге, ведущей из

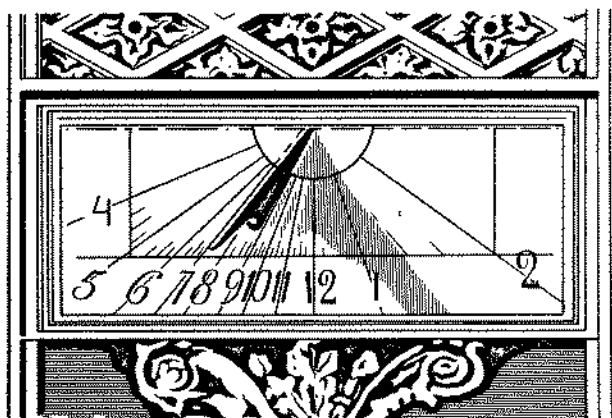


Рис. 1. Солнечные часы с вертикальным циферблатом

Ленинграда в Москву (на каменных верстовых столбах), в городе Пушкине у Орловских ворот.

В музее города Раменское Московской области экспонируется уникальный экземпляр настольных солнечных часов с сигнальным устройством. Эти часы снабжены уровнем и компасом для точной ориентации на горизонтальной плоскости и имеют маленькую медную пушку, над которой размещена линза (в настоящее время утрачена). В зависимости от первоначальной установки линзы солнечный луч в определенное время фокусировался на запальное отверстие пушки, воспламенял порох и производил сигнальный выстрел.

И все же солнечные часы были не совсем удобным и надежным прибором. Они были бесполезны в пасмурный день, они бездействовали ночью. Попытки измерения ночного времени привели к созданию огненных часов. При помощи этих часов время измеряли по количеству масла, сгоревшего в лампе, или воска в свече. Некоторое время огненные часы были столь широко распространены, что единицей измерения времени стала свеча. На вопрос: — «Который час?» — следовал ответ: — «Две свечи»; что соответствовало примерно трем часам ночи, поскольку всю ночь разделяли на три свечи.

В эти годы был впервые изобретен будильник. Разумеется, также огненный. В небольшую металлическую лодочку вкладывали пруток из смолы и опилок, подожженный с одного конца. Поперек лодочки на тонкой нити подвешивали два медных шарика. Саму лодочку устанавливали на высоких ножках, а под ней ставили медный тазик. Смоляной пруток медленно тлел, распространяя ароматный дымок. Когда огонь подползал к нитке, она перегорала и шарики падали в тазик. Раздавался звон. Подобные будильники находили применение в некоторых восточных странах всего лишь 40 лет назад.

Вообще очевидно, что применение огненных часов было неперспективно в дневное время, да и точность их показаний была чрезвычайно низка. Лампы горели неровным, коптящим пламенем, свечи были различной толщины, вследствие чего скорость выгорания масла и воска у разных ламп и свечей была различна.

Наиболее точным и совершенным устройством для измерения времени были водяные часы, также изобретенные в Вавилоне примерно 2500 лет назад. Эти часы надежно действовали и днем и ночью. Устройство их было весьма простым: сосуд с отверстием в днище и делениями на стенках, позволяющими следить за падением уровня воды. Водяные часы быстро завоевали признание во всем древнем мире. Их применяли в древнем Египте, Иудее и Финикии, они широко распространились в городах древней Греции и Рима. Водяными часами пользовались и в домашнем быту, в войсках, в правительственных учреждениях и школах. Водяные часы были непременной принадлежностью стадионов и ипподромов, судебных учреждений.

Водяные часы в те времена часто называли ночными часами за их способность измерять время и ночью. В дальнейшем за ними закрепилось название «клепсидра», что по-гречески означает «похитительница». Видимо, древние люди с несколько грустным юмором сожалели о времени, похищаемом клепсидрой вместе с медленно вытекающей водой. Именно клепсидре мы обязаны появлением выражения — «течение времени».

Наибольшее развитие клепсидры получили в Александрии — богатейшем торговом городе древнего Египта. Именно здесь около 2000 лет назад появились первые в мире часовые мастерские, занимавшиеся производством разнообразных клепсидр. Ремесленников, занятых производством клепсидр, называли «автоматариями-клепсидрариями», что означало — мастера автоматических водяных часов. Упоминание об автоматических часах не случайно. Многие клепсидры представляли сложные автоматические устройства, снабженные движущимися фигурами и сигнальными механизмами. История сохранила нам

имена нескольких талантливых изобретателей автоматических календарей.

Наибольшей известностью в те времена пользовался александриец Ктезибий (около 200 лет до н. э.). Созданные им календарные часы столь оригинальны, что были подробно описаны древними историками и стали известны нам. Чрезвычайно интересны водяные часы Ктезибия, изготовленные для храма Арсиноэ (рис. 2). На фигурном постаменте этих часов была установлена круглая колонна со своеобразной календарно-часовой шкалой. Поверхность колонны была разделена на 12 вертикальных полос (по числу месяцев), а каждая вертикальная полоса была разделена на 24 горизонтальные доли, соответствующие часовой делению суток. Цифры, идущие снизу вверх, обозначали часы. Арабскими цифрами были отмечены ночные часы, римскими — дневные. Справа и слева от колонны были установлены фигурки амуров. Один из них стоял, наклонив голову и прикрыв лицо рукой. Из его глаз

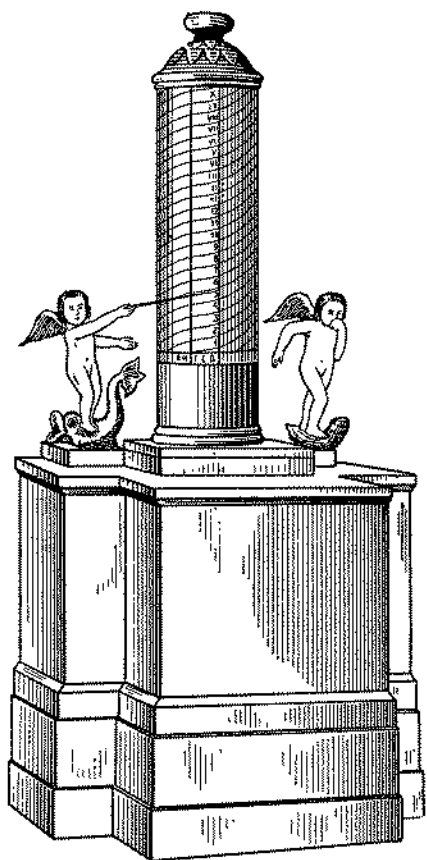


Рис. 2. Автоматическая календарная водяная часы Ктезибия

непрерывно текли слезы. Капли воды — слезы амура, оплакивающего безвозвратно ушедшее время, — падали в отверстие раковины, на которой он стоял, и по трубке, установленной в постаменте календарных часов, собирались в цилиндрической камере, расположенной под второй фигурой. Этот второй амур был установлен на поплавке. По мере заполнения камеры водой поплавок всплывал и амур, поднимаясь вдоль колонны, показывал палочкой время. По окончании суток уровень воды в камере достигал изгиба в сифонной трубке, также сопряженной с камерой. Сифон начинал действовать, и камера быстро опорожнялась.

Амур с палочкой вновь опускался к подножию колонны, готовясь начать счет новым суткам.

Вода из сифонной трубки падала на лопасти мельничного колеса, расположенного в подножии постамента и сопряженного через две пары зубчатых колес с валом колонны. Зубчатая передача была рассчитана таким образом, что одна суточная порция воды, вылившаяся через сифон из камеры, вызывала поворот колонны на  $1/365$  часть окружности. Таким образом, колонна совершала один полный оборот за год.

Сложное устройство этих часов было вызвано своеобразным делением времени, принятым в те годы. В древности сутки делили на день и ночь, ориентируясь на восход и заход солида, причем как ночь, так и день делили на 12 часов. Таким образом, длина дневных и ночных часов зависела от времени года. В долгие летние дни дневные часы становились большими, а ночные короткими; зимой это соответствие изменялось — ночные часы оказывались продолжительнее дневных. Такое календарно изменяющееся время и измеряла клепсида Ктезибия.

Только в первой половине II века н. э. сутки были разделены на 24 равных по продолжительности часа. Это деление суток было предложено греческим геометром, физиком и астрономом Клавдием Птоломеем, жившим в Александрии. Им же были предложены названия долей часа — минуты и секунды.

Клепсида, правда, в значительно изменившемся виде дожила до наших дней. Это общеизвестные песочные часы, в которых мелкий сухой песок сменил воду и которые широко используются в медицине для измерения времени физиотерапевтических процедур.

Механические часы, напоминающие по своему устройству современные, появились только в XIV веке. Это были огромные тяжеловесные механизмы башенных часов, приводимых в действие гирей, подвешенной на канате к ведущему валу механизма. Регулятором хода этих часов был так называемый шпindel, представляющий собой коромысло с тяжелыми грузами, установленное на вертикальной оси и приводимое попеременно то в правое, то в левое вращение. Инерция грузов оказывала тормозящее воздействие на часовой механизм, замедляя вращение его колес. Точность хода часов со шпindelным регулятором была чрезвычайно низка, и их суточная погрешность превышала 60 минут.

Огромное значение для дальнейшего усовершенствования часов имело открытие законов колебания маятника, сделанное Галилеем, которому принадлежит идея создания механических маятниковых часов. Однако реальная конструкция этих часов появилась только в 1658 г. Ее изобретателем был талантливый голландский ученый Христиан Гюйгенс (1629—1695 гг.). Ему же принадлежит заслуга изобретения балансового регулятора, позволившего создать карманные и наручные часы, принци-

альная конструктивная схема которых сохранилась почти без изменений в современных часах. Карманные часы появились впервые около 1500 г., после того как известный часовой мастер города Нюрнберга Петер Генлейн изобрел заводную пружину; но эти первые карманные часы также были снабжены шпindelным регулятором и обладали низкой точностью. Только после изобретения баланса карманные часы из модной, дорогой, занятой, но почти бесполезной игрушки превратились в точный прибор.

Первые механические часы появились в нашей стране в 1404 г. Они были установлены на Фроловской (Спасской) башне Московского кремля по указу князя Василия, сына Дмитрия Донского. Изготовленные византийским мастером, часы показывали раздельно дневное и ночное время, так как это было принято в XV столетии.

Новое летоисчисление, введенное Петром I в 1700 г., сопровождалось одновременным принятием суточного счета времени. В 1706 г. по приказанию Петра I на Спасской башне были установлены новые часы, выписанные из Голландии. Эти часы, подвергшиеся реставрации в 1852 г. и капитально отремонтированные после повреждений, причиненных попавшими в них орудийными снарядами в 1917 г., существуют и поныне.

Множество талантливых механиков, занимавшихся изготовлением часов, было известно в нашей стране в XVIII веке. Среди них первое место принадлежит по праву Ивану Петровичу Кулибину (1735 — 1818 гг.), который создал ряд замечательных конструкций. Всемирно известны уникальные часы «яичной фигуры», изготовленные Кулибиным в 1767 г. и хранящиеся в настоящее время в Эрмитаже Ленинграда. Эти часы не только показывали время, но и, обладая сравнительно небольшими размерами, имели устройства для боя часа, получаса и четверти часа, музыкальный механизм, проигрывавший несколько мелодий, и миниатюрный автоматический театр с движущимися фигурами.

Кроме того, Кулибину принадлежит заслуга выполнения сложнейшей реставрации часов «Павлин», также хранящихся в настоящее время в одном из залов Эрмитажа и представляющих чрезвычайно сложное устройство. Эти часы имеют вид дерева высотой около двух метров, под которым стоит несколько больших грибов. В шляпках грибов скрыты вращающиеся циферблаты для отсчета времени. На дереве и у его подножия размещены фигуры павлина, совы, белки. В определенное время все эти фигуры приходят в движение.

Исключительной сложностью отличались часы, созданные ржевским изобретателем Терентием Ивановичем Волосковым (1729—1806 гг.). Эти часы показывали год, месяц и число, фазы Луны, положение Солнца относительно главных созвездий,

автоматически учитывали високосные изменения календаря, производили автоматические вычисления дат переходящих церковных праздников и т. п.

Наручные часы появились в конце XIX века, но особенно широкое распространение они получили лишь за последние 40—50 лет.

В дореволюционной России часы фактически не производились. Даже такие известные фирмы, как, например, «Павел Буре», занимались лишь сборкой комплектов, закупаемых за рубежом. Только в годы советской власти в 1930 г. в Москве были созданы первые часовые заводы, начавшие выпуск карманных часов и будильников, а затем освоившие производство и наручных часов. Часовая промышленность развивалась очень быстро. Строились новые заводы, осваивалось производство сложнейших современных приборов времени. В настоящее время в нашей стране изготовлением часов занято более 15 заводов. Отечественная промышленность выпускает настенные, настольные и напольные часы, карманные и наручные часы, секундомеры, будильники, хроноскопы, авиационные и морские хронометры, хронографы, приставные хода к различным часовым механизмам и, наконец, наручные электрические часы. Производство часов достигло огромных размеров. Только в 1965 г. было произведено более 30 млн. штук часов различных типов. Наши часы хорошо зарекомендовали себя и пользуются большим спросом за рубежом. Часы отечественного производства в настоящее время экспортируются более чем в 80 стран мира. По производству наиболее сложных часов (наручных) наша страна уступает первенство только Швейцарии. По производству новейших типов часов наша страна в ближайшие 1,5—2 года выйдет на первое место в мире, освоив выпуск наручных бесконтактных (транзисторных) электрических часов.

Велико многообразие современных часов как по устройству и принципу действия, так и по назначению и их техническим характеристикам. Ознакомление читателя со сложной номенклатурой часовой промышленности невозможно без предварительной систематизации отдельных видов часов. В основу классификационной схемы часов обычно положен принцип деления часов на отдельные группы в соответствии с их конструктивными особенностями и назначением. Такая система классификации наиболее удобна для специалистов, встречающихся в своей практической деятельности с различными часовыми механизмами.

Часы и часовые механизмы могут быть прежде всего подразделены на две основные группы. Одну образуют бытовые часы, вторую — технические. Последние в настоящей книге описаны несколько упрощенно, так как поступают в ремонт

чрезвычайно редко. Это механические секундомеры и хроноскопы, авиационные часы и хронометры. Широкое распространение в последние годы получили электромеханические реле и таймеры; это позволяет предположить, что в скором времени возникнет серьезная необходимость в организации их ремонта.

Бытовые часы, подразделяемые на часы индивидуального и коллективного пользования, в значительном большинстве представляют постоянную номенклатуру ремонтируемых часов. Все модификации механических часов широко известны специалистам и не требуют дополнительных разъяснений.

Электро- и электронномеханические часы завоевывают за последние годы все более прочное место. Эти новые, все более развивающиеся ветви часовой промышленности чрезвычайно интересны и прогрессивны. Обладая рядом существенных преимуществ по сравнению с механическими часами, электрические и особенно электронномеханические часы во многих странах постепенно вытесняют часы механического принципа действия. Все большее распространение получают настольные и настенные часы с бесконтактной (транзисторной) схемой привода, будильники аналогичного устройства.

Отечественная часовая промышленность с 1967 г. начинает массовое производство нескольких конструктивных типов крупногабаритных настольных и настенных электронномеханических часов. Также с 1967 г. начинается серийное производство электронных будильников. В недалеком будущем будет освоено производство наручных электронномеханических часов с балансовым регулятором; с каждым годом увеличивается выпуск наручных часов с камертонным генератором. Все это свидетельствует о настоятельной необходимости подготовки кадров часовых мастеров, знакомых с элементами электрического монтажа и знающих основы электротехники и электроники.

В настоящей книге вопросам ремонта часов принципиально новых, прогрессивных конструкций посвящается специальный раздел.



# Инструменты приборы



## ОСНОВНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Комплект часового инструмента чрезвычайно многообразен и сложен. Часовой мастер должен в совершенстве владеть всеми способами обработки металла: ковкой, слесарной и токарной обработкой, шлифовкой и полировкой, закалкой и отжигом, пайкой и т. п. Он должен хорошо знать свойства различных металлов и неметаллических материалов. Часовщику необходимо овладеть элементами ювелирного мастерства, знать свойства некоторых химических веществ и умело обращаться с ними. Кроме того, современный специалист высокой квалификации должен умело обращаться с такой специальной аппаратурой, как электронные приборы для проверки хода часов, ультразвуковые установки для промывки деталей, проекторы. Появление электрических и электронных часов привело к тому, что в комплект часового инструмента прибавились антимагнитные пинцеты и плоскогубцы, миниатюрные электропаяльники, приспособления для намотки микрокатушек, электроизмерительные приборы и даже такие сложные современные приборы, как электроннолучевые осциллографы.

Правильное и умелое обращение с инструментом является залогом быстрого и качественного ремонта.

Каждый часовой мастер должен иметь свой собственный комплект инструмента. Такова специфика работы с часами. В связи с тем, что часовой мастер выполняет чрезвычайно тонкую и сложную работу, требующую максимального внимания и сосредоточенности, он должен свыкнуться со своими инструментами, так как ни один специалист (независимо от своей квалификации) не будет работать чужими инструментами столь же уверенно и хорошо, как своими. Также не рекомендуется передавать свой инструмент другому мастеру. Индивидуальные особенности приемов работы отдельных специалистов накладывают определенный отпечаток и на их инструменты.

Необходимым условием высокой квалификации часового мастера является также умение исправить повреждения инструмента и изготовить новый. Часовой мастер постоянно модернизирует, совершенствует и пополняет ассортимент своих инструментов; создает различные приспособления, облегчающие выполнение отдельных операций, встречающихся в его практической работе.

Наряду с прецизионной обработкой деталей от руки мастер должен в совершенстве освоить токарную обработку. Токарный часовой станок является во многих случаях основным средством при ремонтных работах. Поэтому подготовка специалиста по ремонту часов без освоения им приемов токарной обработки не может рассматриваться как законченная.

Значительный ассортимент часового инструмента не позволяет остановиться на исчерпывающе полном его описании. Ниже приводится перечень наиболее распространенных инструментов, применяемых при ремонте часов, и указывается назначение отдельных приспособлений. Приемы работы с различными видами инструмента будут излагаться в тех главах, в которых описаны операции по ремонту отдельных деталей.

Комплект часового инструмента, который можно было бы назвать основным, следует подразделить на две группы: I — инструмент текущего пользования, II — дополнительный инструмент. К I группе прежде всего относится инструмент, применяемый для разборки и сборки часовых механизмов: это — отвертки, пинцеты, лупы, ножи, молотки и т. п., а также инструменты, применяемые при чистке и смазке часов.

Группу II составляют напильники, сверла, ручные тисочки, инструмент для шлифовки и полировки, подставки для часовых механизмов и т. п.

**Оптический инструмент.** Простейшим оптическим инструментом, применяемым при ремонте часов, является лупа. Рекомендуется иметь комплект луп различного увеличения от  $1,5\times$  до  $10\times$ . Лупы с увеличением  $1,5\times$  или  $2,5\times$  применяют для текущих

работ при общем осмотре механизма и операций с его наиболее крупными деталями. Лупы с увеличением  $5\times$  применяют при осмотре внутренних поверхностей деталей и при регулировке спирали (волоска). Для осмотра отверстий опор и цапф осей необходима лупа с увеличением  $10\times$  или лупа с насадкой (рис. 3, б). Выбору луп следует уделить особое внимание, так как применение без должного основания луп с сильным увеличением утомляет зрение. Столь же необходимо правильное обращение с лупой. Правильно установленная лупа удерживается

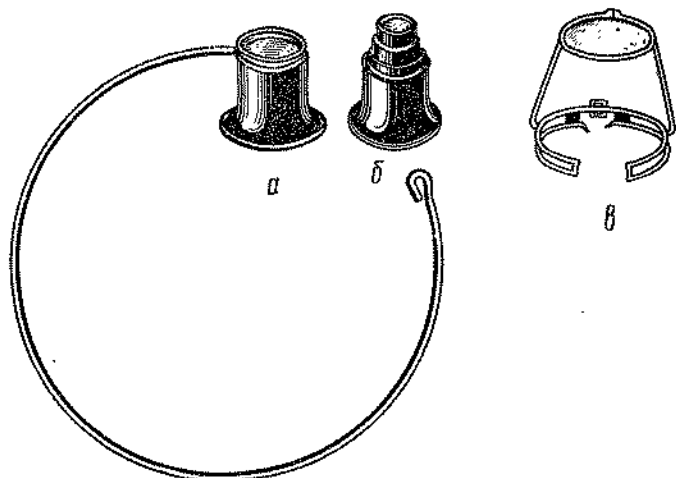


Рис. 3. Лупы

в глазнице без напряжения мышц лица и не вызывает утомления даже при относительно продолжительной работе. Лупу обычно закрепляют в правом глазу. Для этого кромку оправы лупы прикладывают к основанию верхнего века и легким нажимом снизу вверх приподнимают бровь. Не ослабляя этого нажатия, плотно прижимают оправу лупы к глазнице, чтобы нижняя кромка оправы уперлась в верхний край щеки. При такой установке лупы достаточно самого незначительного усилия мышц лица, чтобы лупа прочно удерживалась в глазнице.

Значительно удобнее крепление лупы при помощи эластичного проволочного обруча *a* или особой проволочной оправы *v*, позволяющей закрепить лупу на оправе очков. Стекло такой лупы, не имеющее глухой оправы, не запотеваает. Чтобы предотвратить запотевание стекла обычной лупы, в ее оправе рекомендуется просверлить несколько отверстий диаметром 2,5—3 мм. Запотевшее стекло лупы протирать не рекомендуется, чтобы не засорить стекло текстильными или бумажными хлопьями. Запотевшую лупу следует вынуть из глаза и, удерживая ее

в пальцах, сделать 2—3 легких взмаха рукой. Запотевание мгновенно устранился.

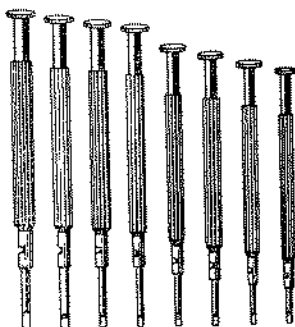
При осмотре отверстий в опорах, контроле камней в мостах и платинах и особенно при работе с палетами в качестве дополнительного оптического оборудования можно пользоваться школьным микроскопом.

Крупные часовые мастерские должны быть оборудованы проекторами, обеспечивающими увеличение до 50\*. Такие проекторы можно применять для контроля профиля зубьев колес и контура различных плоских деталей, для регулировки узла спуска и других аналогичных операций.

**Отвертки.** Для разборки и сборки часовых механизмов различных калибров необходимо иметь полный комплект отверток (8—10) различных размеров. Для работ с карманными и наручными часами применяют отвертки с лезвиями диаметром от 0,6 до 3 мм; для крупногабаритных часов необходимы отвертки больших размеров — диаметр лезвий от 3 до 6 мм. Отвертки, применяемые для мелких работ, имеют вставные лезвия и вращающиеся головки (рис. 4, а).

Рукоятки этих отверток снабжены прямолинейной или ромбической накаткой, чтобы они не скользили в пальцах. Отвертки для работы с крупными деталями имеют массивные деревянные или эбонитовые рукоятки с продольными канелюрами б.

Правила пользования отверткой общеизвестны, но некоторые часовые мастера пренебрегают ими, и поэтому об этом следует напомнить. Отвертки, лезвия которых имеют диаметр более 2,5 мм, обычно используют для винтов, закрепляющих мосты на платине. Вывертывание или завинчивание таких винтов требует некоторого усилия. Такие отвертки рекомендуется упирать головкой в основание указательного пальца, а головку вращать указательным и большим пальцами (рис. 5, а); отвертки меньших размеров вращают большим и средним пальцами, одновременно нажимая на головку отверстия указательным пальцем б. Диаметр лезвия отвертки должен по возможности



а



б

Рис. 4. Отвертки

точно соответствовать диаметру головки винта. При использовании отвертки большего диаметра детали, окружающие винт, будут поцарапаны. При использовании отвертки заниженного размера можно испортить шлиц винта и сломать лезвие отвертки.

Особое внимание следует обращать на правильность заточки и состояние лезвий отверток. Рабочие грани лезвия должны быть предельно плоскими; торцовая кромка лезвия должна быть слегка притуплена. Угол заточки отверстия должен быть таким, чтобы грани лезвия плотно соприкасались с верхними кромками шлица, а торцовая кромка лезвия лишь немного не достигала дна шлица *в*.

Часовой мастер должен уметь не только исправить затупившееся лезвие отвертки, но и изготовить новое. Лезвие отвертки можно изготовить из прутковой стали «серебряки». Отрезав пруток необходимой длины (рис. 6, *а*), на хвостовике лезвия следует запилить опорный косой срез *б* и грубо обработать рабочий конец лезвия, придав ему соответствующую форму *в—г*. После этого лезвие отвертки нужно закалить и отпустить до синего цвета. Закалке подвергают только рабочий конец лезвия. Для отверток малого размера зона закаливания не должна превышать  $\frac{3}{4}$  общей длины лезвия.

После закалки и отпуска лезвие очищают мелкой наждачной шкуркой и слегка отполировывают. Закрепив лезвие в рукоятке, его на мелком твердом точильном бруске подвергают окончательной чистовой доводке. При этом нужно внимательно следить, чтобы движения руки, перемещающей отвертку, были строго параллельны поверхности камня *д*. В противном случае рабочие грани отвертки получатся искривленными. Такая отвертка при работе будет легко вырываться из шлица и портить винт. Особое

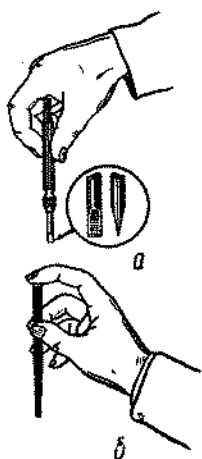


Рис. 5. Правила работы с отверткой

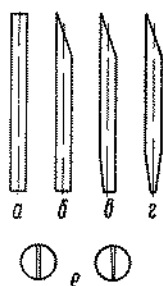
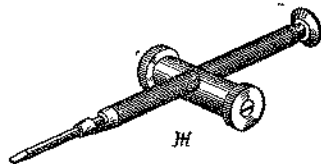
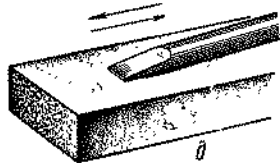


Рис. 6. Изготовление лезвия отвертки



внимание нужно уделить строгой параллельности рабочих граней лезвия. Контроль параллельности граней достигается периодическим притуплением торцевой кромки лезвия *е*. На рисунке слева показана правильная заточка, а справа — заточка с нарушением параллельности граней. Для облегчения заточки лезвий отверток рекомендуется изготовить простое приспособление в виде оправки с двумя роликами *ж*. Это приспособление обеспечит хорошую плоскость рабочих граней лезвия и строгую их параллельность.

В заключение следует упомянуть об одной конструктивной разновидности отверток (см. рис. 5, *а*), чрезвычайно удобных в повседневной работе. Это отвертки со сменными лезвиями, закрепляемыми в рукоятке при помощи цапгового зажима.

**Пинцеты.** Для работы с часовыми деталями и особенно при разборке и сборке часовых механизмов часовой мастер должен иметь набор пинцетов (рис. 7) различной конфигурации. Для основных операций достаточен набор из двух-трех пинцетов. Первые два пинцета *а* и *б* с толстыми концами предназначены для относительно грубых работ. Например, пинцет *а* с клиновидно заточенными концами весьма удобен для снятия мостов с платины при разборке часов; более тонкий пинцет *б* удобен для работ с более мелкими деталями. В случае необходимости он может заменить первый пинцет. Пинцетом *в* с очень тонкими концами выполняют наиболее точные работы, требующие большой осторожности и напряженного внимания, например правку спирали после ее установки на балансе. Такой пинцет легко

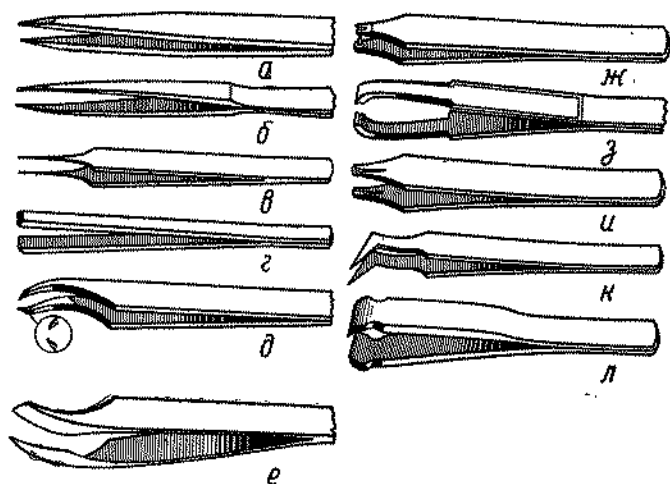


Рис. 7. Пинцеты

подвержен повреждениям при небрежном хранении. Опытные мастера обычно хранят этот прецизионный пинцет в отдельном пенале, вколов его рабочие концы в небольшой кусочек пробки или высушенной сердцевины бузны.

В комплект основного инструмента кроме перечисленных пинцетов входят пинцеты специального назначения, предназначенные для выполнения вполне определенных операций, как, например, выпрямление цапф *г*, снятие колодки спирали с оси баланса *д* и *е*, выпрессовка штифтов и удаление колонки спирали из моста *ж*, снятие стрелок *з*, формирование концевой кривой спирали *и*, установка колес в часовой механизм *к*, снятие двойного ролика и перекусывание тонкой проволоки *л*. Эти пинцеты чрезвычайно облегчают выполнение отдельных операций, но они не входят в обязательный комплект инструмента.

Часовой мастер, работая со специальными пинцетами, должен точно знать, для выполнения каких операций предназначен тот или другой пинцет, и не допускать их неправильного использования. Применение специального пинцета не по назначению обязательно приведет к его повреждению, а часто и к повреждению ремонтируемой детали.

Высококвалифицированный часовой мастер не только применяет пинцеты известных конструктивных форм, но и создает свои собственные конструктивные разновидности пинцетов, позволяющие более удобно, быстро и качественно выполнить какую-либо специфическую операцию с отдельной деталью.

Обработка концов пинцета, особенно их внутренних плоскостей, как при изготовлении нового пинцета, так и при исправлении пинцета, подвергшегося повреждению, требует большого внимания. Наружные поверхности обоих концов пинцета обрабатывают одновременно, предварительно плотно сжав пинцет. Необходимо следить, чтобы оба конца пинцета были равной толщины. Пинцет должен быть хорошо закален, а его рабочие концы тщательно отполированы, так как пинцетом с острыми гранями можно повредить и даже перекусить захватываемую деталь.

В процессе работы пинцеты требуют периодической проверки. Если пинцет исправен, то он легко захватит и поднимет со стекла человеческий волос. После этого следует сильно сжать пинцет и проверить деформацию волоса в месте захвата. Если концы пинцета заправлены правильно, то волос в месте захвата окажется слегка расплюснутым, но не перекушенным. Затем следует захватить пинцетом тонкую проволоку или кусочек спирали и снова сжать пинцет, прилагая значительное усилие. Если пинцет хорошо закален, то его концы останутся строго параллельными; если закалка пинцета слабая, концы пинцета окажутся разведенными в стороны. Такой пинцет требует исправления.



**Щипцы.** В число основного инструмента, необходимого для выполнения повседневных работ по ремонту часов, входит также набор различных щипцов (рис. 8). В набор входят четыре типа плоскогубцев. Плоскогубцы *а*, предназначенные для работ с мелкими деталями, имеют относительно тонкие и длинные губки клиновидной формы, плоскогубцы для работы с крупными деталями *б* имеют губки широкие и короткие, допускающие приложение значительных усилий. В этот комплект входят также плоскогубцы *в*, наружная поверхность губок которых имеет коническую форму, а также плоскогубцы *г* с латунными насадками. Плоскогубцы с коническими концами применяют для различных гибочных работ, например для изготовления наружных петель на цилиндрических пружинах. Плоскогубцы с прокладками используют для захвата окончательно обработанных деталей, например отполированных осей и валиков. В комплект щипцов входят также обыкновенные круглогубцы *д*, а также три экземпляра кусачек. Кусачки-бокорезы *е* являются необходимым инструментом при ремонте часов. Многие часовые мастера для этой цели используют бокорезы из маникюрных наборов, но они изготовлены из низкокачественной стали и слабо закалены, что делает их почти непригодными для работы с металлом. Обыкновенные кусачки *ж* можно использовать только для перекусывания толстого пруткового материала, так как их режущие

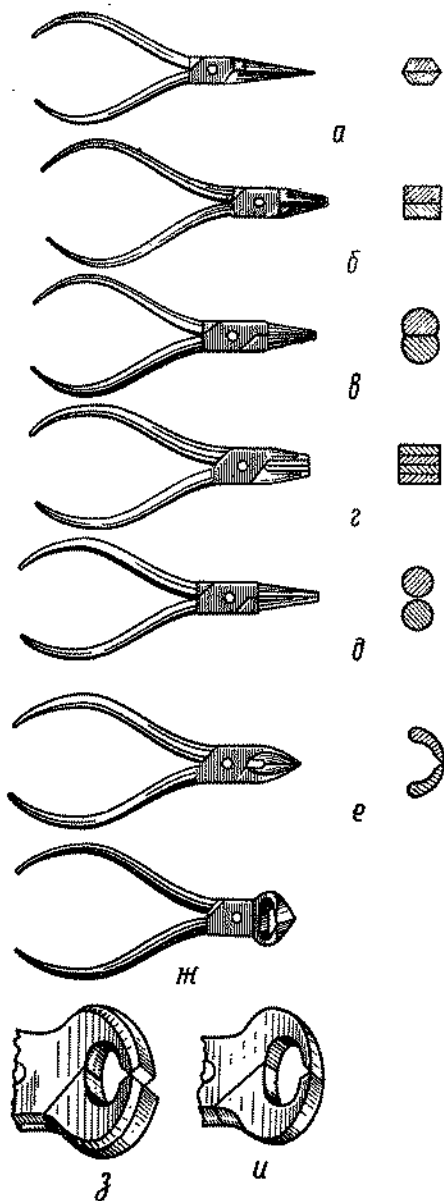


Рис. 8. Щипцы

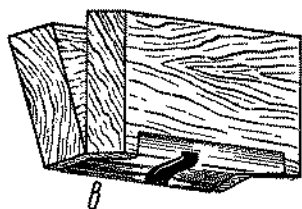
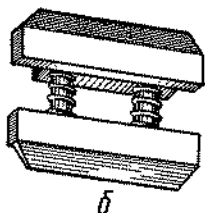
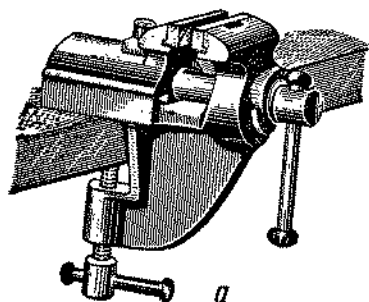


Рис. 9. Тиски и вставные губки.

кромки з грубо заточены. Часовому мастеру необходимо иметь остроконечные кусачки *и* для тонких работ. Их легко изготовить самому, прошлифовав и заточив наружную поверхность губок.

Таковыми кусачками можно откусывать и вынимать короткие штифты; при перекусывании прутка почти не возникает деформация его торца.

Обычно все щипцы, приобретаемые часовым мастером, требуют дополнительной чистовой шлифовки рабочих поверхностей губок, так как серийно изготавливаемые щипцы имеют относительно грубую насечку на внутренней поверхности рабочих концов и непригодны для работы с часовыми деталями.

**Зажимные инструменты.** К ним относятся параллельные верстачные тиски со вставными стальными губками шириной 60 мм (рис. 9, *а*). Тиски должны быть закреплены на правой стороне верстака, чтобы они были легко доступны и в то же время не мешали локтю правой руки часового мастера при работе на

верстаке. Крепят тиски либо шурупами, либо гайкой «барашек», либо при помощи струбины, составляющей одно целое с корпусом тисков. На задней подвижной губке часовых тисков обычно размещена миниатюрная цилиндрическая наковальня.

Поскольку губки тисков имеют грубую насечку, рекомендуется детали из мягких металлов или детали с высокой степенью чистоты обработки поверхности зажимать в тиски при помощи дополнительных латунных или деревянных губок, между которыми устанавливают пружины, чтобы губки не выпадали из раскрытых тисков. Например, у латунных губок *б* эти пружины надеты на направляющие стержни, соединяющие губки.

Деревянные губки *в* легко изготовить самому из двух небольших брусков дерева твердой породы. Снизу бруски соединяют полоской грубой ткани, к которой подклеивают небольшой кусок заводной пружины от будильника, предварительно придав

ей такой изгиб, который бы обеспечивал раскрывание деревянных губок при разведении губок верстачных тисков.

Для обработки детали сложной конфигурации более удобны ручные тиски с «барашком» (рис. 10, *а*). Такие тиски позволяют поворачивать деталь в процессе опиловки, придавая ей наиболее удобные для обработки положения.

Если при обработке мелких деталей не всегда бывает удобно применить дополнительные губки, тогда между боковыми поверхностями заготовки и губками тисков прокладывают тонкий картон или плотную бумагу.

Для работы с очень мелкими деталями, а также для зажима мелкого обрабатываемого инструмента (сверла, развертки и т. п.) применяют небольшие ручные тиски с конусным зажимом *б*, пружинные ручные тиски с зажимным кольцом *в*, тиски-клюбки с цанговым патроном *г* и тиски с гайкой «барашек» *д*. Зажимная гайка клюбок может быть круглой с накаткой, шестиугольной и четырехугольной. Последняя форма гайки наиболее удобна при ручной обработке четырехгранной детали. Цанги клюбок могут иметь передний *е* и задний *ж* конусы. В первом случае цанга сжимается при навинчивании гайки на ручку клюбки; во втором вращение гайки приводит к ввинчиванию хвостовика цанги в ручку клюбки.

Губки тисков *б*, *в*, *д* могут иметь специальные прорези для лучшего зажима таких деталей часов, как анкерная вилка, винты и т. п.

**Молотки, наковальни и пуансоны.** Часовой мастер должен иметь комплект из четырех молотков: двух больших с плоским и со сферическим бойком и двух малых аналогичного вида.

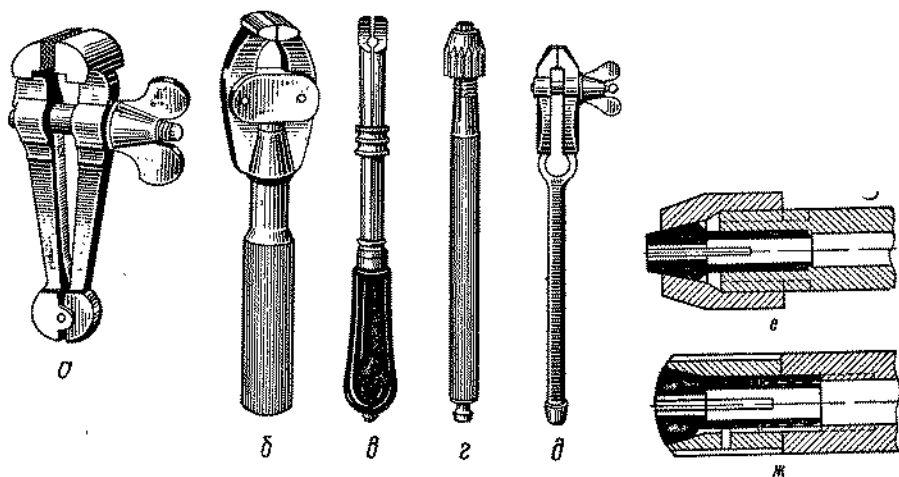


Рис. 10. Тиски, клюбки и патроны

Ручки молотков изготовляют из дерева твердой породы. Средняя часть ручки часового молотка обычно несколько сужена, конец ручки слегка утолщен. Ручки круглого сечения применять не рекомендуется, так как их труднее твердо держать в руке. Предпочтительнее ручки, несколько сплюснутые с боков. Часовой молоток следует держать между большим и указательным пальцами правой руки. Остальные пальцы должны лишь слегка охватывать и поддерживать ручку.

Наковальни должны быть хорошо закалены и иметь полированную рабочую поверхность. Для грубых работ применяют наковальни цилиндрической и призматической формы (наиболее часты квадратные и шестигранные (рис. 11, а)). Иногда наковальни имеют ряд глухих отверстий различного диаметра или полусферических углублений. Такие наковальни называют амбус.

Для более мелких работ применяют плоскую стальную наковальню-нитбанк б, снабженную двумя или тремя рядами постепенно уменьшающихся по диаметру отверстий и двумя продольными пазами, позволяющими закреплять нитбанк в верстачных тисках. Для работ с деталями, поверхность которых может быть легко повреждена, применяют латунный нитбанк.

Очень удобны цилиндрические наковальни для верстачных тисков. Оба торца наковальни, являющиеся рабочими, отполированы. Наковальни для тисков могут иметь как глухие торцовые поверхности, так и с отверстиями.

Часовому мастеру также необходимо иметь комплект потанса с пуансонами в. В комплект обычно входит от 25 до 100 пуансонов различной конфигурации. На рисунке показаны основные формы применяемых пуансонов г. Количество пуансонов в комплекте варьируется в основном за счет количества плоских и сферических пуансонов, различающихся как по наружному диаметру рабочего торца, так и по диаметру отверстия.

Потансы в основном бывают двух типов: с поворотной наковальней и со сменными наковальнями. Поворотная наковальня выполнена в виде диска, эксцентрично установленного на рабочей плоскости потанса. Наковальня снабжена отверстиями разного диаметра, расположенными по окружности на равных расстояниях от оси поворота наковальни. Устанавливают наковальню в требуемое положение при помощи центра-ориентира, входящего в комплект пуансонов. Для этого наковальню поворачивают до тех пор, пока конус ориентира не войдет в нужное отверстие наковальни, а затем сильным нажатием на центр-ориентир приводят наковальню в точное положение относительно пуансона и поворотом рукоятки эксцентрикового зажима, расположенного в основании потанса (на рисунке не показан), фиксируют наковальню в нужном положении.

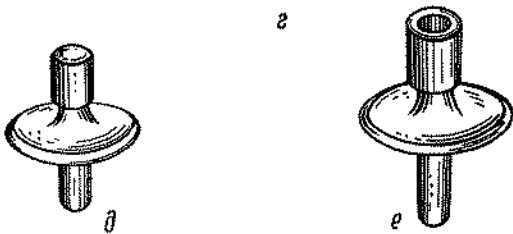
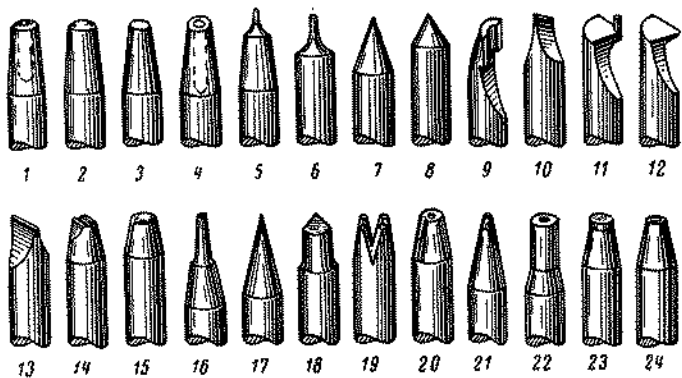
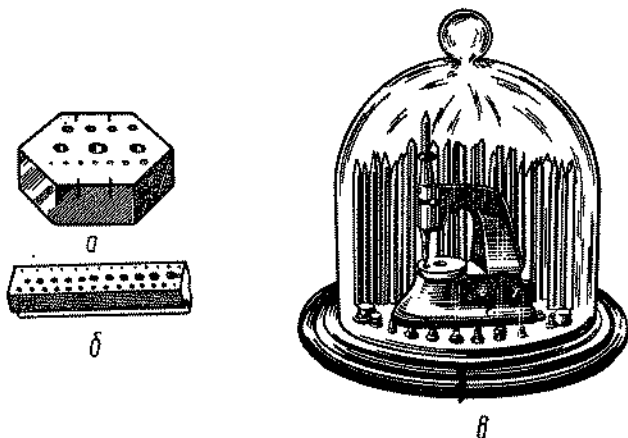


Рис. 11. Ковочные инструменты в пуансоны:

1 — сферический с отверстием; 2 — сферический глухой; 3 — плоский глухой; 4 — плоский с отверстием; 5, 6 — для выколачивания сломанных винтов; 7 — керн для керновки центров под малые отверстия; 8 — керн для керновки центров под большие отверстия; 9 — для закрепления колес на трибе; 10 — зубильце; 11 — для удаления пробок из цилиндра; 12 — для установки пробок в цилиндр; 13 — для оттягивания деталей; 14 — для удаления втулок; 15 — для стягивания отверстий; 16 — для удаления цилиндра из муфты баланса; 17 — центр-ориентир; 18 — для насекания риска на трубке минутного триба; 19 — для закрепления колеса на латунной муфте; 20 — для насадки двойной рольки; 21 — для запрессовки особо тонких деталей (рабочая часть из слоновой кости); 22 — для насадки часовой стрелки (рабочая часть из слоновой кости); 23 — для насадки минутной стрелки (рабочая часть из жесткой резины); 24 — для удаления трибов из колес

Потанс второго типа имеет одно центральное отверстие, в котором устанавливают сменные наковальни *д* и *е*. Для потансов такого типа прилагается комплект наковален, различающихся как по внешнему диаметру, так и по диаметру отверстия. В том случае, если часового мастера не удовлетворяют стандартные комплекты пуансонов и наковален, их можно изготавливать из стали «серебрянки». Термической обработке следует подвергать только  $\frac{2}{3}$  длины пуансона; сменную наковальню закалывают и отпускают целиком. Пуансоны и наковальни после закалки отпускают до темно-соломенного цвета. Рабочие торцы пуансонов и наковален необходимо отполировать.

**Напильники и надфили.** Часовому мастеру необходимо иметь большой ассортимент напильников и надфилей различных размеров и форм. Наиболее распространенные формы напильников показаны на рис. 12, *а*. По виду насечки напильники различают на грубые, имеющие крупную и редкую насечку, личные с мелкой и частой насечкой, бархатные с очень мелкой и чрезвычайно частой насечкой и наконец так называемые полотнянки, обладающие исключительно мелкой, почти неразличимой невооруженным глазом насечкой. Напильники прямоугольного, квадратного, треугольного и овального сечения иногда на какой-либо грани не имеют насечки. Такие напильники принято называть напильниками типа баррет. Их применяют при обработке узких пазов или отверстий, чтобы не повредить во время опиловки близлежащие участки детали, например при обработке зубьев колес.

Каждый напильник должен быть снабжен деревянной ручкой.

Часовому мастеру необходим также комплект специальных полировальников *б* для обработки цапф трибов и оси баланса. В этот комплект входят: миниатюрная ножовка *11*, рабочие полотна которой снабжены мельчайшей насечкой, имеют толщину не более 0,2—0,3 мм (эта ножовка предназначена для пропиливания мелких пазов и шлицев); полировальники *12, 13* с особо мелкой левой и правой насечками, имеющие сечение в форме параллелограмма и применяемые для заточки (доводки) цапф трибов; полировальники *14, 15* также с особо мелкой левой и правой насечкой, но имеющие сечение в виде параллелограмма с притупленными углами и применяющиеся для заточки фаски и цапфы оси баланса; полировальники *16, 17*, снабженные продольными выемками, имеющие сечение в форме параллелограмма со скругленными углами и применяющиеся для заточки фаски и пятки цапфы баланса; квадратный полировальник *18* с поперечными рисками и острыми углами, применяемый для обработки цапф трибов; аналогичный полировальник *19*, но со скругленными углами, применяемый для полирования фаски и цапфы баланса, и наконец трехгранный полировальник *20*

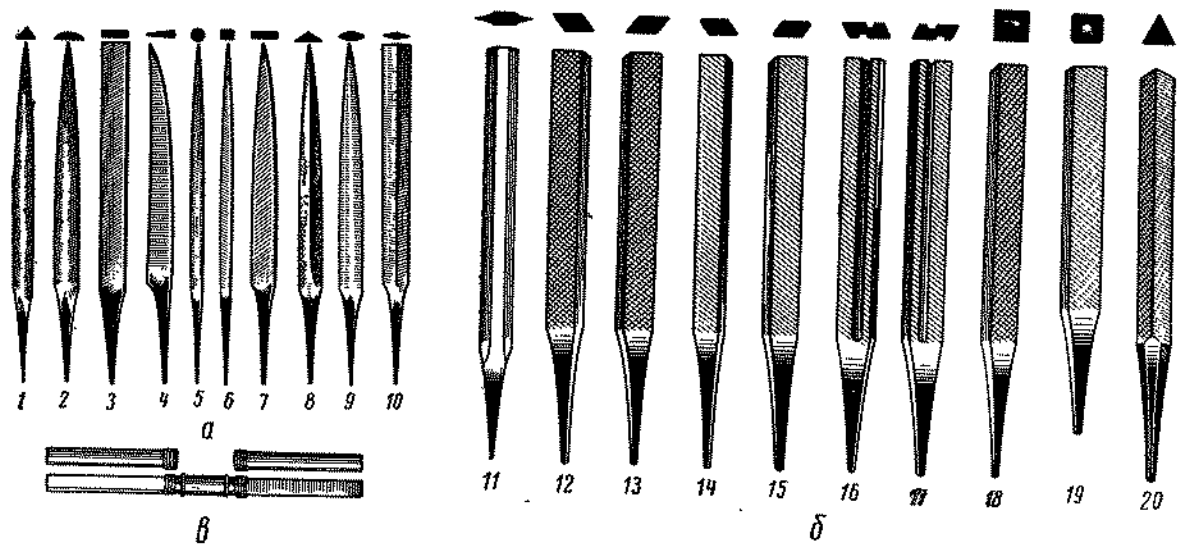


Рис. 12. Напильники:  
 а — для крупных работ; б — напильники и полировальники для обработки цапф; в — полирфайль



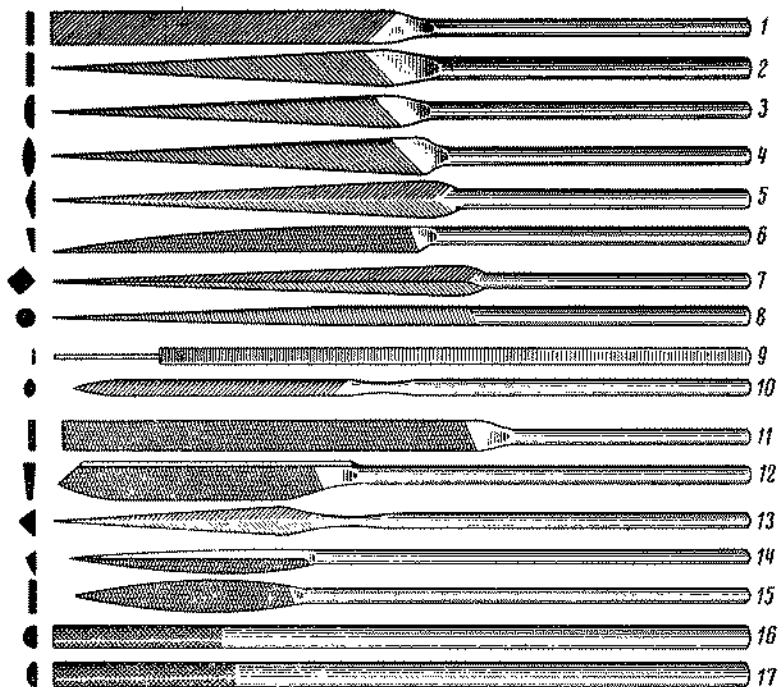


Рис. 13. Надфили:

1 — плоский; 2 — плоскоострый; 3 — полукруглый; 4 — овальный с острыми гранями; 5 — треугольный; 6 — ножеобразный; 7 — квадратный; 8 — круглый; 9 — для обработки тонких пазов; 10 — баррет полукруглый; 11 — баррет плоский; 12 — ножеобразный со скругленным лезвием; 13 — баррет трехгранный; 14 — баррет фигурный; 15 — плоскоостроносый; 16 — полукруглый; 17 — полу-  
кругло-плоский

с поперечными рисками, применяемый в тех случаях, когда необходимо получить возможно более острый угол перехода от цапфа к заплечуку оси.

Для обработки цапф также весьма удобны комбинированные бархатный напильник и воронило *в*, размещаемые в металлическом чехле, крышки которого попеременно служат рукоятками. Такой инструмент принято называть полирфайль.

Комплект надфилей, т. е. миниатюрных напильников с металлическими прутковыми рукоятками, чрезвычайно разнообразен. На рис. 13 показаны лишь основные формы надфилей. Надфили, как и напильники крупных размеров, делятся на грубые, личные, бархатные и полотнянки. Также широко применяются надфили типа баррет. Надфили относятся к специальному инструменту и применяются для выполнения только определенной операции.

Основные правила опилки заключаются в следующем: для опилки латуни следует применять новый напильник или надфиль. Затупившийся напильник применяют для обработки стали. Мягкие металлы (медь, алюминий и т. п.) обрабатывают только грубыми напильниками. Нельзя подвергать опилке закаленную сталь, так как поверхность такой стальной детали будет испорчена, а напильник приведен в негодность. Нельзя также проводить рукой по обрабатываемой поверхности. Это грозит не только травмой, но и ухудшает качество обработки, так как мгновенно осевшая на поверхности детали тончайшая пленка сала и влаги затруднит опилку. Чтобы не засорить глаза, опилки следует смахивать чистой щеткой, а не сдувать их с обрабатываемой поверхности.

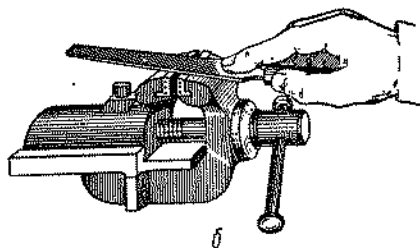
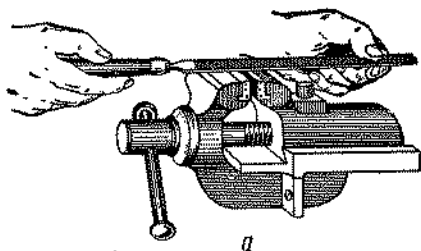


Рис. 14. Правильное положение рук при опилке деталей: а — крупных; б — мелких

Искусство опилки заключается в умении правильно держать напильник и правильно перемещать его по обрабатываемой поверхности (рис. 14). При перемещении напильника вперед необходимо следить, чтобы обе руки, удерживающие напильник, оказывали на него достаточно сильное и одинаковое давление и чтобы напильник перемещался строго параллельно к обрабатываемой плоскости. Зубцы напильника при этом не должны скользить по опиливаемой поверхности. При движении вперед (рабочий ход) следует нажимать на напильник, содействуя этим образованию стружки. При движении назад (холостой ход) напильник должен скользить по металлу без захвата стружки. В этом случае нажим на напильник следует ослабить, однако ни в коем случае нельзя поднимать напильник над деталью.

Цилиндрические поверхности обрабатывают, зажав прутки в клюбку и опирая его на деревянный брусок, зажатый в тиски. Клюбку держат между большим и указательным пальцами левой руки и непрерывно вращают, чтобы направление вращения клюбки было всегда противоположно направлению перемещения надфиля. При непродолжительной практике движения пальцев приобретают автоматизм и эта операция не вызывает затруднений.

При опиловке некоторых мягких металлов на их поверхности образуются задиры из-за засорения насечки напильника отдельными крупными стружками. Перемещая напильник по диагонали обрабатываемой поверхности, можно этого избежать.

**Измерительные инструменты.** Комплект основных измерительных инструментов показан на рис. 15. Измерительные инструменты могут быть подразделены на три основные группы; прецизионные измерители (такие, как штангенциркуль, микрометр и микрометр-нутромер), калибры и измерительные циркули.

**Штангенциркуль *a*** состоит из металлической линейки с миллиметровой шкалой. На конце линейки установлена неподвижная щека с губками для измерения наружных и внутренних поверхностей. По линейке перемещается вторая щека с аналогичными губками, сопряженная с рейкой-щупом нутромера, вложенной в паз на обратной стороне линейки. Подвижная щека имеет окно, на одной стороне которого имеется штрих, отмеченный нулем, и еще несколько штрихов, образующих в целом шкалу нониуса. Когда губки подвижной и неподвижной щек сведены вместе, нуль нониуса совпадает с нулем шкалы линейки. Если же щеки раздвинуты на некоторое расстояние, то положение нуля нониуса относительно штрихов шкалы линейки показывает величину этого расстояния с точностью до миллиметра. Нониус позволяет уточнить этот отсчет до долей миллиметра. Обычно нониус разделен на 10 частей с расстоянием между отдельными штрихами нониуса 0,9 мм.

**Микрометр *б*** имеет вид массивной струбины. Винт микрометра выполнен с высокой точностью, шаг его резьбы составляет 0,5 мм. Микрометр имеет две шкалы: прямолинейную, расположенную на втулке струбины, и круговую, размещенную на кромке вращающейся рукоятки. Прямолинейная шкала в нижней части имеет штрихи для обозначения целых миллиметров, в верхней части штрихи отмечают половину каждого миллиметрового деления. Круговая шкала разделена на 50 частей с расстоянием между делениями 0,01 мм.

При измерении мелких деталей рекомендуется пользоваться малой ручкой, расположенной на торце основной. Эта ручка сопряжена с основной торцовыми храповыми зубьями и подпружинена. При соприкосновении губок микрометра с деталью пружина малой ручки сжимается, храповые зубья выходят из зацепления и дальнейшее перемещение микрометрического винта прекращается.

**Калибр *в*** для обмера пружин представляет собой стальную пластину с оцифрованными вырезами на обеих сторонах. Эти вырезы служат для определения ширины пружины. Цифры, размещенные около вырезов, ориентировочно показывают, для какого калибра часов предназначается пружина дан-

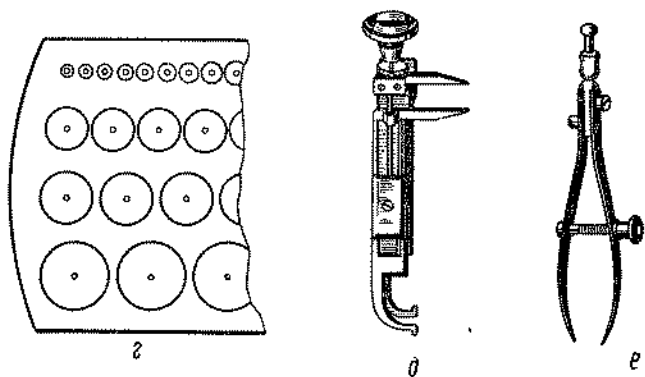
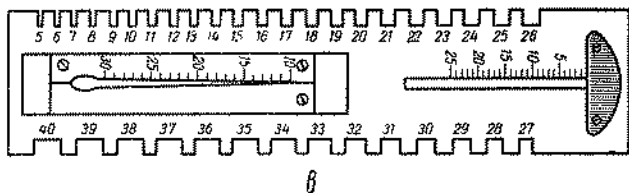
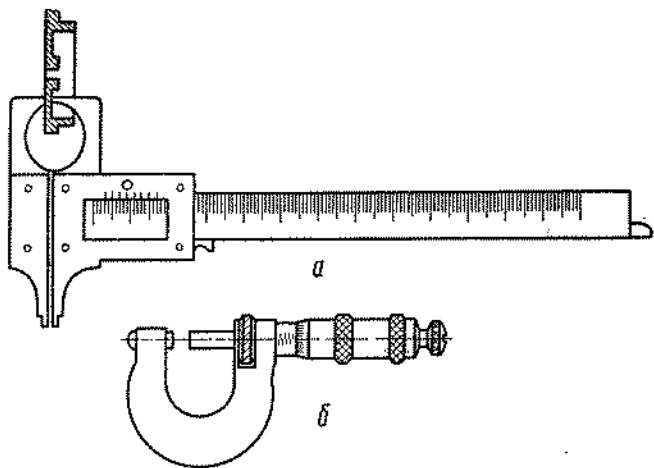


Рис. 15. Комплект основных измерительных инструментов

ной ширины. Для определения толщины пружины ее вставляют в вырез малой мерки и перемещают до упора вдоль клиновой щели. Цифра того штриха, у которого остановится пружина, показывает толщину пружины в долях миллиметра. Диаметр свернутой пружины может быть определен по миллиметровой шкале второй мерки с прямой щелью. При использовании подобного калибра следует иметь в виду, что калибры механизмов указаны на его шкале в линиях, а не в миллиметрах, причём 1 линия равна 2,256 мм.

Калибровальная доска *г* предназначена для приближенного определения диаметра колес и трибов. Она имеет серию круглых углублений со сквозным центральным отверстием. В большинстве случаев диаметр каждого последующего углубления отличается от диаметра предыдущего на 0,25 мм. В качестве измерительных инструментов применяют также калибровальный сектор для приближенного определения диаметра колес и трибов, а также швейцарскую десятичную мерку для определения линейных размеров деталей.\*

Универсальный нутромер *д* по своему устройству напоминает миниатюрный штангенциркуль и имеет две пары измерительных губок, позволяющих производить обмер как наружных, так и внутренних поверхностей. Универсальный нутромер оказывается полезным при изготовлении трибов; с его помощью можно измерять расстояния между опорами моста и платины и т. п.

Кронциркуль *е* служит для измерения линейных размеров с последующим их отсчетом по линейке. Кронциркули бывают простые и пружинные. Простые выполнены в виде двух шарнирно соединенных ножек, перемещающихся друг относительно друга с некоторым трением. Пружинный нутромер, изображенный на рисунке, отличается от простых тем преимуществом, что его ножки разводятся с помощью винта, чем обеспечивается большая точность измерения. Кронциркули для наружных обмеров отличаются от кронциркулей-нутромеров только конфигурацией ножек.

**Режущие инструменты.** Для сверления отверстий часовые мастера пользуются перовыми, пушечными и спиральными сверлами. Для сверления твердых металлов и в тех случаях, когда требуется получить более точное по диаметру отверстие, обычно применяют перовые сверла.

Перовые сверла (рис. 16, *а*) бывают односторонние 1, двухсторонние 2 и полукруглые 3. Односторонние сверла обычно применяют при работе на токарном станке, двухсторонние при сверлении ручной дрелью. Режущая способность этого сверла

---

\* Эти приспособления не отличаются высокой точностью и не рекомендуются для широкого применения.

несколько хуже, и процесс сверления происходит несколько медленнее, однако это сверло, обладая острым концом, позволяет получить более точное отверстие и незаменимо в тех случаях, когда необходима точная установка по очень мелко намеченной центральной точке. Полуокруглое перовое сверло не имеет острия. Оно заточено с двух сторон до остроты полуокруглой режущей кромки. Подобные сверла рекомендуются применять для сверления отверстий очень малых диаметров, а также для сверления отверстий в стали, отпущенной до синего цвета.

Перовые сверла обычно изготавливает сам мастер из стали «серебрянки». Для этого стальной прутки нужного диаметра обтачивают на токарном станке, образуя шейку и заготовку головки. Рабочая часть сверла, применяемого для сверления очень мелких отверстий, должна быть по возможности более короткой, а толщина хвостовика этого сверла должна в 2—3 раза превышать толщину рабочей части для придания сверлу большей устойчивости. Головку сверла зашлифовывают в виде плоской лопаточки; обе стороны сверла должны быть опилены предельно одинаково, режущие кромки сверла должны быть ровными и острыми. Само острие сверла, образуемое режущими кромками, должно приближаться к 90°. Такие сверла обеспечивают более гладкую поверхность просверливаемого отверстия и достаточную точность сверления.

Торцовая режущая кромка на конце сверла должна быть по возможности узкой. Ширина торцовой кромки зависит от толщины головки сверла, поэтому следует учесть, что стремление сузить торцовую кромку может привести к потере прочности самого сверла.

Очень мелкие сверла изготавливают из тонкой проволоки, отбивая лопаточку сверла молотком. Однако до проковки рекомендуется конец сверла немного опилить, чтобы уменьшить возможность появления трещин в металле при проковке. Для сверл, изготавливаемых проковкой, ширина шейки должна приблизительно равняться  $\frac{2}{3}$  ширины лопаточки.

Сверла большого диаметра закаливают в масле. Мелкие сверла нагревают в пламени спиртовки и быстро охлаждают, погружая сверло в сургуч или воск. При закалке очень мелких

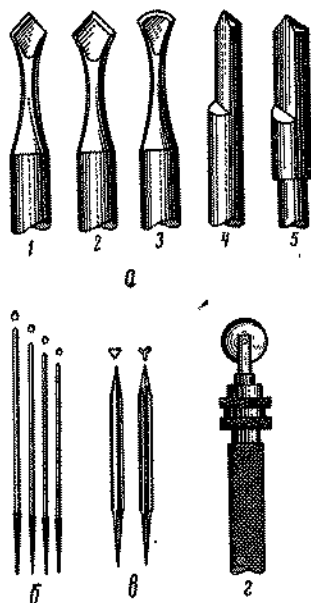


Рис. 16. Режущие инструменты

сверл достаточно быстро извлечь их из пламени и резкими взмахами руки охладить в воздухе.

Сверла, предназначенные для обработки стали, отпускают до светло-желтого цвета, сверла для латуни — до темно-желтого; отпуск очень толстых сверл рекомендуется производить в масляной ванне при нагреве масла до  $225^{\circ}\text{C}$ , что соответствует отпуску до светло-желтого цвета.

Особенно высокую точность сверления как в отношении размера отверстия, так и в отношении чистоты обработки его поверхности можно получить при рассверливании отверстий пушечным сверлом 4. Головка этого сверла имеет форму полуцилиндра, заостренного с торца. Режущими кромками сверла являются не только торцовые грани конуса, но и боковые кромки цилиндра. Пушечное сверло обычно подвергают полировке, что повышает качество обработки поверхности высверливаемого отверстия. Цилиндрический участок головки сверла, плотно прилегая к стенкам отверстия, не позволяет сверлу уклониться от должного направления. Однако для снижения трения при чистовом сверлении стержень 5 пушечного сверла за цилиндрической частью делают несколько тоньше.

Спиральные сверла обеспечивают большую скорость резания, облегчают выход стружки и более удобны при заточке. Их изготавливают специализированные предприятия, и часовому мастеру необходимо приобрести комплект спиральных сверл. Наиболее полным может считаться комплект, содержащий сверла диаметром от 3 до 0,25 мм. Спиральные сверла рекомендуется хранить в специальной подставке в вертикальном положении.

Угол заточки спиральных сверл рекомендуется выдерживать в пределах  $116^{\circ}$ — $118^{\circ}$ . Режущие кромки сверл как перовых, так и спиральных должны быть абсолютно равны между собой. Следует также следить за правильным формированием затылка режущих кромок. Окончательную доводку сверла нужно производить на твердом мелкозернистом точильном камне.

Метчики предназначены для нарезания резьбы в отверстиях под винты. Для нарезания резьбы большого диаметра (свыше 2,6 мм) применяют комплекты из трех метчиков; два для черновой нарезки и третий для чистовой резьбы. Для отверстий с резьбой менее 2,6 мм применяют комплекты из двух метчиков. Можно применять так называемые автоматные метчики с удлиненным передним конусом, позволяющим нарезать резьбу одним метчиком.

Метчики для образования боковых режущих кромок имеют три или четыре продольные канавки. В условиях часовой мастерской обычно изготавливают метчики простой трехгранной формы. Для изготовления метчика на прутке стали «серебрянки» нужного диаметра обтачивают передний конус (для черно-



вых метчиков он должен быть более острым, для чистового более коротким), нарезают резьбу и придают метчику трехгранную форму. Если изготавливаемый метчик предназначен для черновой нарезки, то до огранки его резьбу слегка притупляют. После закаливания, которое производят аналогично закаливанию сверл, и соответствующего отпуска метчики окончательно затачивают на мелкозернистом твердом камне. Следует помнить, что резьбу нарезают только со смазкой. При нарезании резьбы в твердых металлах метчик необходимо периодически извлекать из нарезаемого отверстия и очищать от налипшей стружки.

При необходимости незначительного увеличения диаметра просверленного отверстия применяют развертки - колизвары (рис. 16, б), имеющие вид тонких слабоконических пятигранных игл. Реже встречаются колизвары шестигранной формы. При работе колизваром применять смазку нельзя.

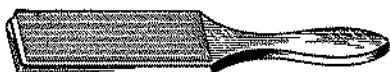
Для очистки деталей от заусенцев и снятия незначительной стружки с поверхности плоских деталей применяют шаберы. Простой шабер часовой мастер обычно изготавливает из старого трехгранного напильника. Для этого грани напильника оттачивают до остроты ребер и уничтожают следы насечки. Переднему концу напильника придают конфигурацию треугольного острия (рис. 16, в). Предпочтительнее пользоваться шаберами промышленного изготовления, снабженными продольными канавками, что улучшает их режущие свойства. Шаберы имеют короткие деревянные рукоятки грушевидной формы.

Для снятия заусенцев с кромок просверленных отверстий, а также для образования маслоудерживающих углублений на отверстиях платин и мостов крупногабаритных часов применяют развертки. Простейшая развертка изготавливается из старого круглого напильника путем заточки его конца в форме трехгранной пирамидки. Однако предпочтительнее пользоваться специальными дисковыми развертками (рис. 16, г). Их изготавливают в виде комплекта, содержащего рукоятку, выполненную аналогично рукоятке отвертки со сменными лезвиями, и набор самих разверток с дисками различного диаметра.

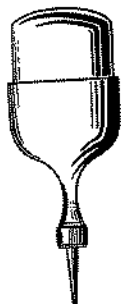
**Приспособления для чистки и смазки.** Для чистки часов часовой мастер должен иметь бензинницу (плоскую широкую банку с плотной крышкой), алюминиевый или пластмассовый лоточек для складывания вычищенных деталей, стеклянный колпак для защиты вычищенных деталей и часовых механизмов от пыли, коробку с сухими мелкими древесными опилками для сушки деталей, деревянные чурки (лучшими считаются чурки из высушенного можжевельника), палочки из высушенной сердцевины бузины и комплект часовых щеток (рис. 17). В комплекте щеток рекомендуется иметь волосяные щетки а, щетина которых должна быть тем жестче, чем крупнее очищаемая деталь,



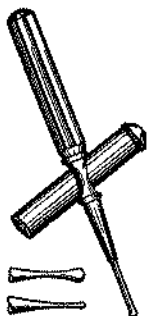
а



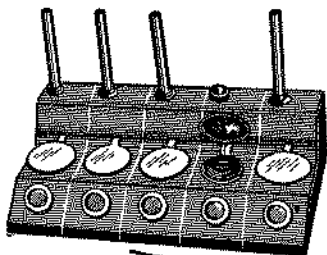
б



в



г



д

Рис. 17. Приспособления для чистки и смазки

а также одну металлическую щетку б для очистки напильников и удаления коррозии со стальных деталей крупных размеров. Применение щеток с пластиковым ворсом не рекомендуется.

Часовому мастеру необходимо также иметь небольшую резиновую грушу для продувки собранного механизма и снятия с деталей опилок после их сушки в коробке с древесными опилками. Более удобно пользоваться металлической поршневой грушей в, иногда называемой «сифон».

Папиросная бумага, применяемая во время чистки механизма, должна иметь гляцевитую поверхность. Рыхлая, матовая, слабо проклеенная папиросная бумага явится источником засорения механизма мелкими хлопьями пыли.

Для смазки часов необходимо иметь две-три масленки с плотными крышками. В деревянный корпус такой масленки вставлен маслоудерживающий контейнер (лучше агатовый) в виде небольшого стеклянного диска со сферической лункой, в которую перед

смазкой часов подают большую каплю масла. Для подачи масла в контейнер необходимо иметь специальную иглу, изготовляемую из стальной проволоки толщиной 0,3—0,5 мм. Рабочий конец иглы должен быть опилен таким образом, чтобы на нем образовался небольшой шарик, способствующий концентрации капли масла на конце иглы. Изготовленную иглу закрепляют в деревянной или пластмассовой ручке длиной 75—100 мм.

Очень удобны в работе лотки с двумя или тремя масленками, желобком для хранения маслodoзировок и коробочкой с кусочками бузины для очистки конца маслodoзировок.

Подачу масла в часовой механизм производят при помощи маслodoзирoвoк  $z$  различных размеров. Лучшими являются маслodoзирoвки с защитными чехлами. Стержень маслodoзирoвки изготовляют из стальной проволоки, концу которой придают вид плоской округлой лопаточки. Величина лопаточки определяет дозу масла, захватываемую маслodoзирoвкoй из контейнера маслeикки. Ручки маслodoзирoвoк изготовляют из твердого дерева, кости или пластмассы. Хранить маслodoзирoвки нужно только в чехлах. Перед использованием лопаточку маслodoзирoвки следует очистить, произведя несколько уколов в сердцевину бузины. Наиболее удобными являются лотки  $d$  с масленками, крышки которых открываются автоматически при извлечении маслodoзирoвки из соответствующего гнезда лотка.

**Различные приспособления.** В основной комплект инструментов входят различные приспособления, изображенные на рис. 18. Для операций по разборке и сборке часовых механизмов необходимо иметь комплект подставок. Для механизмов с круглыми платинами используются цилиндрические подставки  $a$  различных размеров, изготовляемые из дерева твердых пород или пластмассы. Для механизмов прямоугольной формы применяют металлические подставки  $b$  с регулировочным винтом, позволяющим установить опорные планки на размер, соответствующий величине platины.

Очень удобна универсальная подставка  $в$ , снабженная массивным основанием с треугольной опорной плитой, на которой закреплены три эксцентриковых захвата. Опорная плита может вращаться на втулке, закрепленной в основании. Верхняя часть втулки снабжена зубчатым венцом, находящимся в зацеплении с шестернями эксцентриков. При повороте плиты относительно основания шестерни обкатываются по зубчатому венцу втулки, разводя или сближая захваты эксцентриков. Это позволяет закреплять на универсальной подставке механизмы различных форм и размеров.

В комплекте часового инструмента необходим также брусок твердого дерева (финагель), применяемый в качестве опоры для детали, обрабатываемой надфилем. Финагель устанавливают в верстачных тисках. При опилке круглых прутков на поверхности финагеля прорезают небольшую канавку, устраняющую скольжение обрабатываемой детали по поверхности опоры. Лучшие финагели изготовлены из пальмовой древесины.

Фасонные гаечные ключи служат для отвинчивания резьбовых крышек. Наиболее удобен универсальный раздвижной ключ  $z$ , который можно легко изготовить из двух стальных пластин, соединяемых болтом с гайкой «барашек».

При ремонте часов часто возникает необходимость в спиртовке. Однако в тех случаях, когда детали неудобно нагревать на прямом пламени, пользуются паяльной трубкой —

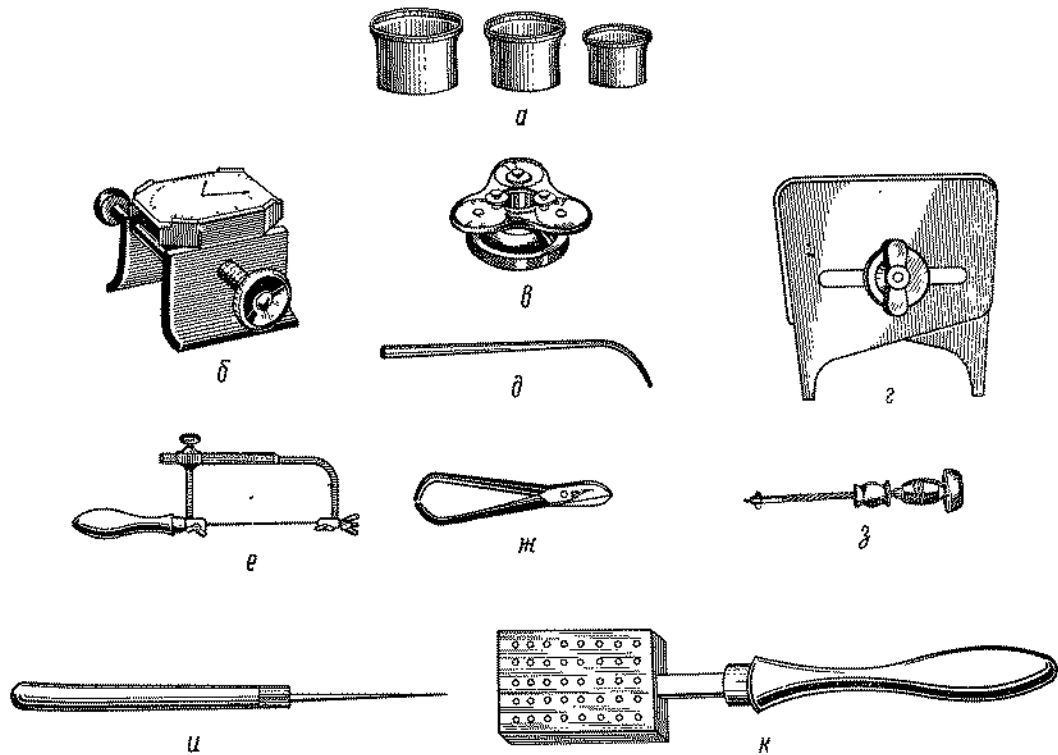


Рис. 18. Различные приспособления и инструменты

февкой. Тонкий изогнутый конец февки  $\delta$  вводят в пламя спиртовки и, удерживая его на небольшом расстоянии от фитиля, дуют в февку, направляя тонкий отклоняющийся язычок пламени на требуемое место прогрева. Чем дальше находится конец февки от фитиля, тем шире и разбросаннее отклоняемый язычок пламени. Умелое обращение с февкой — своеобразное искусство. Опытный мастер достигает ровной непрерывной подачи пламени требуемой силы. Мастер, сделав глубокий вдох, надувает щеки и начинает вдуть воздух в февку; чувствуя, что запас воздуха иссякает, мастер делает быстрый глубокий вдох через нос, продолжая подачу воздуха в февку усиленным щек. Процесс продолжается непрерывно, обеспечивая постоянную подачу воздуха.

Часовому мастеру необходим также лобзик  $e$ . Наиболее удобен ювелирный лобзик, отличающийся короткой раздвижной станиной с торцовой гайкой «барашком» для натяжения пилки.

От качества пилки в большой мере зависит качество выполняемой операции, поэтому выбирать их следует очень тщательно. Зубья пилки должны быть ровными по высоте, не должны иметь односторонних заусенцев. Твердость пилки должна быть весьма высокой. Последнее свойство пилки легко проверить, захватив пинцетом кончик пилки и попытавшись сломать его. Если пилка не ломается при изгибе более чем на  $60^\circ$ , то она не пригодна для обработки стали.

В работах с часами оказываются необходимыми и небольшие ножницы  $ж$  для металла, а также миниатюрная лучковая или винтовая дрель  $з$ . Электродрели применять не рекомендуется из-за их веса, что не позволяет произвести достаточно точное сверление.

Среди комплекта основных инструментов следует упомянуть еще два простых приспособления: иглу с деревянной ручкой  $и$ , применяемую для регулировки палет, и лоток для нагревания  $к$  этих деталей при их проклейке шеллаком, изготовляемый из латунной или медной пластинки.

**Организация рабочего места.** Рабочее место часового мастера должно быть удобным и иметь хорошее освещение. Верстак (рис. 19,  $a$ ) лучше всего устанавливать перед окном, выходящим на север, чтобы обеспечить ровный естественный свет в течение дня. В вечернее время наиболее удобной является настольная лампа (рис. 19,  $b$ ) с поворотным кронштейном и желобчатым рефлектором, позволяющим использовать лампу холодного света. Применение обычных осветительных ламп (тем более криптоновых) не рекомендуется, так как они излучают большое тепло, утомляющее исполнителя работы.

Верстак должен быть массивным и устойчивым, иметь достаточное количество небольших выдвижных ящичков для хранения инструмента, фурнитуры и материалов. Высота верстака

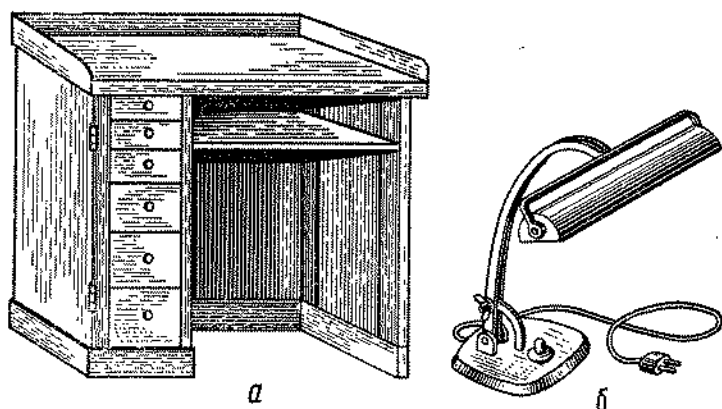


Рис. 19. Верстак (а) и настольная лампа (б)

должна быть такой, чтобы мастер работал не сутулясь; расстояние от глаз мастера до поверхности верстака не должно превышать 25 см.

Наилучшим считается верстак высотой 900—950 мм, имеющий крышку, длина которой равна 900—1000 мм, позволяющая часовому мастеру свободно класть на нее локти обеих рук, а ширина не должна превышать 500 мм.

Рекомендуется оборудовать верстак боковыми выдвижными досками, создающими дополнительные рабочие поверхности справа и слева от мастера. Также весьма удобны верстаки, имеющие в нижней части поперечную перекладину — опору для ног.

Поверхность верстака должна быть покрыта твердым светлым пластиком, сверху которого рекомендуется положить органическое стекло. Весьма удобны верстаки, у которых основная рабочая площадь ограничена дополнительными рейками и закрыта небольшим куском матового органического стекла, а наружный край крышки верстака имеет вырез, под которым помещена небольшая осветительная лампа. Такая площадка очень удобна при выполнении операций со спиралью, наладке хода и других работ. Верстак можно покрыть плотной глянцеванной белой бумагой, которую следует заменять не реже чем через 5—6 дней.

К передней части верстака необходимо прикрепить фартук из плотной белой ткани, который во время работы расстилают на коленях, чтобы предотвратить падение на пол отдельных деталей часов.

Стул должен иметь поворотное регулируемое по высоте сидение и пружинящую спинку. На стуле необходимо держать

жесткую войлочную или матерчатую подкладку толщиной 1—2 см. Мягкие сидения не рекомендуются. Высота стула считается хорошей тогда, когда колени сидящего согнуты под прямым углом, а ступни твердо стоят на полу. В то же время часовому мастеру следует по возможности чередовать работу стоя и сидя, что способствует меньшей утомляемости.

На верстаке должен находиться только тот инструмент, который необходим для выполнения основных операций. Редко используемый инструмент должен храниться на постоянных местах в верстаке.

Удобнее всего помещать инструмент возле правой руки, причем в любом случае инструмент должен быть распределен определенными группами: отвертки с отвертками, пинцеты с пинцетами и т. п.

## ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

**Пинцеты.** Для работы с очень мелкими деталями, легко повреждаемыми и требующими повышенного внимания, рекомендуется использовать пинцеты повышенной эластичности (рис. 20, а). Эти пинцеты благодаря наличию больших сквозных окон смыкаются при самом незначительном усилии пальцев, что позволяет мастеру регулировать нажим пинцетов на захватываемую ими деталь и ощущать деформации, возникающие в обрабатываемой детали под нажимом пинцетов.

Универсальный пинцет б предназначен для изготовления концевой кривой на наружном витке спирали. Нижняя губка пинцета выполнена в виде желобка; верхняя снабжена смежными штифтами с кольцевой проточкой, ширина которой соответствует толщине спирали, а глубина — ее ширине. Диаметр штифта находится в соответствии с радиусом изгиба концевой кривой. Пинцет снабжен регулируемым винтом-упором. Такое приспособление позволяет двумя легкими нажимами на спираль образовать правильную конфигурацию концевой кривой типа Бреге.

Пинцеты в и г для запрессовки копь в хвостовик анкера. Первый пинцет имеет притупленные концы, один из которых снабжен продольной прорезью. Вторым более универсален. Пять-шесть пазов различной ширины, прорезанные на боковой грани одной из его губок, позволяют использовать этот пинцет для работы с анкерами различной величины.

Пинцет-держатель д для мелких дискообразных деталей очень удобен для захвата верхней и нижней накладок баланса при обработке отверстий в этих деталях или при чистке накладных камней. Этот пинцет необходим также при работе с деталями противоударного устройства.

Винтовой зажим дает возможность применять этот пинцет в качестве миниатюрных тисочков при работе с названными деталями.

Пинцет *е* для захвата стрелок карманных и наручных часов при обработке их концов или посадочных

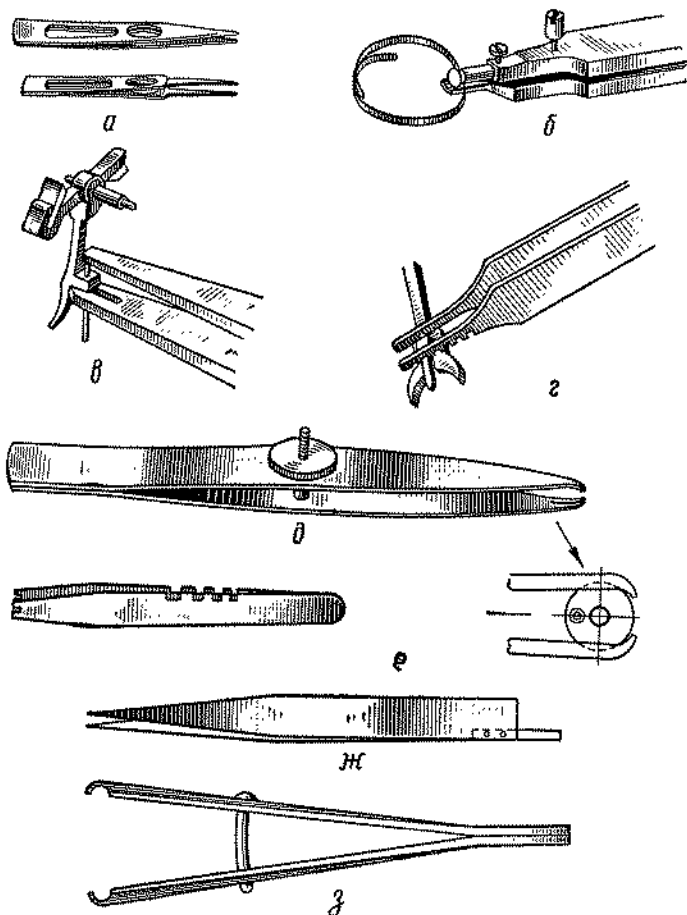


Рис. 20. Специальные пинцеты

отверстий снабжен сквозными пазами. Этот пинцет с успехом заменяет специальные стрелочные тисочки и может быть легко изготовлен самим мастером.

Пинцет *ж* для регулировки положения спирали на оси баланса в крупногабаритных часах и будильниках представляет комбинированное приспособление. С этой целью на рукоятке пинцета закреплена миниатюрная



пластинка-флажок. Для поворота спирали на оси баланса флажок вводят в прорезь колодки спирали и используют как рычаг.

Пинцет *з* для захвата винтов, снабженный полукруглыми пазами на рабочих концах, направляющим стержнем и обладающий относительно большой жесткостью, незаменим при шлифовке и полировке головок винтов, применяемых для крепления мостов, барабанного колеса и т. п. Губки пинцета должны обладать достаточной шириной и при смыкании прочно удерживать винт, так как в противном случае может быть повреждена его резьба.

**Щипцы.** Среди щипцов специального назначения особенно распространены инструменты для обработки стрелок, правки баланса и изготовления замков для заводных пружин (рис. 21).

Щипцы-тисочки *а* для обработки отверстий в стрелках. Массивные прямые рукоятки этих щипцов разведены под небольшим углом и несут массивное кольцо для фиксации щипцов в положении захвата.

Щипцы с удлиненными губками *б*, изогнутыми под прямым углом, очень удобны при правке обода баланса по плоскости.

Щипцы *в* значительно упрощают операцию по изготовлению нового крючка на стенке барабана для крепления наружного конца заводной пружины. В одной из губок этих массивных щипцов установлен винт-пуансон и регулировочный винт; вторая губка полукруглой формы имеет паз для формования выдавливаемого крючка. Регулировочным винтом устанавливают необходимую высоту крючка. Правильность выбранной высоты проверяют путем предварительной проверки на полоске латуни, толщина которой должна равняться толщине стенки барабана.

Более совершенная конструкция аналогичных щипцов показана на рис. 20, *г*. Наружный пуансон этих щипцов, взаимодействующий с цилиндрической матрицей, установленной на второй губке, предназначен для выдавливания крючка в стенке барабана; три других пуансона, взаимодействующие с квадратными отверстиями в губке-матрице, предназначаются для протекания отверстий в заводной пружине при изготовлении замка. Регулировочный винт расположен у корня одной из рукояток.

Плоскогубцы *д* для выпрямления цапф осей крупногабаритных часов. Губки имеют слабозакругленные наружные торцы и полированные рабочие поверхности; при смыкании губок между ними остается небольшая щель, предохраняющая цапфу от смятия при избыточно сильном сжатии.

Щипцы *е* для удаления зубьев триба на участке, подлежащем обточке на токарном станке. Щипцы выполнены в виде широкогубых плоскогубцев с заостренными боковыми поверхностями.

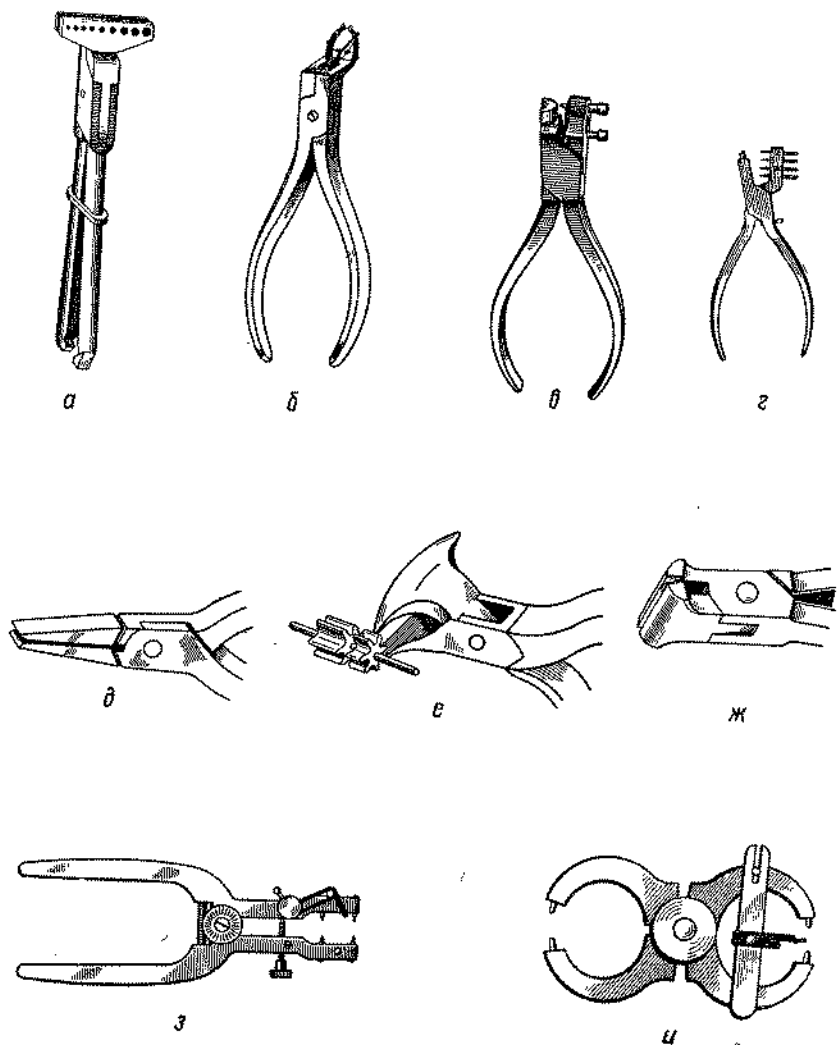


Рис. 21. Специальные щипцы и циркули

На заготовке триба протачивают кольцевой паз, отрезающий излишнюю высоту зубчатого венца. Глубина паза должна быть несколько больше глубины впадин зубьев триба. Сам процесс удаления зубьев на обрабатываемом участке понятен из рисунка.

Широкие плоскогубцы *ж* применяют при обработке тонких плоских деталей, например при опиловке замка заводной пружины. Эти щипцы более удобны, чем ручные тиски,

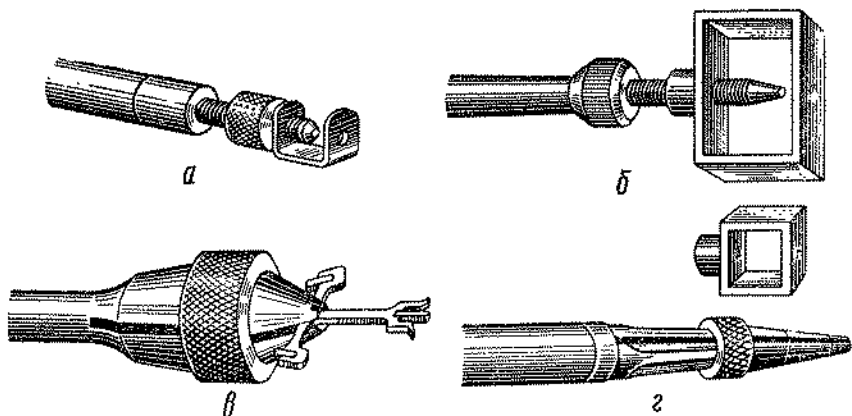


Рис. 22. Зажимные инструменты

в тех случаях, когда производят опиловку детали сложной конфигурации, требующей частой перестановки в тисках во время обработки.

Циркули *з* и *и* для контроля биения колес и баланса. Первый циркуль, выполненный в виде щипцов более совершенной конструкции, имеет ограничительный упор, позволяющий установить требуемый осевой зазор для свободного вращения контролируемого колеса. Благодаря поворотным линейкам, укрепленным на циркулях, можно проверять колеса и балансы как на биение по радиусу, так и на биение по плоскости.

**Зажимные инструменты.** Для обработки мелких деталей сложной конфигурации применяют зажимы специальных форм (рис. 22).

Зажимы «фонарики» *а* и *б* для обработки винтов.

Цанговый зажим *в* для обработки хвостовика анкера. Зажим имеет профилированные губки в соответствии с конфигурацией средней части анкера.

Цанговый зажим *г* для завертывания винтов в обод баланса.

**Ключи и фасонные отвертки.** Эти инструменты необходимы для работы с крупногабаритными часами. Для отвертывания гаек и центровых винтов рекомендуются торцовые ключи с шестигранными и овальными отверстиями.

Фасонная трехлопастная отвертка (рис. 23, *а*) для отвертывания и заворачивания шайбы головки малогабаритных будильников. Аналогичную отвертку с двумя выступами применяют для отвинчивания резьбовых шайб, применяемых, например, в некоторых конструкциях часов для крепления барабанного колеса.

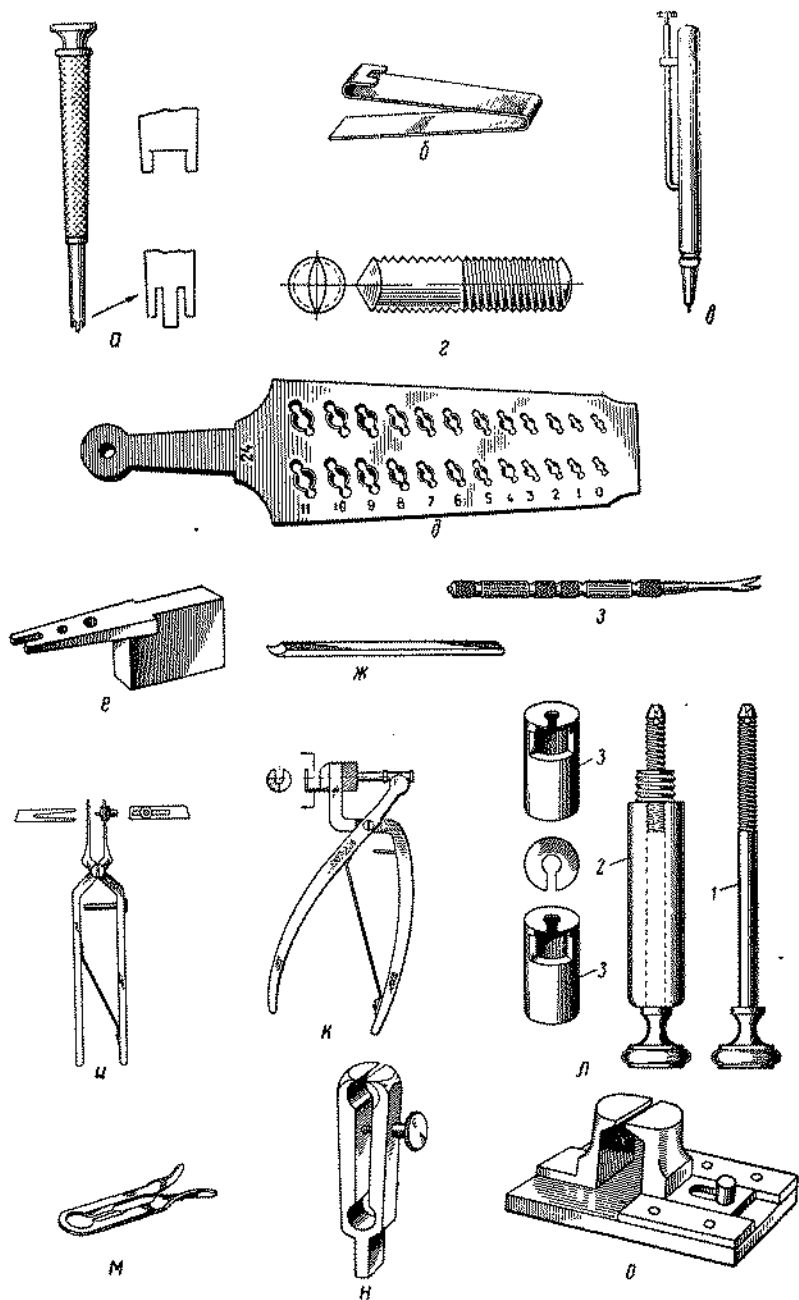


Рис. 23. Специальные инструменты и приспособления

Фигурный ключ *б* для отвертывания центрального винта в нижней платине будильника. Ключ изготовляют из пластинки мягкой латуни толщиной 1 мм или отрезка заводной пружины.

**Специальные перовые сверла.** При необходимости изготовления глухого отверстия с плоским дном применяют плоское перовое сверло—«отвертку». Это сверло непригодно для прямого сверления и может использоваться лишь для обработки отверстий, предварительно просверленных обыкновенным сверлом несколько меньшего диаметра.

Плоское перовое сверло с направляющей осью— для рассверливания отверстий малого диаметра. Направляющая ось сверла должна плотно входить в рассверливаемое отверстие, обеспечивая ровную подачу сверла.

**Автоматическая маслодозировка.** Корпус маслодозировки *в*, изготовленный из плексигласа, является резервуаром, в который заливают небольшую порцию масла. В нижней части резервуар заканчивается капиллярной трубкой, через которую проходит тонкая стальная игла. При нажатии кнопки, расположенной сбоку резервуара, игла выходит из конца трубки, увлекая за себе необходимую постоянную по величине дозу масла.

**Надфиль для обработки паза хвостовика анкера.** В тех случаях, когда требуется увеличить зазор между эллипсом и рожами анкера, пользуются специальным надфилем. Его изготовляют из небольшого отрезка заводной пружины, с отверстиями на обоих концах. В отверстия вводят концы проволоочной дужки, которая должна обладать достаточной жесткостью для удержания пружины в натянутом состоянии. Пружину отпускают и при помощи грубой наждачной шкурки покрывают с одной стороны поперечными рисками. Опиловку паза анкера производят двумя-тремя легкими прикосновениями к обрабатываемым поверхностям. По окончании опиловки паз полируют, для чего переворачивают пружину гладкой стороной наружу и заправляют ее алмазным порошком.

**Левый метчик.** При необходимости метчик *г* может легко изготовить сам мастер. Для этого при помощи винтовальной доски *д* с обыкновенной правой резьбой нарезают правый винт требуемого диаметра, изготовляют из него метчик, опиливая винт с двух сторон и придавая ему овальную форму. Остающаяся по бокам метчика нарезка должна быть тонкой и острой. В стальной пластине толщиной до 2 мм просверливают отверстие, диаметр которого должен быть несколько меньше диаметра резьбы. Наилучшим соотношением является такое, когда  $D_0 = 0,82 D_m$ , где  $D_0$ — диаметр отверстия (сверла), а  $D_m$ — диаметр метчика. Просверлив отверстие, в нем нарезают левую резьбу, вращая изготовленный плоский метчик против часовой стрелки. После этого из пластины изготовляют винтовальную

доску, для чего рядом с резьбовым отверстием просверливают два диаметрально противоположных отверстия небольшого диаметра и соединяют их с резьбовым отверстием сквозными прорезями (см. конфигурацию резьбового отверстия на винтовальной доске, изображенной на рисунке). Острым трехгранным зенкером (до изготовления прорезей) с одной стороны отверстия снимают глубокую фаску. Обработанную таким образом пластинку закалывают и отпускают до светло-соломенного цвета. Пользуясь изготовленной винтовальной доской, можно нарезать левую резьбу на винте и изготовить также левый метчик правильной конфигурации.

**Приспособление для снятия стрелок, минутного триба и двойного ролика.** Эти приспособления весьма разнообразны. Например, для снятия минутного триба с оси центрального колеса крупногабаритных часов (будильников) применяют фигурную наковальню *e*, закрепляемую в верстачных тисках. Платину часов устанавливают на наковальне, так, чтобы ось колеса вошла в ее паз, и легкими ударами деревянного молотка по торцу оси сбивают минутный триб. Деревянный молоток должен быть изготовлен из дерева твердой породы. Предпочтительно пользоваться молотками с бочкообразным бойком и с круглой несколько расширяющейся к концу рукояткой.

Для снятия стрелок наручных и карманных часов рекомендуется применять рычаги *ж*. Рычаги изготовляют из твердой латуни шириной 2 мм, толщиной 1 мм и длиной до 100 мм. Для снятия стрелок применяют одновременно два рычага, поднимая ими яблоко стрелки с двух сторон. Для защиты поверхности циферблата на него следует положить бумагу.

Для снятия спирали с оси баланса очень удобен рычаг *з*. Рычаг изготовляют из стали, и его рабочий конец после закалывания и отпуска хорошо полируют с обеих сторон. Для снятия спирали рычаг осторожно подводят под фаску колодки и легким поворотом рычага поднимают ее по оси. Снимать спираль при помощи отвертки не рекомендуется, так как можно повредить саму спираль.

Снимать стрелки рекомендуется специальными щипцами *и*, которые также может изготовить сам мастер. Эти щипцы имеют тонкую клиновидную губку с пазом для подхвата стрелок и конический пуансон, закрепленный во второй губке. Пуансон можно переставлять вдоль паза, что позволяет применять щипцы для часов разных калибров. Для крупногабаритных часов используют щипцы *к* более прочной конструкции, снабженные специальным патроном с пуансоном-выталкивателем. При помощи этих щипцов минутную и часовую стрелку снимают одновременно, предварительно совместив их.

Для снятия двойного ролика с оси баланса требуется затратить значительное усилие, что является причиной частой по-

ломки оси при неумелом выполнении этой сложной операции. Снятие двойного ролика производится весьма легко при применении простого приспособления *л*. Выталкиватель *1* в виде длинного винта с отверстием на торце для предохранения цапфы оси от поломки завернут в гильзу *2*, на конце которой имеется резьба для присоединения сменных патронов *3*, снабженных пазом для захвата двойного ролика. Установив патрон требуемого размера и вывернув выталкиватель, часовой мастер вводит торцовую шайбу патрона под двойной ролик. Осторожно вращая выталкиватель, следует проследить, чтобы цапфа оси вошла в отверстие на его торце, после чего, продолжая вращать выталкиватель, снимают двойной ролик.

Простейшее приспособление для снятия двойного ролика показано на рис. 23, *м*. Оно работает на принципе выжимания двойного ролика клиновидными губками, введенными между роликом и перекладной баланса. Для предохранения оси от повреждения приспособление у входа в паз имеет ограничительные выступы.

Приспособление *н* работает аналогично предыдущему устройству, но более совершенно. Оно выполнено в виде тисочков с клиновидными губками, при помощи которых снимают двойной ролик. Для удобства приспособление снабжено плоским хвостовиком, позволяющим установить приспособление в верстачных тисках.

Приспособление *о* настольного типа имеет более массивные губки. Его используют в качестве наковальни, так как в этом случае ролик снимают при помощи пуансона.

**Специальные подставки и наковальни.** Подставка *б* (рис. 24) с массивным основанием выполнена в виде пустотелого цилиндра с крышкой, в которой просверлено эксцентричное отверстие с клиновидным пазом. Эта подставка очень удобна для сiania и установки спирали на ось балаиса. Баланс вводят двойным роликом в отверстие крышки и слегка смещают к центру подставки так, что кран клиновидного паза проходят под перекладину баланса.

Наковальня из твердого предпочтительно пальмового дерева, снабженная спаренными отверстиями, предназначена для выравнивания плоскости большой рольки двойного ролика. Ролик устанавливается на наковальню, большее отверстие которой точно соответствует диаметру малой предохранительной рольки, а меньшее достаточно для прохода эллипса. Плоскость большой рольки выравнивают нажимом плоского пуансона или молотка.

Конусная наковальня *а* предназначена для насадки минутной стрелки. Установив стрелку в требуемое положение, на наковальню опирают нижнюю цапфу оси центрального колеса и точным ударом молотка насаживают стрелку. Для

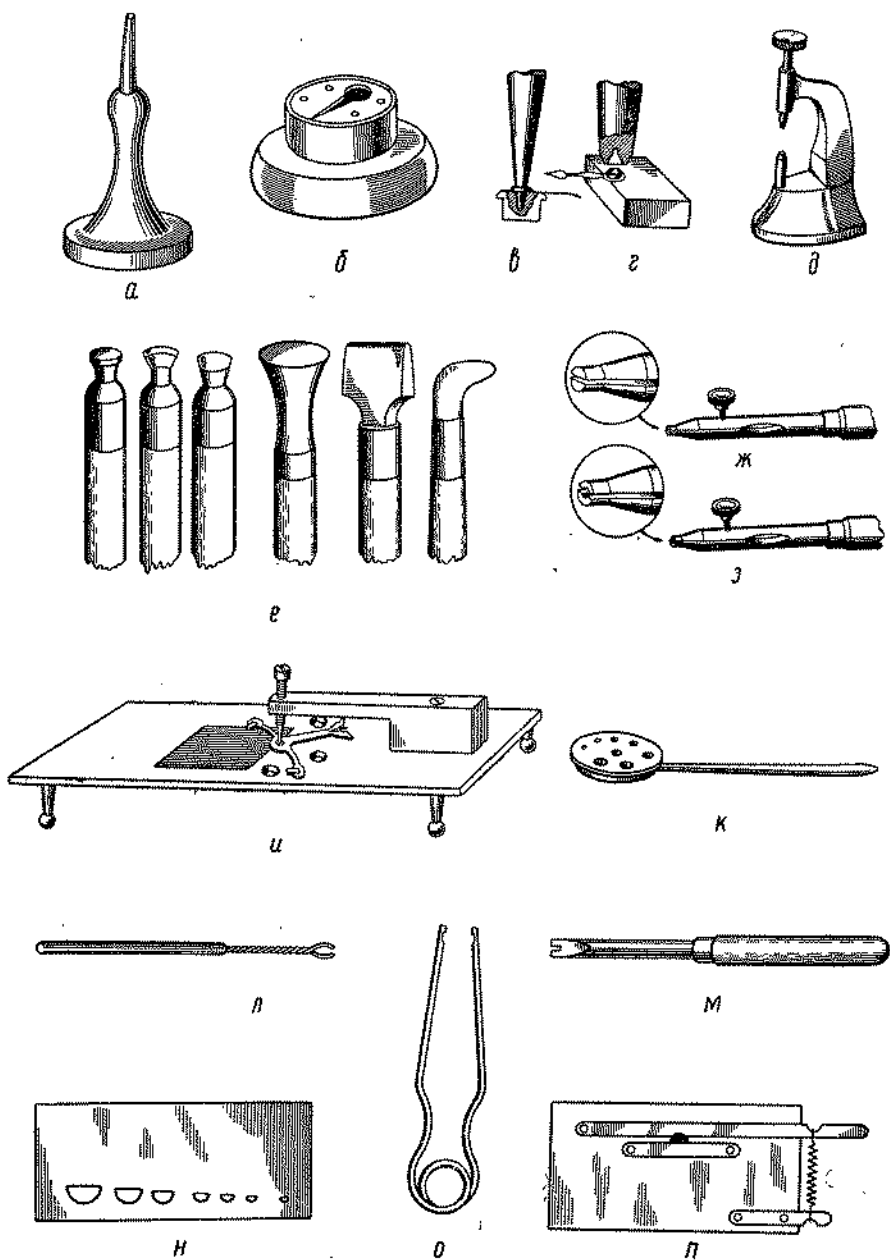


Рис. 24. Специальные инструменты и приспособления



защиты пятки нижней цапфы торец конусной наковальни имеет сферическое углубление.

Минутную стрелку насаживать значительно легче при использовании специального потанса *д*. Потанс снабжен подпружиненным пуансоном, перемещаемым при помощи вертикального винта.

Установка новой часовой стрелки бывает иногда сопряжена с необходимостью изменения диаметра ее посадочного отверстия. Эти операции не вызывают затруднений при использовании пуансонов *в, г*. Конический пуансон, введенный легким ударом в отверстие стрелки, увеличивает его диаметр. Обжимной пуансон с коническим отверстием позволяет стянуть отверстие в стрелке до требуемой величины. В случае если удар пуансона оказывается недостаточным для уменьшения отверстия, то трубку стрелки разрезают лобзиком и вновь стягивают.

При разборке часовых механизмов и особенно сложных часовых механизмов с большим числом различных дополнительных устройств обычно вызывает затруднение хранение винтов. Многочисленные винты, отличающиеся лишь незначительно по конфигурации и размерам, необходимо хранить таким образом, чтобы при сборке этих часов каждый винт был установлен на своем месте. Большую помощь в этом часовому мастеру оказывает специальная подставка для хранения винтов. Эту подставку изготавливают из латунной пластинки, на которой рисуют контур платины и мостов разбираемых часов. В соответствующих местах рисунка засверливают небольшие отверстия, достаточные для прохода резьбовой части винта. По мере разборки часов винты устанавливают на подставку в соответствующие отверстия, где их и хранят до окончания ремонта и сборки механизма.

Гладилки *е* применяют для выравнивания поверхности тонких плоских деталей, например крышек карманных и наручных часов. Лучшими являются гладилки, изготовленные из агата (на рис. 24, *е* первая и вторая справа), но при необходимости можно использовать и стальные, которые должны быть тщательно закалены и отполированы.

Карцовочная щетка, изготавливаемая из стеклянных волокон, необходима для очистки поверхности деталей и особенно зубьев колес и трибов от заусенцев, мелких царапин и твердых, не поддающихся удалению растворами, пятен грязи. Карцовочная щетка требует осторожного обращения, так как мельчайшая стеклянная пыль, образующаяся от обламывающихся ее волокон, вредна для дыхания и может вызвать раздражение роговицы глаз.

Шлифовальная рейка применяется для очистки поверхности и окончательной обработки плоских стальных деталей и головок винтов. Рейку выполняют из деревянной

пластинки, на которую наклеивают мелкую наждачную бумагу (преимущественно «двухнолька»).

Гладилка для отверстий предназначена для обработки стенок отверстий, подвергшихся стягиванию, например, отверстий в барабане. Коническая поверхность стальной гладилки должна быть тщательно отполирована.

Правилки для оправ камней необходимы при замене камней в часах устаревших моделей, в которых камни закреплены в специальных гнездах и завальцованы. После удаления лопнувшего камня и очистки гнезда от осколков необходимо открыть гнездо, приподняв для свободного прохода нового камня правилкой *ж* его завальцованный край. Введя губки правилки в отверстие гнезда, их постепенно раздвигают при помощи винта и, вращая инструмент, раскрывают оправу. Установив в оправе новый камень, который должен лечь в гнездо плотно, без зазора, его закрепляют в оправе, завальцовывая край гнезда при помощи правилки *з*. Эта правилка снабжена на торце губок коническим углублением. Завальцовку производят вращением правилки с постепенным сближением ее губок.

Корректор *и* представляет собой весьма удобное приспособление для регулировки положения палет. Его изготавливают из латуни или красной меди. Столик корректора снабжен местом с прижимным винтом для крепления анкера. На поверхности стола нанесена сетка из контрольных рисок, облегчающая контроль за перемещением палеты. Для исправления положения палеты анкер устанавливают на корректоре, столик корректора нагревают до размягчения шеллака, после чего перемещают палету иглой.

Ключ для правки анкера *м* применяют для подгибки его хвостовика и плеч. Ключ выполнен в виде массивной стальной вилки с деревянной ручкой. При работе ключ надевают на участок изгиба анкера, закрепленного на корректоре, и поворотом ключа изгибают хвостовик в нужном направлении. В комплекте инструмента необходимо иметь ключи двух размеров, пригодные для операций с анкерами наручных часов и будильников.

Лоток для зашеллачивания эллипса *к*. Операция зашеллачивания эллипса в двойном ролике усложняется тем, что при нагревании шеллака может быть легко отожжена нижняя цапфа оси баланса. Описываемая операция весьма облегчается при использовании специального лотка, изготовленного из латунного диска толщиной 3—4 мм, на поверхности которого просверлены отверстия, диаметр которых достаточен для свободного прохода верхней рольки двойного ролика. Баланс устанавливают на лотке так, чтобы двойной ролик оказался погруженным в одно из отверстий. Прогревание осуществляют косвенно, т. е. в пламя

спиртовки вносят край лотка, передающего тепло двойному ролику.

Приспособления *л* и *о* для закрепления эллипса шеллаком. Первое приспособление состоит из двух отрезков латунной или медной проволоки, свитых вместе и закрепленных в деревянной ручке. Концы проволок, расплюснутые молотком и изогнутые подковкой, образуют губки для захвата ролика. Закрепив приспособление на трубке ролика, проволоки нагревают до размягчения шеллака. При другом способе применения этого приспособления нагревают всю его проволочную часть, а затем, держа баланс в левой руке, прикладывают инструмент к ролику около эллипса. Левая рука при этом должна лежать на верстаке, твердо удерживая баланс, чтобы ручка приспособления опиралась на верстак; правая рука должна быть свободна, чтобы можно было корректировать положение эллипса.

Второе приспособление выполнено в виде пружинящих щипцов, изготовленных из медной проволоки, на концах которой прорезаны пазы. Ширина пазов должна быть достаточной для захвата краев большой рольки двойного ролика. Это приспособление дает возможность исправить положение эллипса, даже не снимая с баланса спирали и не отделяя узел баланса от моста.

Приспособление *н* и *п* для установки эллипса в двойной ролик. В связи с тем что эллипс входит в отверстие двойного ролика достаточно плотно, установить новый эллипс в двойном ролик несколько сложно. Простейшее приспособление выполнено в виде металлической пластинки с эллипсообразными отверстиями различного размера. Отверстия в пластинке располагают возможно ближе к краю, чтобы двойной ролик любого размера свободно проходил вдоль наружного края пластинки при совпадении отверстий в пластинке и большой рольке. Устанавливая эллипс, это приспособление помещают на другой пластине без отверстий, исключая выпадение эллипса сквозь отверстие. Введя эллипс в отверстие приспособления, на эллипс надевают двойной ролик.

Приспособление *п* применяют для установки эллипса в двойной ролик, снятый с оси баланса. Приспособление выполняют в виде латунной пластины (50 мм × 30 мм), на которой закреплены три металлические рейки, изготовляемые из отрезков пружины карманных часов. В верхней поворотной рейке пропиливают два полукруглых паза: первый — для крепления эллипса и второй — для крепления конца пружины. Две другие рейки приклепывают к пластине; одна служит как опора эллипса, другая — для крепления второго конца пружины. Пружину навивают из тонкой рояльной проволоки или гитарной струны. Пружина должна быть эластична и не сжимать эллипс слишком сильно. На описываемом приспособлении ролик также

надевают на эллипс, закрепленный в зажиме, но в этом случае эллипс вводят в ролик с наружной стороны и проталкивают сквозь отверстие.

**Прибор для проверки зубчатого зацепления** (рис. 25, а). Прибор предназначен для выявления дефектов зацепления в отдельных парах колес, а также для определения величины радиального биения их обода. Межцентровое расстояние (глубину зацепления) устанавливают на приборе при помощи микрометрического винта 1. Наружные концы спиц 2 прибора заточены острыми конусами. Этими концами приспособление настраивают по платине или мосту на то межцентровое расстояние, которое соответствует проверяемой паре колес. После этого колеса устанавливают на спицах прибора и производят обкатку. Колеса хорошо просматриваются, и дефекты зацепления обнаруживаются легко. Для проверки колес, не имеющих собственных осей, например пары вексельный триб — часовое колесо, применяют спицы, снабженные на внутренних концах конусами 3.

**Прибор для определения биения колеса** (рис. 25, б). При помощи этого прибора можно не только установить место прогиба обода, но и измерить величину радиального биения. Проверяемое колесо закрепляют в центрах и медленно вращают. Щуп стрелочного индикатора, показывающего величину биения зубьев колеса или триба, скользит по поверхности зубьев. Для проверки колес с мелкими легко повреждаемыми зубьями рекомендуется производить точечную проверку обода. При этом щуп индикатора периодически приподнимают (индикатор имеет для этого специальную рукоятку) и, слегка повернув колесо, вновь опускают, производя измерение.

В последнее время в крупных часовых мастерских и цехах заводов по ремонту часов начали применять приборы П-32 промышленного типа, предназначенные для определения места и величины торцового (плоскостного) биения колес и устранения этого дефекта. Прибор П-32 в сущности близок к прибору, показанному на рисунке 25, б, и отличается от последнего лишь вертикальным расположением индикатора и наличием устройства для исправления деформаций плоскости обода. Щупом-индикатором можно измерить величину и определить место деформации обода в осевом направлении. Устройство в виде рычага-молоточка, приводимого в действие от руки, позволяет устранить обнаруженную деформацию плоскости обода, не снимая колеса с установочных центров прибора. На приборе П-32 могут подвергаться плоскостной правке все колеса часового механизма, а также и обод баланса.

**Приспособления для правки колеса.** Если глубина зацепления недостаточна, а заменить колесо не представляется возможным, необходимо несколько увеличить диаметр колеса путем проковки или развальцовки его обода. Простейшим приспособлением,

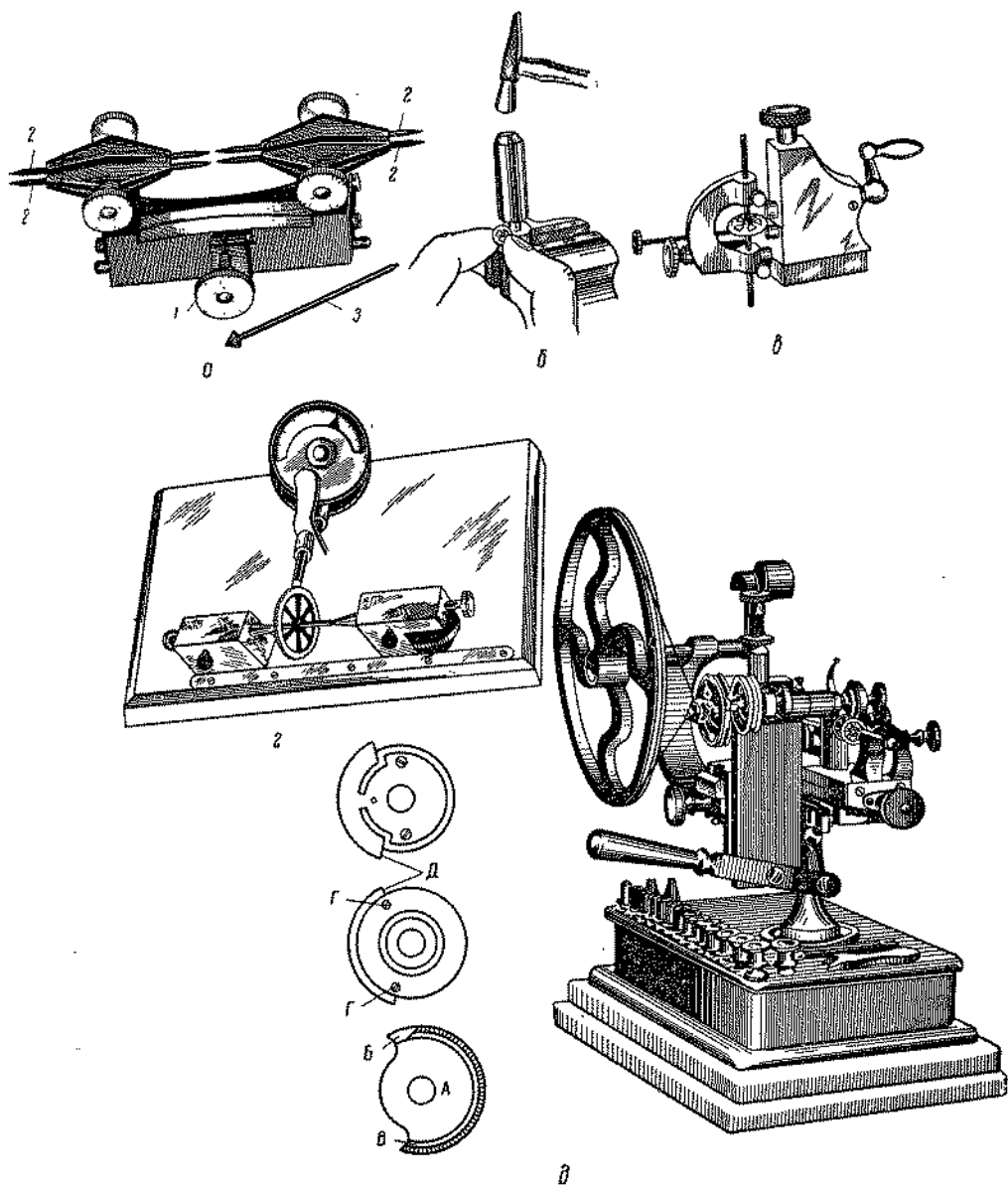


Рис. 25. Специальное оборудование

применяемым для этой цели, является устройство, показанное на рис. 25, б. Устройство выполнено в виде двух массивных цилиндров, один из которых снабжен направляющим круглым стержнем, а другой—отверстием, в которое плотно входит этот стержень. На наружной поверхности одного из цилиндров имеются лыски, позволяющие закрепить приспособление в верстачных тисках. Рабочие торцы цилиндров должны быть отполированы, а наружные кромки этих торцов слегка закруглены, чтобы на колесе не возникли резкие вмятины. В отверстие цилиндра вкладывают небольшую цилиндрическую пружину, сила которой должна быть достаточна для некоторого подъема верхнего цилиндра, но в то же время она не должна оказывать значительного сопротивления рабочему перемещению цилиндров под ударом молотка.

Колесо, подлежащее обработке, вводят в зазор между цилиндрами, и, непрерывно вращая его, легкими ударами молотка по верхнему цилиндру проковывают обод.

Более совершенное приспособление показано на рис. 25, в. В этом случае колесо развальцовывают, прокатывая его между двумя стальными роликами. Закрепив в верстачных тисках станную приспособления, обрабатываемое колесо устанавливают на центрах, чтобы нижний торец обода соприкасался с нижним (ведомым) роликом приспособления. Боковым микрометрическим винтом регулируют глубину зацепления колеса с роликом; верхним микрометрическим винтом опускают ведущий ролик приспособления на верхний торец обода колеса. Ролики приводят во вращение, постепенно увеличивая нажатие верхнего ролика на обод.

**Вельцмашина** (рис. 25, д). После обработки колес на вышеописанных приспособлениях они подлежат обработке на вельцмашине, предназначенной для исправления формы зубьев или уменьшения глубины зацепления. Чтобы во время обработки не нарушить конфигурацию зубьев, необходимо тщательно выбрать фрезу. Для этого зубья фрезы вводят между зубьями колеса и на просвет определяют соответственные конфигурации фрезы форме и размеру межзубцовой впадины колеса. Толщина фрезы должна точно соответствовать расстоянию между зубьями колеса, так как в противном случае обработка колеса приведет к утончению зубьев.

Фреза вельцмашины имеет особое устройство, так как она не только обрабатывает колесо, но и обеспечивает его прерывистое вращение, последовательно подводя под обработку каждый зуб колеса. Сама фреза *A* выполнена в виде профилированного диска с мелкими зубьями на торцах режущей кромки. Примерно на  $1/3$  окружности фрезы режущая кромка удалена и снабжена скосами: входным *B* и выходным *B*. С фрезой сопряжена тонкая стальная шайба с упругим дугообразным язычком *D*, совпа-

дающим с тем участком фрезы, на котором удалена режущая кромка. Этот язычок при помощи упорных винтов *Г* отводится от плоскости платины, образуя как бы полувиток винтовой спирали. При вращении фрезы язычок шайбы поочередно входит в каждый межзубцовый зазор колеса и, слегка повернув колесо, вводит этот зазор под фрезу.

Колесо устанавливают в регулируемых по высоте центрах, закрепленных на салазках, перемещающихся при помощи рычага для сближения обрабатываемого колеса с трибом. Величину перемещения салазок, т. е. глубину зацепления колеса и фрезы, регулируют упорным винтом. Обод колеса предохраняется от деформаций трубчатой подставкой, на которую опирается колесо. Известны два типа вельцмашин, различающиеся способом крепления колеса. У одних машин обрабатываемое колесо устанавливают вертикально, у других — горизонтально. Способ крепления колеса не оказывает принципиального влияния на процесс обработки.

При исправлении профиля зубьев после увеличения диаметра колеса обработку колеса на вельцмашине производят практически без углубления фрезы в обод колеса. При необходимости уменьшения глубины зацепления фрезу постепенно углубляют в обод, пока диаметр колеса не уменьшится до требуемого размера. Необходимо помнить, что уменьшать диаметр колеса можно в весьма ограниченных пределах. В противном случае зубья колеса будут утончены или искажены по форме. Углублять фрезу следует также очень осторожно. Излишне глубокая подача может привести к вибрации колеса, нарушению чистоты обработки поверхности зубьев и даже к значительным деформациям обода.

**Потанс для исправления втулки минутного триба** (рис. 26, а). Закрепив потанс в верстачных тисках, в отверстие триба вставляют проволоку, при помощи которой триб вводят под пуансон потанса. Легкий удар по пуансону образует на втулке триба необходимые выступы.

**Приспособление для отпуска цапф** (рис. 26, б). В случае если цапфа оси баланса или какого-либо колеса погнута столь значительно, что при ее выпрямлении возникает опасность поломки, рекомендуется предварительно отпустить эту цапфу, не подвергая термообработке вторую цапфу, не требующую исправления. Приспособление состоит из подковообразного зажима с длинной рукояткой. Цапфу, не подлежащую термообработке, помещают в зажим, после чего производят отпуск поврежденной цапфы. Большая масса зажима по сравнению с предохраняемой цапфой обеспечивает интенсивный отбор тепла от зажатой цапфы, предохраняя ее от перегрева.

Это же приспособление рекомендуется применять при отпуске оси перед ее сверлением для установки новой цапфы.

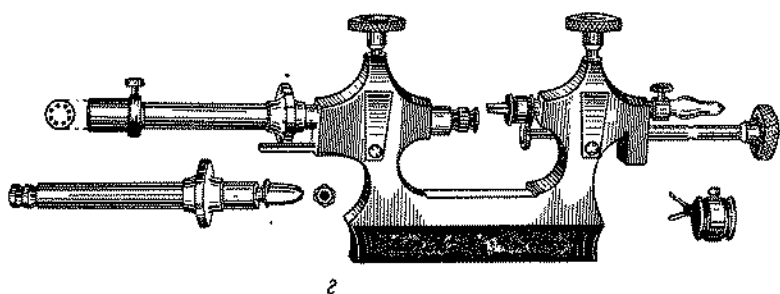
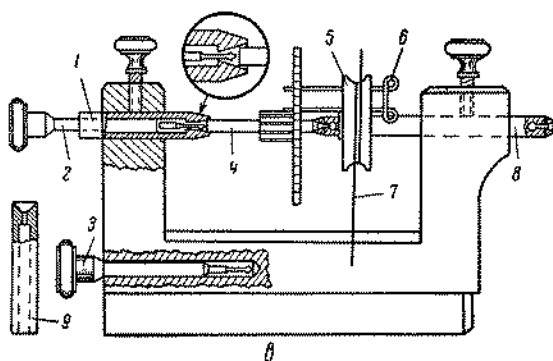
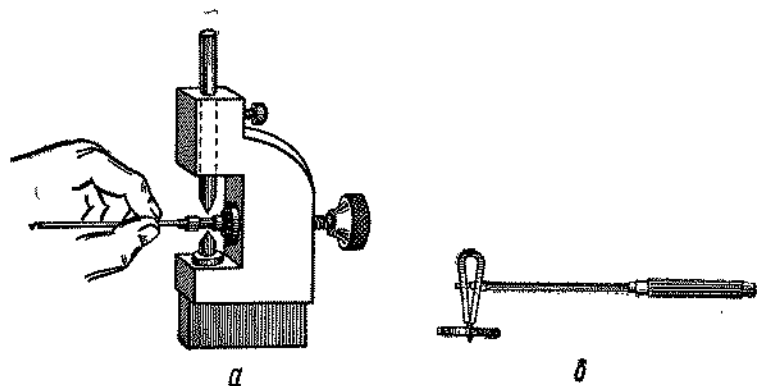


Рис. 26. Специальное оборудование.



**Машинка для сверления осей** (рис. 26, в). При поломке одной из цапф баланса и невозможности заменить ось целиком можно вставить в ось новую цапфу. Ту часть оси, в которую нужно вставить цапфу, отпускают и при помощи точильного камня на торце оси образуют некоторую плоскость. Ось сверлят на специальной машинке. Обрабатываемую ось 4 устанавливают без зазора между центрами 1 и 8. Поводок 6 ролика 5 охватывает одну из перекладин колеса. Ролик приводят в переменное вращение при помощи смычка, струна 7 которого охватывает ролик скользящей петлей. В начальной стадии сверления, чтобы не сместить центр отверстия, нажим на сверло 2 должен быть легким, а вращение ролика медленное. По мере углубления отверстия нажим на сверло можно увеличивать, чтобы скорость вращения возрастала. Не следует слишком сильно нажимать на сверло, так как это может привести к нагартовке и заполированию дна посверливаемого отверстия и сверло перестанет сверлить. В процессе сверления сверло обильно смазывают маслом и периодически извлекают для очистки отверстия от стружки. Сверление может быть закончено, когда глубина отверстия будет в два раза больше длины цапфы. В комплект машинки входят запасное сверло 3 и сменный передний центр 9 для сверления осей большого диаметра.

**Станок для полирования цапф** (рис. 26, г). Цапфа, подвергшаяся исправлению, подлежит окончательной обработке на станке, известном под названием «цапф-машина». Этот станок снабжен двумя спицами, одна из которых несет ролик с поводком, аналогичный ролику машинки для сверления осей, а другая на одном конце снабжена многогранником с канавками различной глубины (для полировки и шлифовки цапфы) на втором же конце имеет диск с отверстиями различного диаметра (для обработки пятки цапфы). Спицу с роликом перемещают вдоль оси при помощи микрометрического винта. Спица с опорными канавками и отверстиями снабжена в средней части фиксирующим диском с пазами.

**Свинцовая подушка для правки полировальника.** Полировальник (полирфайль), применяемый для шлифовки и полировки цапф, подвержен быстрому износу в процессе работы. Его рабочие плоскости исправляют на специальной свинцовой подушке. (Реже применяют деревянную подушку, обтянутую красной медью.) На подушку наносят сухой порошок мелкозернистого карборунда. Шлифовальный инструмент, удерживаемый обеими руками за концы, плотно прижимают плоскостью к поверхности подушки и перемещают по подушке взад и вперед твердыми уверенными движениями. Если шлифовальный инструмент имеет закругленные грани, в конце каждого размаха его поворачивают на некоторый угол, производя заправку в этой части.

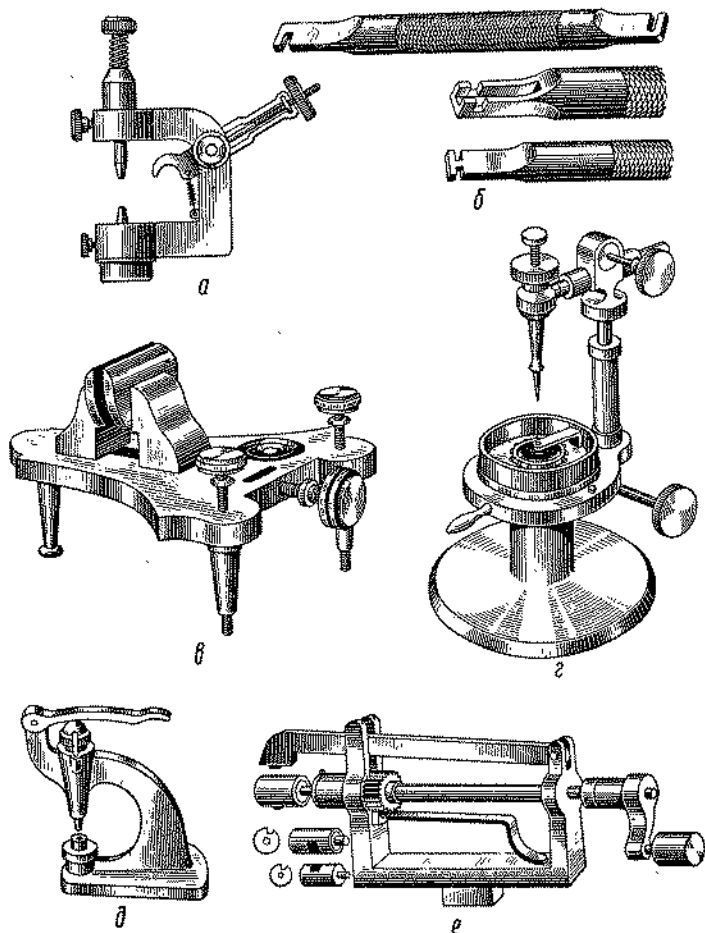


Рис. 27. Специальное оборудование

Станок для проверки баланса на биение по плоскости и радиальное биение (рис. 27, а). Станок, закрепляемый в верстачных тисках, снабжен центрами для крепления баланса и поворотной линейкой с микрометрической подачей. Медленно поворачивая баланс и наблюдая на просвет зазоры между ободом и торцом указателя линейки, баланс подвергают проверке.

Рычаги для исправления обода баланса необходимы в тех случаях, когда обод баланса сильно деформирован. Три основные конфигурации этих рычагов показаны на рис. 27, б.

Перевес-машинка (рис. 27, в). Её применяют для контроля уравновешенности баланса. Для этого машинку устанавливают

на верстаке на трех ножках, две из которых имеют регулировочные винты для выравнивания машинки и в горизонтальной плоскости. На раздвижных губках машинки установлены опорные ножи, изготовленные из закаленной стали или из агата. Стальные ножи несколько тоньше агатовых, их можно полировать с целью исправления, но они подвержены намагничиванию; агатовые опоры не имеют этого недостатка, но они легко выкрашиваются. Перед установкой баланса на этом приспособлении ножи протирают сердцевинной бузины. Положив баланс на опоры, его заставляют вращаться легким толчком пинцета. Баланс должен вращаться медленно, в одном направлении, останавливаясь в тот момент, когда наиболее тяжелый участок его обода займет нижнее положение.

**Вибрационная машинка** (рис. 27, з). Предназначена для определения точки крепления внешнего витка спирали при ее замене. При установке штифтов градусника на эту точку баланс будет совершать заданное число колебаний в час. На основании машинки закреплен поворотный столик, несущий эталонный баланс, закрытый стеклом. Эталонный баланс совершает строго определенное количество колебаний в час. На столике размещена также вертикальная стойка со штангами, позволяющими перемещать держатель волоска, размещенный над стеклом в вертикальном и горизонтальном направлении. Держатель выполнен в виде пружинящего пинцета, разжимающегося при нажиме соответствующей кнопки.

Регулируемый баланс подвешивают на спирали, чтобы его нижняя цапфа лишь слегка касалась стекла. Перемещая держатель в горизонтальной плоскости, нижнюю цапфу баланса располагают точно над осью вращения эталонного баланса. В то же время, вращая пинцет держателя, совмещают перекладки эталонного и регулируемого балансов. Легким толчком по рукоятке поворотного столика оба баланса приводят в колебания и наблюдают за тем, чтобы они совершали равное число колебаний. Если регулируемый баланс совершает замедленные колебания, точку крепления спирали следует сместить, укоротив спираль. В случае ускоренных колебаний спираль необходимо удлинить. После нескольких контрольных перемещений спирали находят точку ее крепления в штифтах градусника. Излишний конец спирали обрезают, несколько отступив от этой точки (на величину, соответствующую расстоянию между штифтами градусника и колонкой для крепления спирали в мосту баланса).

В держателе вибрационных машинок более совершенных конструкций вместо пружинящего пинцета размещены ролики, позволяющие перемещать спираль при подборе ее длины с большей плавностью и точностью. Кроме того, некоторые вибрационные машинки имеют комплект сменных балансов, отрегулиро-

ванных на различное число эталонных колебаний. В то же время поворотный столик, сопряженный с основанием через эластичную пружину, приводится в движение посредством рычага. При нажиме на рычаг столик отклоняется, подзаводя пружину, срывается с рычага и под воздействием пружины резко возвращается в исходное положение. Это устройство позволяет осуществлять запуск балансов всегда с одним и тем же усилием\*.

**Пресс-потанс** (рис. 27, *д*) для запрессовки камней. Его применяют при замене камней или регулировке своего зазора в механизмах с камнями, запрессованными непосредственно в мосты или платину. Потанс имеет сменные подставки с отверстиями различных диаметров, соответствующих диаметрам камней, и подпружиненный пуансон со сменными наконечниками, приводимый в движение рычажной рукоятью. Перемещение пуансона регулируют упором с микрометрической подачей.

**Машинка для завивки пружин** (рис. 27, *е*). Машинка, закрепляемая в верстачных тисках, имеет заводной вал с ручкой. Для предохранения завиваемой пружины от срывов заводной вал снабжен храповиком, взаимодействующим с двухсторонней собачкой. На валу установлена втулка с крючком для крепления внутреннего витка пружины. Над валом размещена поворотная планка с крючком для прижатия завиваемой пружины. Пружину, навитую на втулку и удерживаемую прижимной планкой, без труда вводят в барабан.

**Приспособление для резки органического стекла** (рис. 28, *а*). Предназначено для изготовления круглых нестандартных стекол. Приспособление имеет круглую, приводимую во вращение от руки планшайбу 1, на которую зажимами 6 закрепляют пластинку из органического стекла. Перед планшайбой размещена штанга 5, несущая резец 2. При помощи микрометрического винта 3 штангу устанавливают в такое положение, чтобы резец вычерчивал на поверхности органического стекла окружность требуемого диаметра. Штангу устанавливают по шаблону 4, закрепляемому на стойке микрометрического винта. В качестве шаблона можно использовать ободок корпуса, для которого вырезается стекло.

**Пресс для изготовления и запрессовки органических стекол.** В комплект пресса входят матрицы и пуансоны различного диаметра. Матрицы имеют вид дисков со сферическим углублением, пуансоны соответственно имеют сферическую выпуклость. Вырезанный из органического стекла плоский диск опускают в горячую воду, в которой держат до размягчения. Вынув диск из воды, его накладывают на соответствующую матрицу, прижимают пуансоном и помещают под пресс, где стекло приобретает

\* Методика вибрации спирали изложена в главе 2.

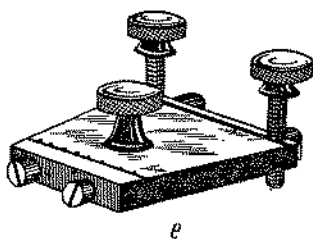
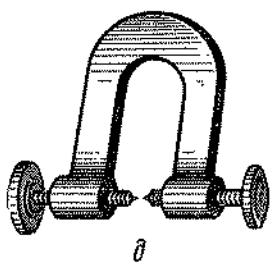
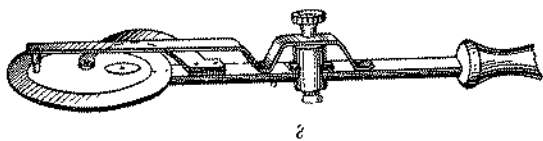
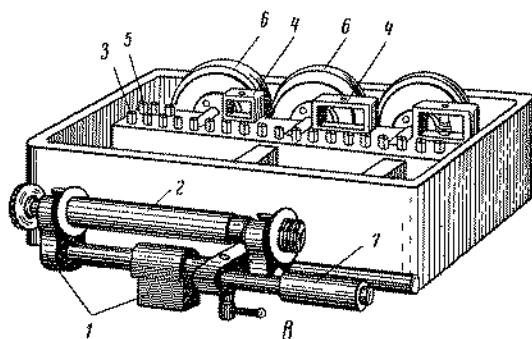
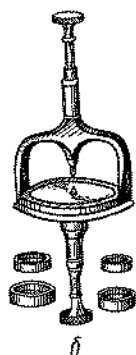
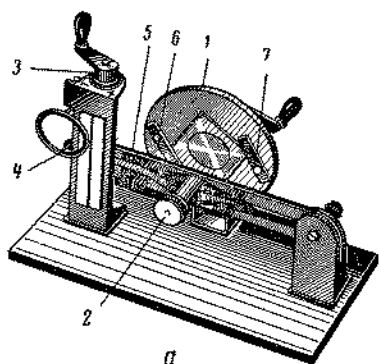


Рис. 28 Специальное оборудование

нужную форму. Органическое стекло должно входить в проточку ободка со значительным усилием, поскольку оно подвержено значительным температурным деформациям. Стекло, установленное в ободок с малым усилием, в холодное время года может качаться в ободке и даже выпадать. Для запрессовки стекла в ободок применяют тот же пресс. Выбрав матрицу и пуансон несколько меньшего диаметра, чем стекло, и с выпуклостью несколько большей, чем у стекла, зажимают стекло в прессе, предварительно наложив на него ободок. Сжатие стекла вызывает некоторую его деформацию, позволяющую ввести стекло в ободок. Освобожденное от усилия пресса стекло плотно входит в проточку ободка.

Кроме прессы для установки стекол применяют специальный цапговый зажим. Этот зажим имеет 10—12 крючков-захватов, расположенных по окружности на торце рукоятки зажима. При вращении резьбового кольца зажима захваты могут приближаться к центру или раздвигаться. Зажим накладывают на стекло с наружной его стороны, чтобы концы захватов легли на кромку стекла. При вращении резьбового кольца зажимы деформируют стекло, придавая ему большую выпуклость. Стекло вводят в ободок и освобождают от воздействия зажима. Использование этого устройства сопряжено с возможностью повреждения стекла, вырывающегося из-под захватов; кроме того, захваты могут оставить на кромке стекла заметные вмятины.

**Катушка для размагничивания.** Стальные детали часового механизма размагничивают при помощи соленоидной катушки, питаемой переменным током (от осветительной сети). Для этого деталь вводят в середину катушки, где выдерживают в течение 1—2 сек, и медленно выводят обратно. Для захвата деталей в этом случае рекомендуется использовать латунный пинцет.

**Плантирмашинa** (рис. 28, б). Предназначена для нахождения правильного центра под сверление исправляемого отверстия в платине или мосту. Например, если нужно исправить отверстие в мосту, его заклепывают латушной пробкой; устанавливают мост на платине, которую в свою очередь помещают на столик плантирмашинны. Нижний конус машины вводят в соответствующее отверстие платины и нажимом верхнего конуса на пробке моста наносят точку, определяющую место сверления. Если намечаемое отверстие расположено в платине и на столик плантирмашинны должны лечь мосты, то для установки используют переходные кольца, компенсирующие разницу в высоте мостов.

**Винтоправка** (рис. 28, в). Предназначена для полировки головок винтов, но ее можно использовать и для полировки цапф колес крупногабаритных часов. Станину I винтоправки устанавливают в верстачных тисках. Полируемую деталь закреп-

ляют в шпинделе 2 винтоправки при помощи соответствующей цанги или фонарика. На боковой оси 7 закрепляют стальной, латунный или деревянный диск, покрываемый полировальной пастой. Процесс шлифовки или полировки производят одновременным разнонаправленным вращением шпинделя винтоправки (левой рукой) и оси диска (правой). В комплект винтоправки входят: стальные 3 и латунные 5 цанги, фонарики 4, полировальные и шлифовальные диски 6.

**Приспособление для шлифования и полирования винтов** (рис. 28, е). Приспособление может изготовить сам мастер. Винт помещают головкой вниз в соответствующую прорезь столика приспособления. Опорными винтами регулируют высоту столика и правильное расположение плоскости головки винта. Шлифование можно производить непосредственно на плоском абразивном камне, вода приспособление за рукоятку мягкими округлыми движениями. Не вынимая винта из приспособления, промывают его головку и полируют на стекле, покрыв последнее полировальной пастой. Необходимо следить, чтобы высота регулировочных винтов не изменялась до конца всей обработки.

**Подковка для извлечения заломанных винтов** (рис. 28, д). Ее применяют в тех случаях, когда сломанный винт остался в сквозном отверстии. Зажав с двух сторон обломок винта острыми винтов подковки, вывинчивают оставшийся в отверстии обломок винта, совмещая легкие повороты подковки с одновременным поворотом ее винтов.

**Приспособление для припайки ножек к циферблату** (рис. 28, г.). Приспособление применяют для исправления циферблатов с эмалевыми покрытиями, в настоящее время встречающимися редко. Устройство снабжено столиком и двумя прижимными пружинами, одна из которых имеет центровочный штифт для правильной ориентации циферблата и его крепления, а другая предназначена для крепления припайваемой ножки. Пайку ножки на этом приспособлении производят при помощи февки.

## ТОКАРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Часто работы, связанные с изготовлением или исправлением изношенных деталей, сопряжены с токарной обработкой. Поэтому часовой мастер должен уметь выполнять разнообразные операции по обточке цилиндрических и плоских круглых деталей, владеть методами станочного сверления, фрезерования, шлифования и полирования, знать правила заточки резцов.

Обучение работе на токарном станке рекомендуется начать на станке с лучковым приводом, на котором процесс обработки несколько проще благодаря отсутствию на нем сложных

специальных приспособлений. Кроме того, начинающий специалист осваивает методику работы со смычком, необходимую для работы на цапф-машине и машинке для сверления осей.

Освоение приемов токарной обработки следует начинать с обработки пластмассы, кости и дерева твердой породы, и лишь после этого следует приступить к последовательному обучению правилам точения латуни и стали.

**Станок с лучковым приводом** (рис. 29). Конструкция станка очень проста, но по количеству изготавливаемых и обрабатываемых на нем деталей его можно отнести к группе важнейших приспособлений для часового дела. Станина, выполненная в виде прямоугольной (реже трехгранной) рейки, закреплена в верстачных тисках. На станине размещены две бабки, одна из которых жестко связана со станиной. Между бабками установлен подручник, являющийся опорой ручного резца-штихеля. Крепление подручника дает возможность перемещать его в продольном и поперечном направлениях относительно станины, в вертикальном направлении, а также поворачивать его в горизонтальной плоскости при выборе наиболее удобного положения резца.

Основными деталями станка являются его центра или спицы с концами различной конфигурации *I—II*, позволяющими производить на станке разнообразные работы: точение цилиндрических деталей, точение конических поверхностей, заточку и полировку цапф осей и их пяток, сверление отверстий и т. д.

Обычно точение производят на центрах с наружными или внутренними конусами. Заготовку (пруток стали или латуни необходимой длины) устанавливают на центрах, предварительно наметив на ее торцах точки центров и засверлив по этим точкам неглубокие отверстия, либо заточив концы заготовки на конусы. Если заготовку точат в простых центрах, то на заготовке закрепляют поводковый ролик (рис. 30, *a*). Поводковые ролики применяются двух типов: с центрирующими винтами *1* и разрезные самоцентрирующиеся *2*. Заготовка вращается при помощи смычка, струна которого перекинута через ролик скользящей петлей.

Струну для смычка обычно изготавливают из тонкой нити крученого шелка или из капроновой лески, однако лучшим материалом для струны является конский волос. Сам смычок изготавливают из дерева (лучший материал — бамбук) или стальной проволоки. Смычок должен быть легким, но достаточно упругим, обеспечивающим хорошее натяжение струны.

В тех случаях, когда при точении применяют центр с поводковым роликом, на детали закрепляют хомутик, хвостовик которого взаимодействует с поводком ролика. Хомутики различных размеров *b* может легко изготовить сам мастер. Их изготовление, сопряженное с различными методами обработки, может



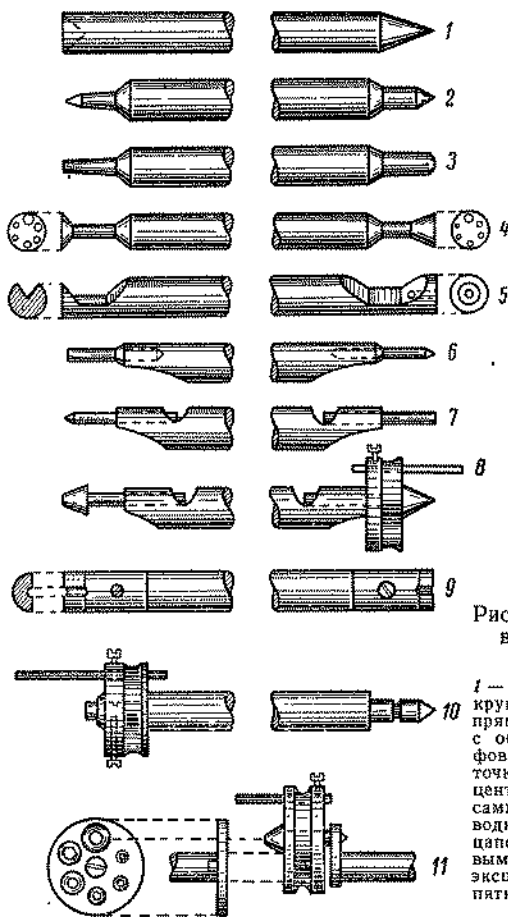
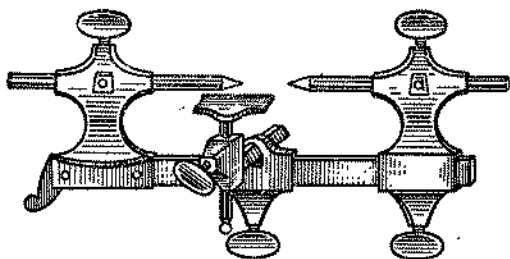


Рис. 29. Токарный станок с лучковым приводом и его центра (спицы):

1 — с прямым и обратным конусом для крупных работ; 2 — двухсторонний с прямыми конусами; 3 — двухсторонний с обратными конусами; 4 — для шлифовки и полировки цапф; 5 — для заточки конусов; 6, 7 — эксцентрические центры с прямыми и обратными конусами; 8 — эксцентрический центр с поводковым роликом; 9 — для обработки цапф настенных часов; 10 — с поводковым роликом для крупных работ; 11 — эксцентрический центр для полировки пятки у цапф и сверления отверстий

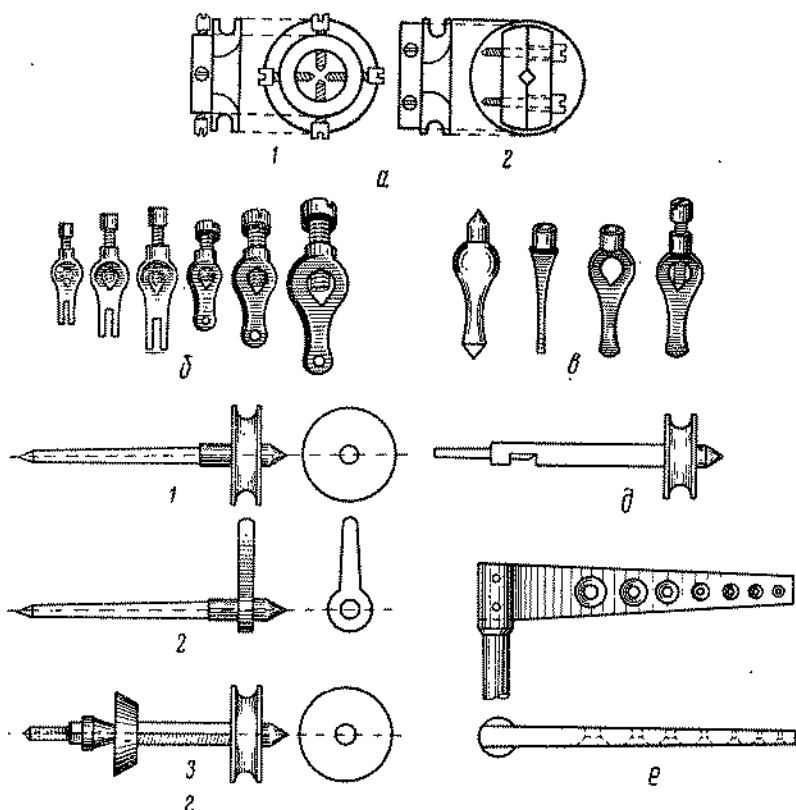


Рис. 30. Приспособления к токарному станку с лучковым приводом

явиться хорошей школой для часового мастера, изучающего токарную обработку. Последовательные стадии изготовления хомутика показаны на рис. 30, в. Сначала заготовку в виде цилиндрического прутка обтачивают на токарном станке, затем ее опиляют с двух сторон, опилявая также контур хвостовика хомутика, чтобы торец его шейки стал плоским. После этого в хомутике засверливают и опиляют сердцевидное отверстие, а в шейке засверливают отверстие, в котором нарезают резьбу. В заключение на токарном станке вытачивают винт, нарезают резьбу, а в головке винта ножовкой прорезывают шлиц. Торец резьбовой части винта должен быть сферическим.

В комплект приспособлений к лучковому токарному станку входят также специальные оправки — арбуры *г*, предназначенные для обработки деталей, имеющих сквозное центральное отверстие. Плотно насадив деталь на слабоконический хвостовик арбура, ее вращают либо непосредственно смычком (когда ар-

бур 1 снабжен роликом), либо от поводка ролика (когда арбур 2 снабжен лопастью). Для обработки плоских дискообразных деталей с центральным отверстием предназначен арбур 3 с резьбовым коническим зажимом.

В некоторых случаях отверстия сверлят на токарном станке при помощи приспособления  $d$ , в котором можно закреплять сверла любого типа, при этом хвостовик сверла с одной стороны запиливают на плоскость для крепления в пазу этого приспособления.

При сверлении отверстий в торце цилиндрического прутка, например при сверлении оси триба, сверло устанавливают в спице задней бабки. Опорой просверливаемого торца в этом случае служит приспособление  $e$ , называемое знаменем и закрепляемое на станке вместо подручника. Планка знамени снабжена отверстиями различного диаметра, позволяющими использовать знамя как опору для осей различного размера. При таком сверлении деталь вращают смычком, а подачу сверла осуществляют левой рукой.

Во время точения резец (штихель) плотно прижимают к подручнику лежащими на резце указательным и большим пальцами. Остальные пальцы поддерживают резец снизу. Основное положение штихеля показано на рис. 31, а. Слегка касаясь острием резца обрабатываемой детали, производят первоначальную черновую обработку, устраняя биение детали в центрах, вызванное неточностью центровочных отверстий на торцах заготовки или смещением конусов. Черновую обработку продолжают до тех пор, пока вся поверхность детали не покроется сплошными рисками от резца. При точении необходимо в точки вращения детали на центрах нанести небольшое количество масла. По мере высыхания смазки ее следует обновлять.

Большое значение имеет положение подручника, который должен быть установлен как можно ближе к обрабатываемой детали, но на такой высоте, чтобы режущая кромка резца  $b$  была немного выше линии центров детали. Если резец опущен ниже линии центров, возникает опасность нарушить центровку, поломать деталь или острие резца. При излишне высоком положении резца ухудшаются условия резания.

Правильное положение резца следует сохранять при всех видах работ на токарном станке: при чистовой обточке поверхностей деталей из стали и латуни, при обработке торцовых поверхностей, работая правой или левой гранью резца  $v$ . Обработывая цилиндрические поверхности большой длины, резец поворачивают боковой гранью к детали и ведут обработку продольными перемещениями резца  $z$ .

Для работы на лучковом токарном станке применяют преимущественно квадратные и ромбовидные резцы-штихелн (рис. 32, а).

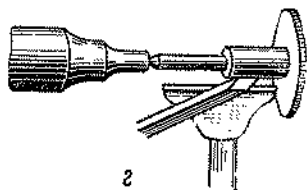
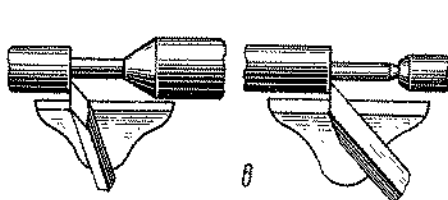
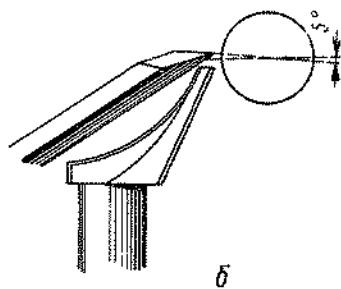
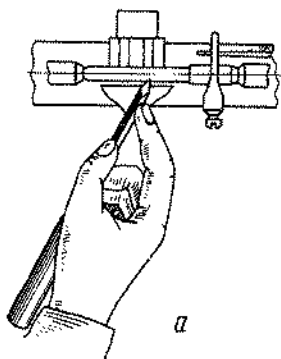


Рис. 31. Работа со стихелем

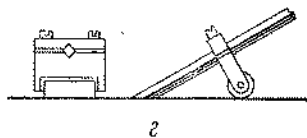
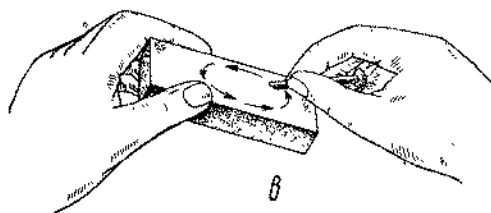
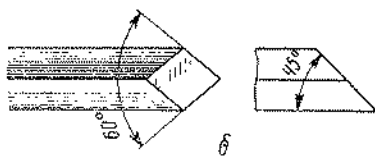
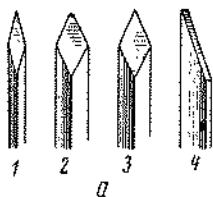


Рис. 32. Различные формы стихеля и его заточка

Тонкий остро заточенный штихель 1 применяют для точной мелкой работы (подточки, чистовой обработки и т. п.), массивный штихель 2 со слегка закругленным концом применяют для обдирочной, черновой обточки, штихель 3 применяют для обработки деталей большого размера, плоский фигурный штихель 4 удобен для вытачивания кольцевых канавок на поверхности цилиндрических деталей. Встречаются специальные резцы более сложной конфигурации, например с полукруглым концом для вытачивания соответствующих канавок, с фасонной режущей кромкой для вытачивания детали сложного профиля и т. п.

Обыкновенные работы производят штихелем, толщиной не менее 5 мм. Угол заострения такого штихеля должен равняться примерно  $45^\circ$ , угол при вершине этого штихеля равен примерно  $60^\circ$  (рис. 32, б). Штихели меньшего сечения, применяемые для тонких работ, могут иметь несколько больший угол заострения, однако при угле заострения меньше  $30^\circ$  штихели резко теряют прочность. Тонкими штихелями для прецизионной обработки пользуются, держа их в руке как карандаш.

Прежде чем приступить к обработке детали, необходимо проверить заточку штихеля. Заточивая штихель на оселке, его держат так, как показано на рисунке 32, в, и перемещают овальными равномерными движениями, плотно прижимая к поверхности оселка. Эта операция требует известного навыка, так как при неправильном перемещении штихеля его плоскости будут закруглены, что снизит режущие свойства инструмента. Заточку штихеля можно облегчить при применении приспособления з, которое может легко изготовить мастер. Предварительную заточку штихеля можно выполнить и на точильном круге, однако при этом штихель необходимо удерживать на подручнике и производить заточку, периодически погружая штихель в охлаждающую жидкость, так как быстрое нагревание инструмента может вызвать полное отпускание острья.

Если штихель предназначен для обычных токарных работ, то для его доводки можно использовать мелкозернистый точильный камень или мелкий карборунд, смешиваемый с маслом. Штихели, предназначенные для прецизионной обработки, доводят на тонкозернистом оселке (например, на арканзасском камне), поверхность которого смазывают маслом. Чем чище обработаны грани штихеля, тем ровнее получится обрабатываемая им поверхность. При точении штихелем с полированными гранями можно получить исключительно чистую поверхность, практически не требующую дополнительной обработки. После доводки на оселке передней грани штихеля следует провести каждой стороной штихеля (но не более одного раза) по оселку, плотно прижимая штихель к поверхности камня, чтобы снять мельчайшие заусенцы, возникшие на режущей кромке передней

грани в процессе заточки. В заключение острие штихеля легко вдавливают в мягкую древесину. Остроту штихеля проверяют слегка касаясь ногтя большого пальца.

Нельзя точить деталь штихелем с затупившимися гранями, так как такой штихель будет не резать, а шлифовать обрабатываемую поверхность. Шлифованный же участок удалить с поверхности детали бывает весьма трудно. Одновременно следует помнить о специфике точения на лучковом станке, состоящей в том, что резание производится только при движении смычка вниз. Когда движение вниз заканчивается, штихель необходимо отвести от детали, переместить смычок вверх, чтобы деталь свободно вращалась в обратном направлении, и затем, снова приблизив штихель к детали, продолжить точение с очередным движением смычка вниз. Если штихель будет скользить по поверхности детали во время ее обратного вращения, это также может привести к шлифовке участка ее поверхности. В приобретении навыка согласованного перемещения смычка и штихеля состоит основная трудность обучения работы на лучковом токарном станке.

В часовых мастерских широкое применение также находит токарный станок более совершенной конструкции (рис. 33, а), называемый обычно станком с ручным маховиком, хотя привод этого станка может осуществляться и от электродвигателя. Станок укомплектован передней шпиндельной бабкой со ступенчатым шкивом. Последнее позволяет не только осуществлять точение при одностороннем вращении детали, но и изменять скорость ее вращения. Кроме основных токарных работ на этом станке можно производить и другие виды работ вследствие наличия в комплекте станка многочисленных специальных приспособлений. Станок снабжен большим количеством цанг разного диаметра, фрезами, кулачковыми патронами, благодаря которым на станке можно производить такие работы, как нарезание колес, сверление, обработку цапф, центровку, шлифование, полирование, укорачивание винтов и многое другое.

Станок имеет массивную круглую станину, закрепленную в основании передней бабки. Станина для точной фиксации на ней подручника и задней бабки имеет продольную канавку. В комплект станка входят два подручника. Первый обычного типа, стационарно закрепляемый на станине, второй — на откидном кронштейне. Этот подручник (рис. 33, б) очень удобен при точении деталей, так как позволяет в любую минуту освободить доступ к детали для ее измерения. В задней бабке станка можно не только устанавливать различные центры-спицы для поддерживания обрабатываемой детали, но и закреплять специальную спицу *в*, предназначенную для плавной подачи сверл и торцовых фрез. Крепление инструмента в этой спице осуществляется посредством конического хвостовика.

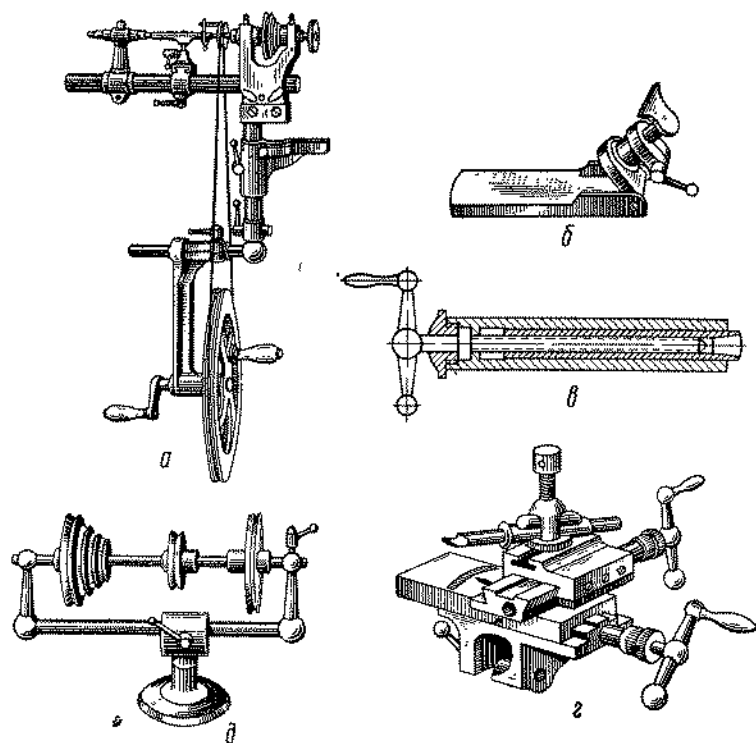


Рис. 33. Токарный станок с ручным маховиком и приспособления к нему

Чтобы облегчить процесс точения при обработке цилиндрических поверхностей и плоскостей торцов нужно применить суппорт 2, но для этого станок нужно перевести на электропривод, чтобы станок можно было закрепить в верстачных тисках и таким образом освободить обе руки мастера, так как при ручном приводе мастер вынужден вращать маховик левой рукой.

Суппорт, закрепляемый на станине, состоит из продольных и поперечных салазок, обеспечивающих микрометрическую подачу резца в продольном и поперечном направлениях относительно станины. Кроме того, верхние салазки могут поворачиваться относительно нижних и фиксироваться в различных углах поворота, благодаря чему появляется возможность при помощи суппорта обрабатывать конические поверхности.

В пазу верхних салазок устанавливают резец. Держатель для резца изготовляют из круглого прутка. Такой держатель содержит: стойку с затяжным болтом, называемую «солдатик»,

кольцевую прокладку с полукруглым пазом, зажимную втулку и ее полукруглую накладку. Зажимная втулка, несущая резец, выполнена в виде трубки с эксцентрическим отверстием, в которое вводится резец. Трубка имеет несколько сквозных прорезей, в результате чего при затягивании болта «солдатика» она плотно охватывает резец, удерживая его в заданном положении. Поворачивая втулку внутри держателя и резец внутри втулки, регулирует резец по высоте.

Обыкновенный квадратный резец крепят в солдатике кольцевой прокладкой, имеющей на наружной поверхности резьбу и несущей круглую гайку. Гайкой регулируют высоту установки резца, который опирается на ее верхний торец. Сверху на резец кладут плоскую накладку, устраняющую прогиб резца под нажимом затяжного болта.

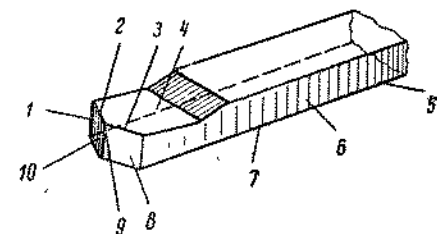


Рис. 34. Токарный резец:

- 1 — головка; 2 — вспомогательная кромка; 3 — главная кромка; 4 — передняя грань; 5 — стержень (тело); 6 — опорная поверхность; 7 — основная плоскость; 8 — задняя грань (главная); 9 — вершина; 10 — задняя грань (вспомогательная)

При использовании электропривода рекомендуется сопряжение шкива двигателя и шпинделя осуществлять через трансмиссию  $\delta$ , благодаря которой появляется возможность разместить двигатель в ниж-

ней части верстака и увеличить число регулируемых скоростей резания.

Привод станка от руки осуществляется маховиком, станина которого имеет гнездо для крепления станка и консоль для крепления всей конструкции в верстачных тисках. На рисунке 33, а показан ручной привод, когда его используют для вращения детали от дополнительного ролика через хомутик. Шпиндель передней бабки при этом застопорен. При использовании электропривода станок отделяют от станины маховика и закрепляют непосредственно в верстачных тисках.

Резцы, применяемые для точения при помощи суппорта, имеют строгую геометрическую конфигурацию. В зависимости от своего назначения и формы резцы подразделяются на проходные, подрезные, расточные, прорезные, отрезные и фасонные. Резец (рис. 34) состоит из головки 1, т. е. рабочей части и стержня 5, служащего для закрепления в суппорте и имеющего квадратное или круглое сечение. Головка резца образована передней гранью 4, т. е. поверхностью резца, по которой сходит стружка, и задними гранями 8 и 10, т. е. поверхностями резца, обращенными к обрабатываемой детали.

Режущие кромки резца образуются пересечением передней и задних граней и подразделяются на главную режущую



кромку 3, выполняющую основную работу резания, и вспомогательную 2. Резцы имеют одну или две вспомогательные режущие кромки. Задняя грань, примыкающая к главной режущей кромке, называется главной задней гранью; примыкающая к вспомогательной кромке — вспомогательной задней гранью. Вершиной 9 резца является место сопряжения главной режущей кромки со вспомогательными. Вершина резца может быть в плане острой или закругленной. Резцы с двумя вспомогательными режущими кромками имеют соответственно две вершины.

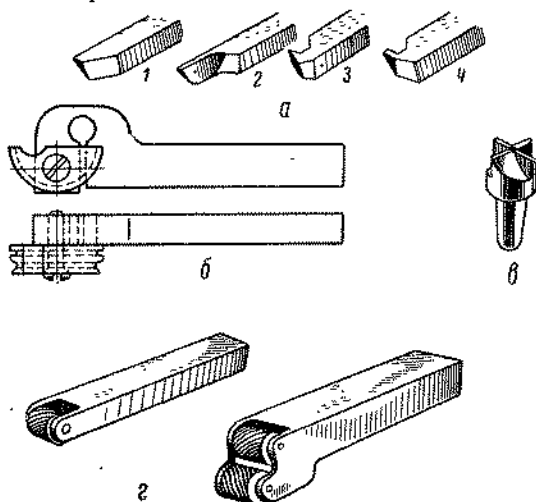


Рис. 35. Формы токарных резцов, торцовая фреза и накатки

Все грани резца должны быть заточены под определенными углами\*.

Резцы затачивают так же, как и штихели. Однако в этом случае необходимо строго следить за правильностью конфигурации резца и величиной его главных углов заточки. При нарушении геометрии резца резко снижаются его режущие свойства, возрастает опасность поломки резца и порчи обрабатываемой детали. Для измерения углов заточки применяют угловые шаблоны, прикладываемые к головке резца. Контроль угла по шаблону осуществляют на просвет. Наиболее распространенные конфигурации резца представлены на рис. 35, а: проточной резец 1, отрезной 2, центровочный 3 и расточной 4.

При точении деталей сложного профиля с многочисленными фигурными проточками используются дисковые фасонные

\* Способы заточки резцов изложены в книге С. В. Тарасова «Технология часового производства», Машгиз, 1956.

резцы б, закрепляемые винтом на пружинящей оправке. Последняя необходима для предохранения резца от поломки, поскольку точение этим резцом осуществляется его прямой подачей в упор. Резец работает аналогично прорезному или отрезному резцу, и его передняя грань затачивается под углом, аналогичным углу заточки этих резцов. Изготовление дискового фасонного резца не вызывает затруднений. Диск требуемого профиля вытачивают на станке и разрезают на две половины, получая таким образом две одинаковые заготовки, после этого в диске просверливают отверстие для крепления. Резец затачивают после закалки и отпуска.

При использовании на задней бабке специальной спицы с микрометрической подачей можно использовать очень удобный режущий инструмент — торцовые фрезы (см. рис. 35, в), применяющиеся для фрезерования цапф, стержней, винтов и других деталей.

Цилиндрические поверхности, например рукоятки отвертки, рифлят накатными роликами з, державка которых закреплена в суппорте. Для образования рисок, параллельных оси детали, применяют ролик с прямыми продольными зубьями; для образования рисок, идущих по крутой винтовой линии, применяют ролик с косыми зубьями, для образования ромбической накатки применяют одновременно два ролика с правым и левым наклоном косых зубьев.

Чтобы предотвратить изгиб заготовки от радиальных усилий, возникающих при накатке рисок, накатку ведут продольной подачей, постепенно увеличивая нажим ролика на деталь. Ширину накатываемого ролика обычно выбирают в несколько раз меньше длины накатываемой поверхности.

**Универсальный токарный станок** (рис. 36, а). По своей конструкции этот станок напоминает станок с ручным маховиком, но он более массивен и его станина закрепляется на особой стойке, устанавливаемой непосредственно на верстаке.

Станок требует периодической профилактической чистки и смазки. Например, разборку и промывку шпинделя передней бабки необходимо производить не реже одного раза в год.

Универсальный токарный станок укомплектован большим количеством различных приспособлений. Кроме простого и откидного подручника, а также обыкновенного суппорта, универсальный часовой станок снабжен дополнительным вертикальным суппортом — фрезерной приставкой в. Эта приставка, закрепленная на продольных салазках суппорта, имеет вертикальный шпиндель, угол поворота которого может изменяться. Фрезерная приставка позволяет фрезеровать продольные канавки на обрабатываемых деталях, сверлить боковые отверстия, нарезать колеса и многое другое. Привод шпинделя фрезерной приставки осуществляется через дополнительный ремень с на-

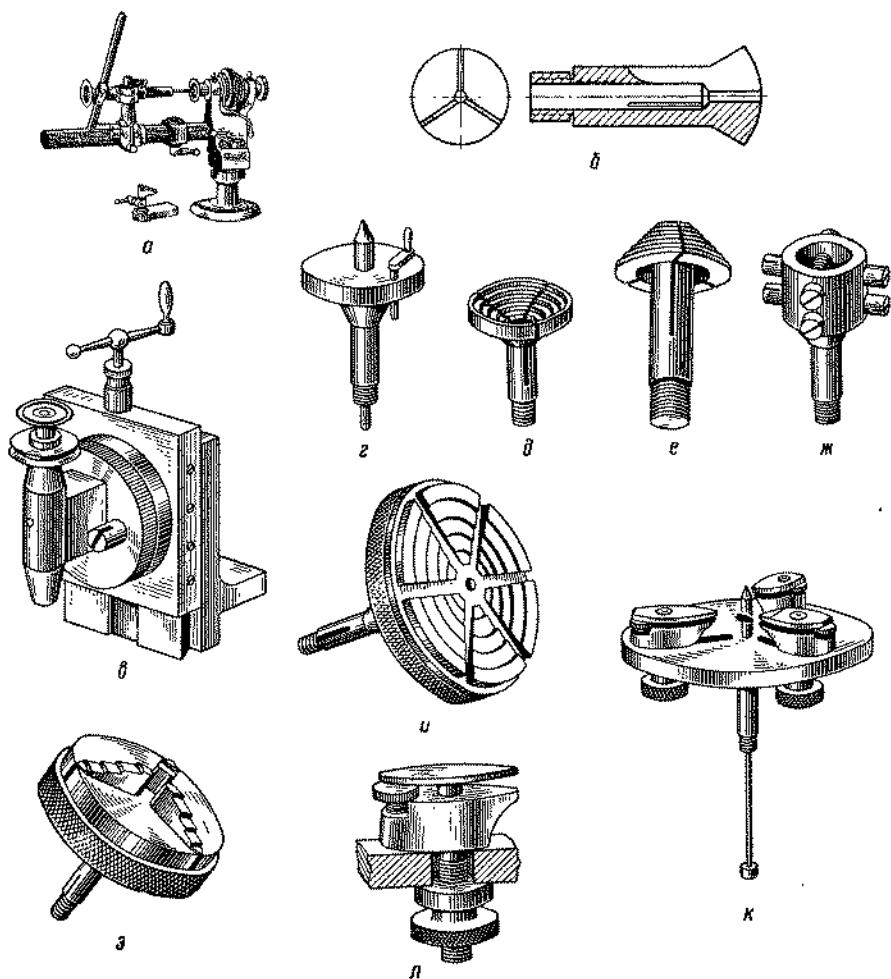


Рис. 36. Универсальный токарный станок с приспособлениями

тяжным роликом, компенсирующим провесы ремня при перемещениях суппорта.

К станку прилагается комплект специальных цанговых зажимов *б* и кулачковых патронов.

Для выполнения обработки детали, установленной на центрах, весьма удобна поводковая цанга с маховичком *е*. Для обработки мелких дискообразных деталей необходимо иметь комплект чашечных ступенчатых цанг *д*; внешнюю сторону кольцеобразных деталей выполняют при помощи конических ступенчатых цанг *е*. Эксцентрическую обточку выполняют специальным

винтовым патроном *ж*, имеющим на периферии восемь зажимных винтов, при помощи которых устанавливают обрабатываемую деталь со значительным эксцентриситетом или углом наклона к оси вращения.

Для обработки дисков и колец большого диаметра в комплекте станка необходимо иметь трехкулачковый самоцентрирующий патрон *з*. Кулачки этого патрона по желанию мастера можно переставлять, обеспечивая фиксацию детали либо по наружному, либо по внутреннему диаметру. Шестикулачковый чашечный самоцентрирующий патрон *и* также весьма полезен при обработке таких деталей, как барабан, корпусное кольцо и т. д.\*

Во многих случаях оказывается необходимой универсальная планшайба *к* с перемещающимися кулачками *л*. Эта планшайба имеет выдвижной центр, позволяющий ориентировать деталь на планшайбе относительно избранной для обработки точки вращения.

Рассмотрим несколько характерных примеров по изготовлению часовых деталей на токарном станке.

**Изготовление винтов.** Материалом для изготовления винтов является сталь или латунь. В первую очередь обтачивают хвостовик винта, диаметр которого должен соответствовать диаметру нарезаемой резьбы. Например, если нарезается резьба диаметром 0,8 мм, то хвостовик обтачивают до диаметра 0,8 мм. Конец хвостовика для лучшего входа в плашку затачивают на конус. Резьбу нарезают при помощи винтовой доски или плашки. Для упора нарезающего инструмента и правильной его ориентации относительно хвостовика винта при нарезке рекомендуется использовать заднюю бабку станка. Нарезку производят с обильной смазкой, периодически перемещая режущий инструмент вперед и назад. Обратное движение плашки освобождает ее от стружки и исключает заедание нарезаемой детали и подрывы ниток резьбы.

После нарезания резьбы срезают коническую часть хвостовика и придают его торцу либо плоскую конфигурацию с фаской, либо сферическую форму.

В заключение обтачивают до нужного диаметра головку винта и отрезают винт, придавая головке заданную высоту. Зажав изготовленный винт резьбой в цангу, осторожно обрабатывают плоскость торца головки, и если это требуется, создают на нем фаску. Шлиц головки либо фрезеруют, либо презают ножовкой.

Чтобы шлиц проходил точно через центр головки и чтобы ножовка в начале обработки не скользила по поверхности

---

\* В комплекте инструментов рекомендуется так же иметь латунные цанги и чашечные патроны.

головки, первоначально касаются ножовкой края головки, а затем, постепенно поворачивая ножовку к плоскости торца головки, режут шлиц по всей его длине.

После этого винт подвергают закалке и отпуску до синего цвета. Головку винта шлифуют и полируют, а затем слегка притупляют края шлица, проводя по нему несколько раз кромкой трехгранного арканзасского камня. Винты со сферической и плосковыпуклой головкой полируют непосредственно в станке.

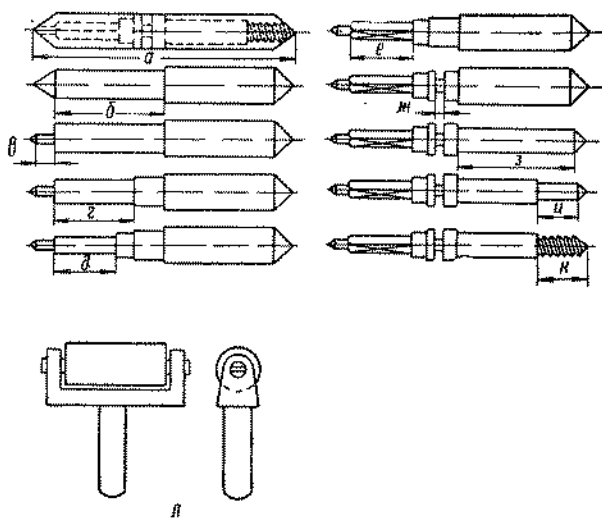


Рис. 37. Изготовление заводного вала

**Изготовление заводного вала.** Последовательные стадии изготовления заводного вала показаны на рис. 37. Стальной пруток *а*, диаметр которого несколько превышает максимальный диаметр заводного вала, закрепляют в цанговом патроне, чтобы из патрона выступала лишь незначительная часть прутка, после чего конец заготовки обтачивают на конус. Выдвинув заготовку из патрона на нужную длину, в опорный центр задней бабки вводят конус для повышения устойчивости обрабатываемой детали. Заготовку обтачивают до размера, соответствующего максимальному диаметру заводного вала *б*, после чего вытачивают цапфу *в*. После этого вытачивают заплечико *г* для посадки заводного триба и обрабатывают места *д* для посадки заводной муфты. На этом участке вал должен быть квадратным. Опиловку квадрата *е* проводят, не вынимая заготовку из патрона станка. Для этого стопорят шпиндель передней бабки, а подручник заменяют роликовым упором *л*. Роликовый упор закрепляют в непосредственной близости от обрабатываемого участка,

чтобы верхний край ролика находился на одном уровне с верхним краем изготавливаемого вала. Для опиловки используют плоский широкий напильник, одна из боковых граней которого не имеет насечки. Напильник плотно прижимают к поверхности ролика, направляя гладкую грань к торцу цилиндрической части вала. Поскольку квадратная часть вала должна быть незначительно сужена по направлению к цапфе, под державку ролика вкладывают кусочек тонкой писчей бумаги. Это создает необходимый перекося роликвого упора для достижения требуемого сужения квадрата заводного вала. Опиловку производят двумя-тремя уверенными движениями, не отрывая напильника от ролика. Затем шпиндель передней бабки поворачивают на  $\frac{1}{4}$  оборота и вновь фиксируют. Поворот бабки можно контролировать по отверстиям, имеющимся на торце шкива шпинделя для фиксации последнего. Так опиляют все четыре стороны квадрата. Опиловку выполняют таким образом, чтобы грани квадрата не сопрягались под острым углом. Ребра квадрата должны быть слегка округленными, сохраняя первоначальную цилиндрическую поверхность вала. По правильности конфигурации ребер можно контролировать качество опиловки квадрата.

Опиловка квадрата должна быть продолжена до тех пор, пока заводная муфта не сядет до половины длины квадрата.

После этого заготовку вала вынимают из патрона, обрезают до требуемой длины и затачивают обрезанный торец на конус. Установив вал в центрах, производят шлифовку и полировку цапфы и заплечика вала, а также граней его квадрата. Эту обработку продолжают до тех пор, пока муфта не сядет свободно на квадрат.

Чтобы определить место проточки ж, заводной вал устанавливают в механизм, подтягивают переводной рычаг и несколько раз поворачивают вал. Штифт переводного рычага отметит на валу место проточки. Проточку прорезают в заводном валу прорезным резцом несколько выше полученной отметки для обеспечения необходимого зазора.

Перевернув в патроне заводной вал, обрабатывают его цилиндрическую часть з и места для нарезания резьбы и. Резьбу к нарезают аналогично тому, как это делают для винтов. Изготовление заводного вала завершают укорачиванием нарезанной части до требуемого размера.

Процесс обработки квадрата значительно упрощается при использовании фрезерной приставки, в шпинделе которой установлена торцовая пальчиковая фреза. Процесс фрезерования заключается в перемещении продольных салазок суппорта при постепенной подаче фрезы вниз после каждого очередного прохода. Торец цилиндрической части образуется при незначительном перемещении фрезы в поперечном направлении.

Готовый заводной вал подвергают закалке и отпуску до темно-синего цвета. При изготовлении заводных валов к часам малых калибров рекомендуется закалке и отпуску подвергать заготовку до ее токарной обработки.

**Изготовление оси баланса.** Эта операция считается одной из самых сложных работ при ремонте часов. Отрезав заготовку и обточив на ее торцах конусы (рис. 38, а), производят закалку и отпуск. Для этого заготовку нагревают до вишнево-красного

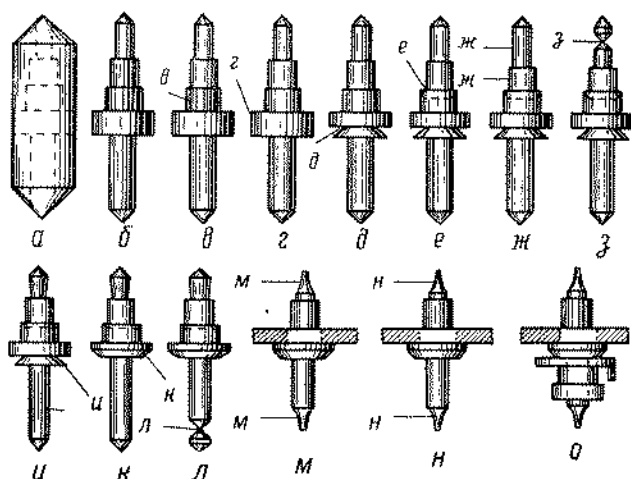


Рис. 38. Изготовление оси баланса

цвета и быстро погружают в воду. Поверхность заготовки очищают наждачной бумагой и отпускают до темно-синего цвета. После этого заготовку закрепляют в цанге, чтобы выступающая часть заготовки была на 2 мм больше полной длины оси. Сначала ось баланса подвергают грубой обработке, образуя уступы б для посадки перекладки баланса и двойного ролика, затем приступают к последовательной чистой обработке отдельных участков оси. Обтачивают до необходимого размера заплечик в для перекладки баланса, обрабатывают наиболее широкую часть оси г, производят предварительную подрезку (со стороны двойного ролика) заплечика д для посадки перекладки и острым резцом прорезают кольцевую проточку е для расклепывания. Производят окончательную обточку заплечика ж для посадки колодки спирали и обрезают верхний конец з заготовки, оставляя лишь необходимый участок для изготовления цапфы. Конец оси должен быть обрезан на конус. Затем подвергают окончательной обработке посадочное место и

под двойной ролик и на заплечике для перекладкины баланса снимают фаску *к*. Заготовку обрезают на конус и со стороны нижней цапфы *л*, после чего на оси закрепляют баланс.

Окончательную обработку оси, обточку *м*, шлифовку и полировку *н* цапф производят в центрах. В заключение на оси устанавливается двойной ролик *о*.

Размеры новой оси баланса определяют путем соответствующего обмера оси, вышедшей из строя, или отдельных участков и деталей часового механизма\*.

Чистовая обработка (шлифовка и полировка) цапф производится на цапф-машине. На этом устройстве вращение оси осуществляется при помощи поводкового ролика, приводимого в движение смычком. Если окончательная обработка цапф производится без предварительной установки баланса, то обрабатываемую ось закрепляют хомутиком.

Установив ось одной цапфой в центр роликовой спицы, обрабатываемую цапфу кладут в опорную выемку многогранной спицы, чтобы цапфа слегка выступала над поверхностью выемки и была доступна воронилу или полирфайлю. При полировании воронило должно двигаться в направлении, противоположном вращению цапфы. Цапфа не должна сильно выступать над поверхностью опорной выемки, так как это может вызвать перекос воронила и нарушить профиль цапфы. В то же время выемка должна быть несколько короче обрабатываемой цапфы, чтобы заплечико цапфы не касалось торца спицы.

Обрабатываемую ось приводят во вращение только после того, как воронило плотно прижмут к цапфе. В противном случае, при пусковом движении смычка ось может вырваться из приспособления.

Полируя конический уступ цапфы, необходимо следить, чтобы закругление конуса по кривизне совпадало с радиусом закругления воронила. Соответствие формы инструмента и профиля детали контролируют на просвет до установки оси на приспособлении. Конический участок цапфы также не должен входить в опорную выемку; спицей поддерживается только цилиндрический участок цапфы.

Пятку цапфы обрабатывают на спице, несущей диск с отверстиями. При полировке пятки цапфы плоское воронило подводят к цапфе снизу. Обработка пятки сочетает двойное движение воронила: возвратно-поступательное и вращательное. Воронило как бы обкатывается по поверхности пятки, образуя ее сферу.

**Изготовление триба.** Обычно трибы изготовляют из специальных заготовок. Поэтому их обработка сводится лишь к об-

---

\* Распространенный способ точения оси в «шеллачном» патроне применять не рекомендуется в связи с низкой точностью этого способа обработки.



точке цапф и посадочного места для колеса и не требует нарезания зубьев.

Прежде всего из колеса, установленного на нитбанке, сильным ударом молотка выбивают старый триб. Затем, установив колесо в соответствующем чашечном патроне, осторожно выравнивают отверстие, незначительно растачивая его. После этого заготовку триба закрепляют в цанговом патроне и остро заточенным резцом или штихелем срезают триб до требуемой длины. Проточив и выровняв участок оси, с которого удалили зубья, обтачивают заплечик для посадки колеса (рис. 39). Заплечик обтачивают слегка на конус, чтобы при посадке колеса остатки ножек зубьев врезались в колесо, усиливая посадку. На торце зубного венца делают подрезку для последующей расклепки. Вынув триб из патрона, его кладут на нитбанк заплечиком вверх, устанавливают колесо на место, насаживают до упора и расклепывают при помощи полых пуансонов. Затем триб вновь устанавливают в цанговом патроне, и если длина оси велика, то в заднюю бабку устанавливают центр, который поддерживает ось. Обычно заготовки триба имеют заранее изготовленные конические концы; в противном случае, их следует заточить до посадки колеса на триб.

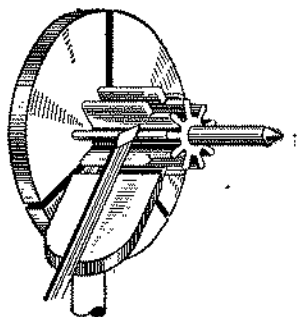


Рис. 39. Обработка триба

Обработав одну цапфу, колесо переворачивают и, закрепив ось в цанговом патроне, обрабатывают вторую.

Перечисленные операции по изготовлению винтов, заводного валика, оси баланса и трибов колес практически охватывают все основные токарные работы; которые приходится выполнять часовому мастеру при ремонте часов.

## ПРИБОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Современная мастерская по ремонту часов наряду с комплектом разнообразных инструментов и токарного оборудования имеет аппараты и приборы, предназначенные для контроля качества часов, регулировки их хода, экспериментальной проверки эксплуатационных свойств отдельных узлов и деталей и т. п.

Основное направление в развитии приборного оборудования часовых мастерских в настоящее время наметилось в области создания приборов для проверки и регулировки хода часов, разработки аппаратуры для промывки и сушки деталей часовых механизмов, проектирования устройств для испытания водозащитных и герметичных часовых корпусов, а также изготовления

специальных инструментов. Как правило, вышеперечисленная аппаратура является сложными устройствами электромеханического или электронного принципа действия, требующими от обслуживающего персонала определенного минимума специальных технических знаний.

**Проверка и регулировка хода часов.** Методика контроля различает истинный суточный ход и мгновенный суточный ход. Под истинным суточным ходом подразумевают такое значение суточного хода, которое было получено путем непосредственного наблюдения за показаниями часов в течение суток, т. е. определение суточного хода по сигналам точного времени, производимое раз в сутки в одно и то же время (например, в 12 часов). Этот метод более точен, так как учитывает все отклонения хода часов в течение суток, возникающие вследствие влияния внешних факторов (колебания температуры, атмосферного давления, действие вибраций и т. п.), а также из-за неравномерности усилия заводной пружины и т. п., но он весьма непроизводителен, так как требует для своего осуществления нескольких суток. Если же учесть, что некоторые виды часов (карманные и наручные) необходимо проверять в различных положениях, то станет очевидным, что подобный метод контроля потребует для полной оценки качества хода часов почти непрерывных месячных испытаний. Действующими в настоящее время ГОСТами предусматривается определение истинного суточного хода по несколько сокращенной программе — одни сутки для каждого из контролируемого положения часов. Тем не менее длительность этих испытаний составляет от 4 до 5 суток.

Для проверки точности хода часов в часовых мастерских рекомендуется иметь эталонный хронометр. В качестве эталонного хронометра применяют морской хронометр, постоянно и тщательно контролируемый по сигналам точного времени. Эту проверку производят путем определения показания секундной стрелки хронометра в момент звучания последнего (шестого) сигнала. Среднее отклонение суточного хода в этих хронометрах не превышает 0,4 сек. Отклонение показания хронометра относительно сигнала времени следует записать и в дальнейшем учитывать как поправку к показаниям хронометра.

Разница между показаниями проверяемых часов и текущим временем (т. е. показанием эталонного хронометра с учетом его отклонения от сигнала точного времени) называется поправкой часов. Суточным ходом часов называется изменение поправки часов в течение суток. Величину суточного хода определяют как алгебраическую разность поправок. Если показания часов точно совпадают с показаниями хронометра, то их поправка равна нулю. Если часы показывают время с опереже-

нием, то поправка считается отрицательной величиной (пишется со знаком —); если часы показывают отставание, то поправка считается положительной (+).

Например, если часы были установлены по хронометру с поправкой — 30 сек, а сам хронометр имел в данное время поправку — 10 сек, то поправка часов относительно точного времени при установке будет равна  $(-30 \text{ сек}) + (-10 \text{ сек}) = -40 \text{ сек}$ . На следующие сутки поправка хронометра относительно сигналов точного времени оказалась равной — 10,4 сек, а поправка часов относительно хронометра оказалась равной — 45 сек. Тогда поправка часов относительно точного времени будет равной  $(-45 \text{ сек}) + (-10,4 \text{ сек}) = -55,4 \text{ сек}$ . Таким образом, суточный ход часов составит  $(-55,4 \text{ сек}) - (-40 \text{ сек}) = -15,4 \text{ сек}$ , т. е. проверяемые часы идут с опережением.

Второй пример. Часы установлены по хронометру, имеющему поправку — 0,5 сек, с поправкой — 30 сек. Тогда поправка часов относительно точного времени будет равняться — 30,5 сек. На следующие сутки поправка хронометра равна — 0,9 сек, а поправка часов относительно хронометра равна — 29 сек. Тогда поправка часов относительно точного времени равна — 29,9 сек. Суточный ход часов составит  $(-29,9 \text{ сек}) - (-30,5 \text{ сек}) = +0,6 \text{ сек}$ , т. е. часы идут с отставанием.

Следует упомянуть также, что для проверки хода часов высокого класса точности принято пользоваться двумя дополнительными характеристиками, позволяющими повысить точность наблюдения за ходом часов. Первой из этих величин является средний суточный ход, который определяют как результат деления алгебраической суммы суточных ходов, полученных в течение нескольких суток, на число суток, в продолжение которых велось наблюдение. Второй величиной является так называемая вариация суточного хода, определяемая как разность двух смежных суточных ходов. Чем стабильнее значение вариации, тем стабильнее суточный ход часов.

Мгновенный суточный ход определяют при помощи специальной аппаратуры. Длительность контроля в этом случае не превышает нескольких минут. Характеристика мгновенного суточного хода получается в виде графической записи, позволяющей оценить не только значение суточного хода, но и отдельные дефекты часового механизма.

Мгновенный суточный ход — менее точная характеристика, так как не учитывает суточных изменений хода часов. Однако, поскольку изменения суточного хода часов во многом зависят от нестабильности усилия заводной пружины, достигающего, как это известно, наибольших отклонений в начале и конце суток, то точность этого метода проверки можно несколько повысить, если проверять часы с неполностью заведенной пружиной.

**Прибор ППЧ-4** (рис. 40). Прибор предназначен для быстрой и точной проверки и регулировки часов, баланс которых совершает 18 000 колебаний в час, что соответствует периоду колебаний, равному 0,4 сек (частота 2,5 гц). Этот период колебания принят для большинства карманных и наручных часов как отечественного, так и зарубежного производства. Прибор состоит из трех основных блоков: эталонного генератора, пьезоэлектрического микрофона и записывающего устройства. Питание прибора осуществляется от сети переменного тока 110, 127 и 220 в. Время, необходимое для установления рабочего режима в приборе, после включения в сеть равно примерно 3—5 мин. Собственная погрешность прибора не превышает 5 сек в сутки при изменении окружающей температуры в пределах от +10 до +35° С.

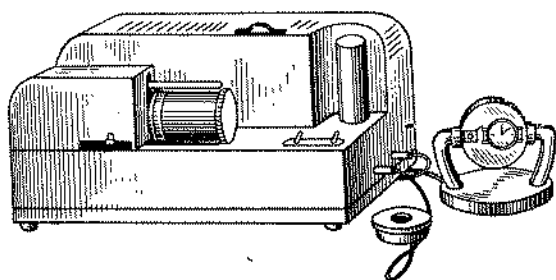


Рис 40. Прибор ППЧ-4 для проверки и регулировки часов

Методика определения мгновенного суточного хода на приборе ППЧ-4 основана на сличении частоты колебания баланса часов с частотой эталонного генератора.

Эталонный генератор представляет собой электронный прибор, при помощи которого стабилизируется частота переменного тока, получаемого от осветительной сети. Основу этого генератора составляет кварцевый осциллятор, изготовленный из кристалла кварца.

Основной характеристикой кварцевого осциллятора является частота его собственных колебаний, которая зависит только от геометрических размеров пластинки кварца. В часовых приборах чаще всего используются кварцевые осцилляторы на частоты порядка 72 или 100 кгц. Кварцевый резонатор представляет собой пластинку кварца, закрепленную в стеклянной вакуумированной колбе на держателях; к определенным граням пластины при помощи электродов подведены токопроводы. Внешне кварцевый резонатор напоминает радиолампу средних размеров.

В эталонном генераторе к граням бруска кварцевого осциллятора переменный ток подводится от осветительной сети. Брусок кварца приходит в колебания. Стабильные колебания бруска являются причиной появления на его гранях стабильного по частоте переменного тока. Напряжение и сила этого тока весьма малы, поэтому эталонный генератор содержит каскады усиления. Кроме того, брусок колеблется с частотой, значительно превышающей требуемую. Поэтому в схему генератора включены также электронные делители частоты.

Пьезоэлектрический микрофон выполнен в виде столика, шарнирно закрепленного на подставке. Благодаря этому столик вместе с установленными на нем часами может занимать любые положения, требующиеся для проверки часов. На столике имеется пружинный зажим для крепления часов; в столике размещен пьезокристалл. Сущность работы микрофона та же, что и у звукозаписывающего устройства. Удары хода часов, пропорциональные частоте колебания баланса, вызывают сотрясения пьезокристалла, и на его гранях возникает переменное электрическое напряжение, частота которого соответствует частоте ударов хода (колебаний баланса). Импульсы электрического тока с микрофона поступают через электронный усилитель на электромагнитное реле записывающего устройства.

Записывающее устройство содержит синхронный электродвигатель, барабан и ходовой винт с реле. Синхронный электродвигатель одновременно приводит во вращение с постоянной скоростью барабан, на поверхности которого закреплены диаграммная бумага и ходовой винт. По ходовому винту, расположенному под барабаном, вдоль оси вращения барабана перемещается реле. Якорь реле имеет острый зубец-ударник. При поступлении на реле импульсов тока от микрофона зубец наносит удары по диаграммной бумаге сквозь красящую ленту, в результате чего на поверхности диаграммы возникают точки.

Поскольку барабан с диаграммной лентой вращается со стабильной скоростью  $5 \text{ об/сек}$ , соответствующей пяти периодам колебания баланса, а реле, перемещающееся вдоль оси барабана, ставит на диаграммной бумаге точку спустя каждый полный оборот барабана, то на диаграмме возникает линия, наклон которой к оси барабана характеризует опережение или отставание ударов реле, т. е. отклонение хода часов. Всю ширину диаграммной бумаги (длину барабана), равную  $50 \text{ мм}$ , реле проходит за  $30 \text{ сек}$ ; таким образом линия записи хода состоит из  $150$  точек.

Образец записи хода часов на приборе ППЧ-4 показан на рис. 41, а. Если часы идут точно, то точки на диаграмме образуют горизонтальную линию  $I$ . Если часы спешат, то правый

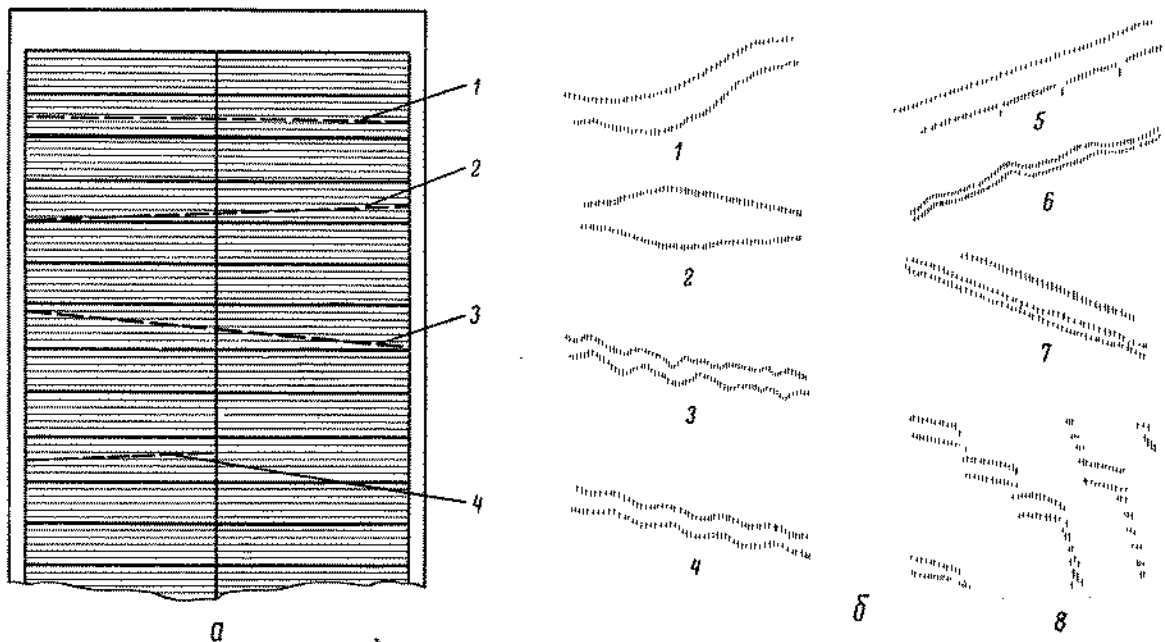


Рис. 41. Образцы записи хода часов на приборе ППЧ-4;

а — одинарная линия записи хода; б — двойная линия записи хода; 1 — неравномерная передача усилия от центрального колеса на триб промежуточного колеса; 2 — падение амплитуды при неравномерной передаче; 3 — неравномерная передача усилия от секундного колеса на триб ходового; 4 — радиальное биение ходового колеса; 5 — один из зубьев ходового колеса имеет дефект импульсной плоскости; 6 — большие зазоры в цапфах оси анкера или баланса, биение ходового колеса; 7 — дефекты анкера; 8 — притук

конец линии будет поднят; при отстаивании часов линия точек сместится своим правым концом вниз. Для удобства определения величины суточного хода на диаграммной бумаге нанесены деления. Каждое малое деление соответствует суточному ходу  $5 \text{ сек}$  в сутки. Каждое шестое деление шкалы, нанесенное утолщенной линией, соответствует  $30 \text{ сек}$  в сутки. Таким образом, линия 2 соответствует записи суточного хода, показывающего опережение на  $15 \text{ сек}$  в сутки, а линия 3 соответствует суточному ходу при отстаивании часов на  $25 \text{ сек}$  в сутки.

Для ускорения процесса проверки часов с 30 до  $15 \text{ сек}$  диаграммная бумага разделена вертикальной линией на две равные части. В этом случае величину суточного хода определяют по положению правого конца линии записи на вертикальной линии диаграммы. В этом случае цена деления шкалы диаграммы увеличивается вдвое, т. е. при отклонении правого конца линии записи 4 на одно деление суточный ход равен не 5, а  $10 \text{ сек}$  в сутки. Но такую одинарную запись хода можно получить только при записи очень хорошо отрегулированных часов. Большинство же часов при записи дают двойную линию (рис. 41, б), зависящую от неритмичности ударов хода часов. Чем сильнее нарушена ритмика ударов, тем больше расстояние между линиями.

В случае переменного хода часов во время записи линия на диаграмме будет иметь извилистую форму. Перегибы линии соответствуют моменту измерения хода. На диаграмме отражаются также многие погрешности часового механизма. Умение правильно расшифровать запись хода является ценным качеством мастера, значительно облегчающим его работу.

На приборе ППЧ-4 можно проверить также точность хода будильников, период колебания которых равен  $0,6 \text{ сек}$  (частота  $1,66 \dots \text{ гц}$ ). Диаграммная запись будет иметь вид двух параллельных линий. Это произойдет вследствие того, что при указанном периоде колебания баланса удары хода будут происходить не за один, а за полтора оборота барабана. Точки на этих параллельных линиях будут расположены вдвое реже. Ввиду сложности диаграмм для часов с периодом колебаний, не равным  $0,4 \text{ сек}$ , другие неисправности часов, кроме погрешности их хода, по диаграммной записи определить затруднительно.

Хотя записывающее устройство и микрофон установлены на амортизаторах, прибор ППЧ-4 все же подвержен воздействию внешних вибраций. Поэтому прибор можно использовать лишь в помещениях, где отсутствуют посторонние шумы и вибрации. В противном случае запись прибора будет нарушена.

Правила работы на приборе ППЧ-4. Прежде чем включить прибор в сеть, необходимо убедиться, что прибор

включен именно на то напряжение, которое имеет сеть. Не рекомендуется переключать схему прибора на напряжение 110 в при временном падении напряжения сети, так как при последующем повышении напряжения сети до нормы (127 в) прибор выйдет из строя. Переключать схему прибора на 110 в следует только в том случае, если напряжение сети все время остается ниже 110 в. При включении схемы прибора на 127 в прибор работает нормально при падении напряжения сети до 110 в.

Включив прибор в сеть, следует проверить свободу вращения его барабана, провернув барабан от руки; затем, нажав рычаг перемещения реле, проверяют правильность его перемещения.

Часы, установленные на микрофоне, закрепляют пружинным зажимом. Маховик регулятора громкости поворачивают до отказа по часовой стрелке. Левый выключатель прибора переводят в положение «Включено», а правый в положение «Телефон». Рычаг реле должен находиться в крайнем правом конце своего хода. Схема прибора должна прогреться. О готовности схемы свидетельствует появление сильного и четкого шума хода часов в телефоне. После этого, нажав рычаг реле, его переводят в крайнее левое положение. Второй выключатель из положения «Телефон» переводят в положение «Запись».

Для получения четкой записи необходимо подобрать определенное положение регулятора громкости. Для часов со слабым ходом маховичок регулятора поворачивают в крайнее правое положение, что соответствует максимальному усилению сигнала микрофона (но при излишне сильном усилении качество записи резко ухудшается, так как на диаграмме появляются ложные точки, возникшие от восприятия микрофоном посторонних шумов). Для часов с громким ходом усиление следует снизить.

**Прибор для контроля суточного хода часов П-12.** В отличие от прибора ППЧ-4 он не имеет собственного генератора стабильной частоты. Поэтому мастерская должна быть оборудована централизованной сетью переменного тока стабильной частоты. Кроме того усилитель прибора П-12, принимающий импульсы от пьезомикрофона и передающий эти импульсы на записывающее устройство, выполнен в виде отдельной малогабаритной приставки.

Синхронный электродвигатель 1 (рис. 42), питаемый от сети стабилизированной частоты, через шестерни 2 коробки переключения скоростей, вращает барабан 3, имеющий на поверхности шесть винтовых уступов. Скорость вращения двигателя 1500 об/мин. От вала барабана через шестерни 4 и 5 вращение передается коленчатому валу 6, приводящему в движение собачки 7, при помощи которых вращается храповик 8.



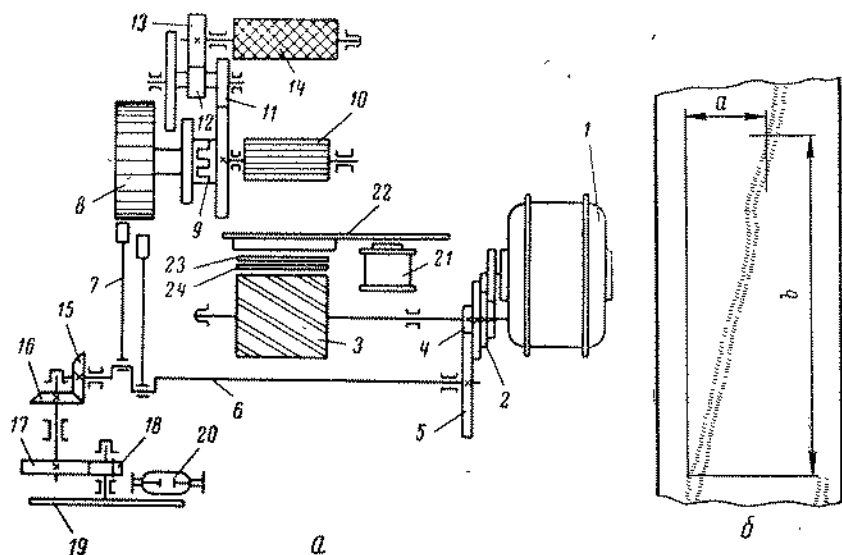


Рис 42 Принципиальная схема прибора П-12 и образец записи хода

Через муфту 9 храповик сопряжен с валом 10 протяжки бумажной ленты, а через шестерни 11—13 с валом для протяжки красящей ленты 14.

Прибор П-12 снабжен также стробоскопическим устройством, предназначенным для более грубой, приближенной регулировки суточного хода часов. Вал 6 через конические шестерни 15, 16 и колеса 17, 18 вращает диск 19 стробоскопа, снабженный щелевым отверстием. Под диском размещена неоновая лампа 20, вспышки которой происходят при поступлении импульсов от микрофона. Поскольку диск вращается синхронно с электродвигателем, а вспышки лампы пропорциональны ударам хода часов, то при правильном ходе часов вспышка лампы наблюдается в одном и том же месте шкалы стробоскопа. Смещение вспышек неоновой лампы в направлении движения часовой стрелки означает, что часы спешат; смещение вспышек в противоположном направлении свидетельствует об отставании хода часов.

Колебания баланса часов производят звуковые импульсы, которые посредством пьезомикрофона преобразуются в импульсы тока. Эти импульсы проходят через усилитель и пусковую схему, собранную на тиратроне, и воздействуют на электромагнит 21, включение которого приводит в действие ударный якорь 22. При ударе якоря бумажная лента 23 и красящая лента 24 мгновенно прижимаются к барабану 3, выступы которого печатают точки на бумажной ленте.

Положение точки на бумажной ленте зависит от положения винтового выступа барабана, находящегося в момент удара под красящей лентой. При правильном ходе часов каждый удар якоря 22 будет встречать винтовой выступ барабана в одном и том же положении, и все точки расположатся на одной прямой линии, параллельной кромкам ленты. Если линия, образованная точками, отклоняется влево от продольной оси бумажной ленты — часы отстают; правое отклонение линии точек показывает, что часы спешат.

Для определения величины отклонения хода часов прибор П-12 снабжен круглой шкалой с рядом параллельных щелевых прорезей. Вращая шкалу, наклон прорезей совмещают с наклоном линии точек на бумажной ленте и считывают показание со шкалы в соответствии с положением риски ее указателя. При необходимости точность хода часов можно определить непосредственно по записи на ленте (без использования круглой шкалы). Для этого определяют соотношение отрезка  $a$  к отрезку  $b$ , т. е.:

$$K = \frac{100a}{b} \text{ сек/сут,}$$

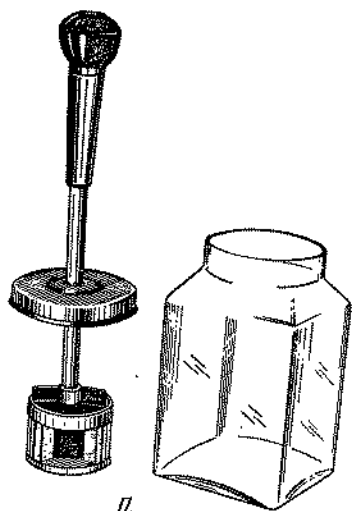
где  $K$  — отклонение хода часов за сутки в сек.

В комплект прибора П-12 входит специальная микрофонная головка, осуществляющая вибрацию спирали. Эта головка представляет собой пьезомикрофон, снабженный роликовым захватом наружного витка спирали для плавного изменения рабочей длины витка, устройствами для заштифтовки и обрезки спирали, а также узлом хода для приведения баланса в колебания. Колебания баланса, установленного на головке, контролируют по записи на бумажной ленте и корректируют соответствующим изменением длины наружного витка спирали. Когда длина спирали определена, заштифтовку и обрезку наружного витка производят непосредственно на головке\*.

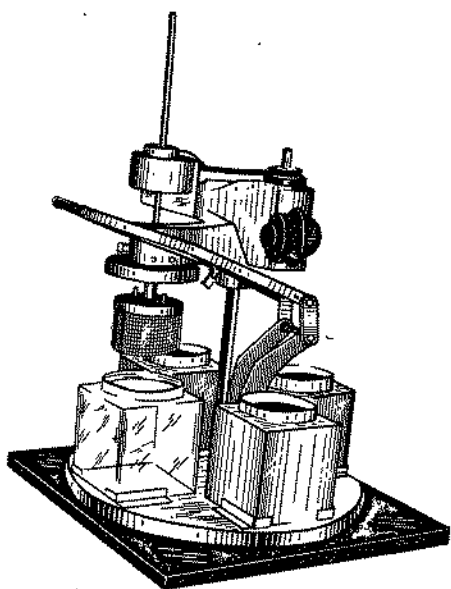
**Приспособления для промывки часов.** За последние годы все большее распространение получает механизированная промывка часовых деталей. Для часовых мастерских с небольшим объемом работы можно рекомендовать наиболее простое устройство с ручным приводом (рис. 43, а). Устройство состоит из штока с тремя спиралями, создающими вращение кассеты при возвратно-поступательном перемещении втульчатой гайки, несущей на своем верхнем конце рукоятку. В средней части штока размещена опорная крышка. На нижнем конце штока закреплена многосекционная сетчатая кассета, в которую укладывают промываемые детали. В комплект устройства входит

---

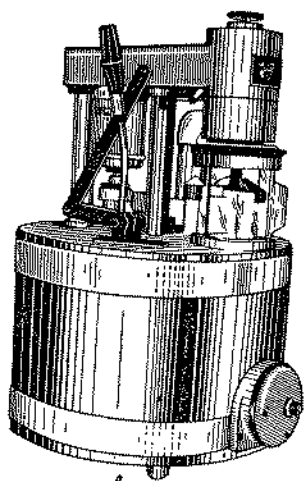
\* Методы вибрации спирали без применения специальных устройств изложены на стр. 209.



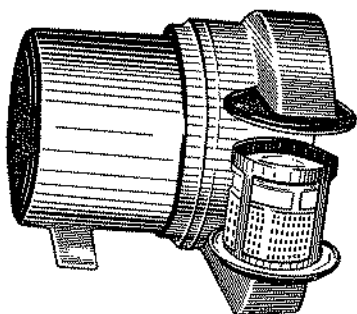
а



б



в



г

Рис. 43. Приспособления для промывки и сушки деталей часов

5—6 стеклянных банок, в которые заливаются промывающие растворы.

Загруженную деталями кассету закрепляют на штоке приспособления и, погрузив в первую банку, наполненную промывочным составом, плотно закрывают банку крышкой. Удерживая крышку, нажимают рукоятку, приводя кассету во вращение. Обратный ход рукоятки и одновременно обратное вращение кассеты происходит под действием пружины. Процесс промывки (в зависимости от степени загрязнения) продолжается от 2 до 3 мин. Затем, опустив кассету в пустую банку, ее приводят во вращение для стряхивания остатков состава. После этого проводят последовательную промывку в нескольких банках с бензином в течение 2—3 мин на каждую операцию. Сушат детали, вращая кассету в последней пустой банке.

Изготавливают кассеты из нержавеющей стали, так как другие металлы отрицательно влияют на покрытия промываемых деталей, а также на промывающий состав.

Промывочная машина для промывки деталей крупногабаритных часов показана на рис. 43, б. На штативе этой машины устроен поворотный кронштейн, несущий электродвигатель и планшайбу со съемной кассетой. У основания штатива находится поворотный диск, несущий гнезда с банками. Рекомендуется применять банки квадратной формы, так как это способствует более интенсивному перемещению промывающей жидкости при вращении кассеты. В круглых банках рекомендуется устанавливать водоотталкивающие вертикальные лопасти. На поворотном диске размещено от четырех до шести банок.

Кассета этой машины выполнена в виде цилиндрического стакана с лопастями, в котором помещены один над другим два меньших стакана, разделенные на секции. Нижний стакан, предназначенный для промывки особо крупных деталей (мосты, платины), изготовлен из листовой стали, просверленной многочисленными отверстиями; верхний — для промывки мелких деталей — изготовлен из мелкоячеистой проволочной сетки.

При промывке деталей кассету вручную (при помощи двухзвенного рычага) погружают в каждую банку, чтобы промывочная жидкость полностью покрывала вложенные в кассету детали. Вращение кассеты осуществляют электродвигателем. Промывка деталей в составе продолжается в течение 2—3 мин, в бензине по 15—20 сек в каждой из банок.

**Универсальная промывочная машина «Рейна-58»** (Швейцария). Эту машину (рис. 43, в) можно применять как для промывки крупногабаритных механизмов, так и для карманных и наручных часов. Кассета допускает промывку деталей диаметром до 85 мм. Весь процесс промывки продолжается от 8 до 12 мин и осуществляется в три операции: две операции не-

посредственно промывка, третья — прополаскивание. Универсальность машины повышается наличием термостата, регулирующего температуру промывающей жидкости, а также пневмонасоса, обеспечивающего постоянную циркуляцию промывающего раствора через фильтровальную камеру, производящую очистку ранее использованного раствора.

Детали, прошедшие промывку, подвергаются сушке в аппарате (рис. 43, з). Основными частями этого аппарата являются вентилятор и электрическая спираль, закрепленная на керамической втулке. Процесс сушки занимает от 25 до 30 сек.

Весьма прогрессивным методом очистки часовых деталей является промывка ультразвуком. Эти устройства состоят из генератора ультразвуковых частот, вибратора и сосуда для промывки. В качестве вибратора ультразвуковых промывочных устройств применяют уже известные кварцевые пластины с электродными обкладками. Нижним электродом обычно служит сам держатель-столик кварцевого бруска, верхним является мембрана, непосредственно связанная с дном сосуда. Частота колебания вибраторов такого типа находится в пределах 450 кГц.

В последнее время большое распространение получили магнитострикционные вибраторы, отличающиеся большей надежностью.

Сущность электрозвуковой промывки состоит в том, что при помощи вибратора, закрепленного на дне или стенке стеклянного сосуда, в промывающей жидкости, заполняющей этот сосуд, возбуждается мощный ультразвуковой столб. Деталь, помещенная в жидкость, подвергается кавитационному воздействию, заключающемуся в образовании на поверхности детали мельчайших воздушных пузырьков, резко отрывающихся от поверхности детали и уносящих с собой частицы грязи, покрывающие поверхность детали.

Длительность ультразвуковой промывки составляет от 1 до 2,5 мин. Увеличение длительности не только не способствует повышению качества промывки, но и может нанести повреждение детали, так как кавитационный процесс может вызвать разрушение металла.

При помощи ультразвуковой промывки могут быть очищены и промыты детали сложных конфигураций, а также детали, покрытые твердыми, трудно удаляемыми жировыми пятнами. К недостаткам этого метода следует отнести изменения в структуре поверхности детали (например, на поверхности деталей, обработанных ультразвуком, часовые масла изменяют свои смазывающие свойства), а также низкую производительность этого процесса вследствие относительно малой емкости сосуда для промывки.

Промывать детали при помощи ультразвука можно даже

в простой (лучше дистиллированной) воде. В то же время хорошие результаты дает применение некоторых специальных реактивов. Большое распространение получил следующий раствор, %:

Жидкое мыло . . . . .	7,5
Щавелевая кислота . . . . .	3,0
Аммиак 25%-ный . . . . .	1,2
Дистиллированная вода . . . . .	88,3

Для промывки деталей, поверхность которых загрязнена шлаком или жирными полировальными пастами, рекомендуется применять следующий щелочной раствор, %:

Едкий натр . . . . .	3
Тринатрийфосфат . . . . .	3
Дистиллированная вода . . . . .	94

**Устройства для испытания влагозащитных и герметичных корпусов.** Влагозащитные корпуса, предохраняющие часовой механизм от воздействия воды при случайном кратковременном их погружении, не требуют для своей проверки каких-либо специальных устройств. Контроль влагозащитного корпуса может быть осуществлен простым его погружением на 10—15 мин. в воду на глубину 30—50 см.

Что же касается корпусов герметичных часов, предназначенных для длительного пребывания в воде, то для их испытаний создана специальная аппаратура. Корпус на герметичность испытывают двумя способами: под давлением (при погружении на различную глубину) и под вакуумом. Существует мнение, что первый способ более правилен, так как в реальных условиях погружения в воду часы подвергаются только внешнему всестороннему давлению. Для испытания давлением создана специальная камера (рис. 44, а), позволяющая производить испытания корпусов при их условном погружении на глубину до 10 м. Этот прибор представляет собой толстостенный цилиндрический стеклянный сосуд с массивным металлическим основанием и герметичной крышкой с затяжным болтом. Внутри сосуда имеется штанга с крючками для подвески испытываемых корпусов. В основании камеры размещен винтовой поршень и контрольный манометр.

При подготовке к испытаниям корпус плотно завинчивают, заводную головку устанавливают на место и корпус подвешивают на один из крючков штанги. В камеру заливают воду и, закрыв камеру крышкой, плотно затягивают винтом. Маховичком винтового поршня повышают давление до заданной величины, соответствующей требуемой величине погружения. Обычно корпус оставляют в камере под давлением не менее

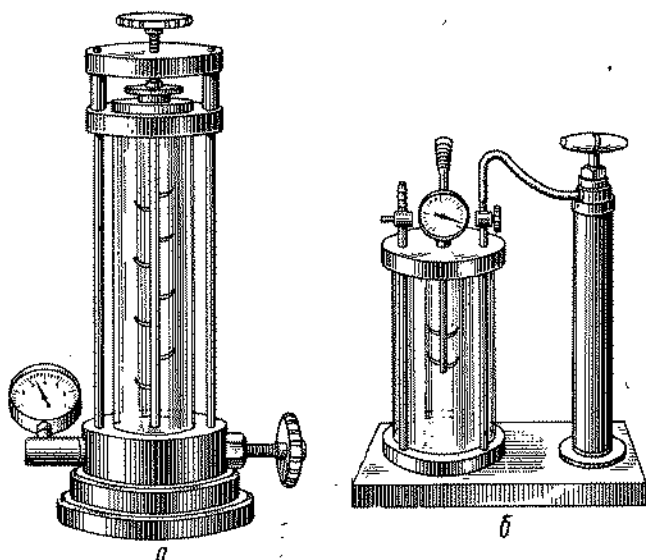


Рис. 44. Установки для испытания герметичности корпусов

60 мин. Если корпус выдерживает давление в течение часа, он может быть признан вполне надежным.

Окончив испытания, снимают давление и, открыв крышку камеры, извлекают корпус. Просушенный корпус вскрывают и проверяют внутреннюю поверхность на наличие следов влаги.

Для испытания под вакуумом собранный корпус часов помещают в камеру, показанную на рисунке 44, б. Эта камера отличается от предыдущей насосом, соединенным патрубком с верхней крышкой камеры. Этим насосом откачивают воздух, содержащийся под крышкой камеры, над поверхностью воды до тех пор, пока стрелка вакуумметра не покажет требуемое значение давления. В процессе испытания внимательно следят за корпусом часов. Если герметичность его нарушена, то от неисправных мест поднимутся струйки мельчайших пузырьков. Появление и отрыв от корпуса одиночного пузырька во внимание не принимается. Длительность испытания не превышает 3—4 мин. Если за это время пузырьки не появились, корпус считается выдержавшим испытания.

Этим испытаниям никогда не следует подвергать часы целиком. Никогда нет надежной гарантии, что вода не проникнет в корпус и не повредит механизм. Испытанию подвергают только корпуса с закрепленным в уплотняющей втулке заводным валом.

# ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ РАБОТЫ

## ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ НЕИСПРАВНОСТИ ЧАСОВ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Любой ремонт должен начинаться с внешнего осмотра часов, который должен распространяться не только на часовую механизм, но включать и осмотр корпуса часов, так как он также может быть источником причин, нарушающих работу механизма. Но предварительно надо узнать у клиента причину, побудившую его обратиться в мастерскую.

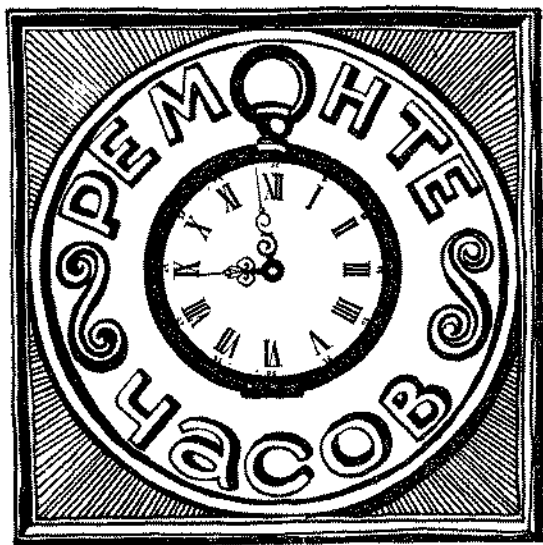
**Осмотр часов.** Осмотр может быть подразделен на внешний и внутренний; первый производят визуально, второй предусматривает разборку механизма и последовательный осмотр, а при необходимости и обмер деталей. Внешнему осмотру часы подвергают в основном при приемке в ремонт (в этом случае механизм лишь изредка подвергается частичной разборке, в процессе которой извлекают три-четыре детали); внутренний осмотр производит мастер, приступающий к исправлению механизма.

Рассмотрим принципиальный порядок осмотра на примере наручных часов обобщенной конструктивной схемы.

Приняв часы, мастер в первую очередь должен проверить состояние их браслета или ремешка, выяснить необходимость их исправления или замены; затем следует осмотреть штифты ушков корпуса, которые часто бывают деформированы; если штифты вставные, следует проверить надежность их пружинки и прочность цапф. После этого мастер осматривает корпусное кольцо, которое может иметь вмятины и царапины — следствие



# ПРИ



удара, могущего привести к значительно более серьезным поломкам в самом механизме; проверяет состояние и качество крепления крышки корпуса и ободка стекла на корпусном кольце. Если часы заключены в пыле- или влагозащитный корпус, то следует проверить сохранность резьбы его крышки и герметизирующей прокладки. При осмотре стекла проверяют качество его крепления, достаточна ли высота стекла и, если стекло органическое, небьющееся, то выясняют необходимость его замены, поскольку оно часто теряет прозрачность из-за мелких поверхностных царапин.

Осмотрев циферблат, выясняют его сохранность и необходимость чистки, исправления или замены.

При проверке заводной головки определяют соответствие ее величины и степень износа накатки, обеспечивающей надежность захвата при заводке часов и переводе стрелок; проверяют зазор заводного валика в корпусе и надежность уплотнения (если корпус пыле- влагозащитный). Внешний осмотр заводной головки позволяет выявить большое количество различных внешних и внутренних недостатков часового механизма, например дефекты заводной пружины, механизма перевода стрелок и заводного механизма, правильность установки стрелок.

Если часы не заводятся, значит, заводная пружина вышла из зацепления с крючком на валу барабана или лопнула в пределах первого внутреннего витка.

Если при заводке часов пружина, сперва оказав некоторое сопротивление, затем с заметно осязаемым ударом «срывается», значит пружина имеет обрыв примерно в пределах двух-трех первых наружных витков.

Если при заводке часов заводная головка непрерывно стремится повернуться в обратном направлении, это означает, что собачка вышла из взаимодействия с барабанным колесом.

Если при заводке часов головка вращается неравномерно и слышен треск, это говорит о том, что нарушено зацепление заводной муфты и заводного триба, или заводного триба с коронным колесом. Вытягивая головку, мастер проверяет надежность ее фиксации в положениях заводки и перевода стрелок. В часах устаревшей конструкции, имеющих кнопку — «подавку» для включения механизма перевода стрелок, проверяют действие этой кнопки.

Установив головку в положение перевода стрелок, проверяют функционирование механизма, обращая внимание на согласованность перемещения и положения стрелок, на свободу их перемещения и плавность.

Если минутная стрелка касается в одной точке стекла или циферблата, то это свидетельствует либо о погнутости оси центрального колеса, либо об излишнем радиальном зазоре ее цапфы. Сцепление стрелок, как правило, вызывается излишним радиальным или осевым зазором часового колеса.

Необходимо также обращать внимание на плавность и свободу вращения стрелок. Если стрелки вращаются слишком свободно, то это вызывает опасения, что минутный триб слишком слабо запрессован на оси центрального колеса.

Продолжая внешний осмотр часов, проверяют, имеет ли место давление крышки корпуса на детали механизма (балансовый мост, винты собачки и барабанного колеса, верхнюю цапфу центрального колеса и т. п.). Затем, открыв крышку корпуса, осматривают механизм, выявляя лопнувшие камни мостов, дефекты баланса и спирали, функционирование коронного и барабанного колес, наличие утраченных или сломанных винтов.

Установив заводной вал в положение перевода стрелок и ослабив винт переводного рычага, извлекают заводной вал, вынимают механизм и вновь устанавливают заводной вал на место. Если корпус часов позволяет извлечь механизм без снятия заводного вала, то этой операции производить не следует.

Внутренний осмотр механизма начинают с того, что, отведя собачку, осторожно спускают заводную пружину.

Перемещая пинцетом центральное колесо, проверяют его зазоры в радиальном и осевом направлениях, а также не соприкасается ли оно с окружающими деталями, такими, как барабан, спираль, баланс.

Проверяют баланс на биение и на отсутствие его соприкосновения с анкерным мостом, штифтами градусника, колонкой спирали, с боковой стенкой балансового моста; проверяют плоскость и равномерность перемещения витков спирали, а также легкость перемещения градусника и правильность установки его штифтов.

Затем следует выяснить дефекты анкера, проверив правильность его взаимодействия с двойным роликком, правильность зазоров колья и рожков, цапф осн. Перемещая баланс, контролируют взаимодействие палет анкера со всеми зубьями ходового колеса, после чего, слегка заведя пружину, проверяют качество притяжки и легкость освобождения.

Проверив высотный зазор коронного колеса и правильность установки собачки и барабанного колеса, приступают к разборке механизма. Собственно на этой стадии обычно заканчивается осмотр механизма, производимый приемщиком, осуществляющим дальнейшую разборку лишь в исключительных случаях.

Сняв стрелки, освобождают и снимают циферблат. Проверяют состояние его ножек. Если часы имеют боковую секундную стрелку, то последнюю снимают одновременно с циферблатом. Осматривают стрелочный механизм, проверяют зазоры вексельного колеса, правильность его зацепления с минутным трнбом и переводным колесом. Аналогично проверяют часовое колесо. Следует обратить внимание на кольцеобразные штрихи на нижней поверхности часового колеса, наличие которых говорит о том, что это колесо слишком плотно лежит на минутном трнбе, чем создается избыточное трение.

Далее, проверяя стрелочный механизм, следует осмотреть правильность фиксации обоих положений переводного и заводного рычагов, положение заводного рычага в пазу заводной муфты, сцепление заводной муфты с переводным колесом и заводным трнбом, сцепление заводного трнба с коронным колесом, а также проверить, не велик ли паз заводного вала, в который входит хвостовик переводного рычага. Следует осмотреть сцепление колес стрелочного механизма, вращая его в прямом и обратном направлениях. Необходимо проверить качество посадки заводной муфты на квадрате заводного вала, свободу перемещения пружины заводного рычага, упругость и правильность перемещения пружины и фиксатора переводного рычага, часто составляющих одно целое с мостом стрелочного механизма (мостом ремонтуара).

Продолжая разборку, освобождают витт колонки спирали и вынимают витт моста баланса; снимают мост вместе с балансом и кладут его на верстак балансом вверх. Эту операцию следует производить с большой осторожностью. При снятии моста баланс может оказаться заклиненным из-за сцепления предохранительного ролика и рожков анкера, вследствие чего можно

повредить спираль. В этом случае нужно приподнять мост, слегка растянув спираль и сохраняя неподвижной правую руку, удерживающую мост, слегка повернуть механизм в левой руке вправо или влево, освобождая таким образом ролик от рожков анкера.

Вынув баланс из механизма, нельзя давать ему висеть на конце спирали. Необходимо осторожно опустить баланс на верстак и столь же осторожно перевернуть мост баланса, чтобы баланс опрокинулся вместе с мостом и оказался лежащим на мосту. Если баланс остался лежать рядом с мостом, растягивая спираль, следует сразу же приподнять его пинцетом и положить на мост, чтобы цапфа оси баланса вошла в отверстие камня.

Особую осторожность следует проявлять по отношению к балансам с мягкими, легко деформирующимся спиралью (последние отличаются более светлым, почти белым цветом). В случае возникновения сомнений относительно твердости спирали снятый мост с балансом удерживают пинцетом и опускают настолько, чтобы нижняя цапфа баланса касалась верстака. Затем, перехватив мост в левую руку, отворачивают винт колонки спирали и освобождают баланс от соединения с мостом.

Если баланс с мостом сняты как один узел и уложены на верстак, следует приподнять левой рукой баланс и освободить колонку спирали. Баланс отделяется от моста. Если градусник снабжен не штифтами, а замком, следует предварительно открыть замок, повернув на  $90^\circ$  с помощью отвертки фигурный штифт — «сапожок».

Отвернув накладку, осматривают камни, штифты градусника, цапфы баланса, эллипс.

Освобождают мост анкера и снимают его и сам анкер. Следует не забывать, что при этом заводная пружина должна быть полностью спущена. Осматривают камни и цапфы оси анкера, рабочие грани палет, состояние рожков и копыя.

Заведя пружину на  $1/2$  оборота барабана, проверяют «скат» зубчатой передачи. Поочередно снимая колеса (начиная с ходового колеса), проверяют их осевые и радиальные зазоры и зацепление между каждым колесом и соответствующим ему трибом. Сняв какое-либо колесо, внимательно осматривают состояние его зубьев и зубьев его триба. Осматривают обе цапфы.

Когда механизм лежит на подставке латинной вниз, следует помнить о том, что можно легко повредить две выступающие детали механизма: ось центрального колеса и цапфу секундной оси, если ремонтируемые часы имеют боковую секундную стрелку.

Вынимают заводной вал и извлекают заводной триб и муфту. Отворачивают винт барабанного колеса, снимают барабанное колесо, отворачивают винт коронного колеса (очень

часто этот винт имеет левую! резьбу) и снимают коронное колесо и его накладку.

Сняв барабанный мост, вынимают барабан, открывают его и проверяют состояние пружины, ее замка, вала барабана (его цапфы, крючок).

Снимая собачку и вскрывая барабан, следует помнить, что эти детали взаимодействуют с пружинами и могут быть легко сорваны с места и утеряны. Эти операции следует производить с большой аккуратностью.

Разборка механизма заканчивается снятием минутного триба и центрального колеса, разборкой стрелочного механизма. Мост стрелочного механизма следует снимать осторожно, предупреждая рывок пружинки заводного рычага. Все детали тщательно осматривают, проверяют зубья колес. Не следует забывать осмотреть штифт вексельного колеса, остающийся на платине. Переводной рычаг и его винт можно от платины не отделять. Проверяют состояние камней платины и снимают нижнюю накладку баланса.

На этом разборку и осмотр часов заканчивают. Необходимо завернуть до упора винты циферблата, которые в противном случае могут быть потеряны при ремонте и чистке механизма.

*Основные дефекты обычных карманных или наручных часов и причины их возникновения:*

1. Заводная головка отворачивается, так как резьбовая часть заводного вала слишком длинна; изношенная накатка затрудняет захват головки при заводке часов.

2. Заводной вал качается в корпусе — разработано отверстие в корпусе; в пыле-влагозащитных корпусах может быть изношена уплотнительная втулка.

3. Крышка корпуса имеет следы коррозии, царапины, вмятины. Последние особенно опасны, так как могут вызвать нажим крышки на детали механизма.

4. Заводной вал качается из-за избыточного зазора в отверстии платины; вал выпадает из-за отвернувшегося винта переводного рычага.

5. Испорчен шлиц винта переводного рычага и края его отверстия в барабанном мосту — небрежно сделан предыдущий ремонт.

6. Заводной вал имеет избыточный осевой зазор, так как слишком широка его проточка.

7. Часы при заводке могут трещать — изношены с нижней стороны зубья коронного колеса.

8. Заводка часов либо слишком затруднена, либо слишком свободна, вплоть до появления треска — неправильно установлена накладка коронного колеса (либо слишком низко, либо излишне высоко).

9. Винт коронного колеса слабо держит накладку (причины аналогичны причинам п. 8).

10. Затруднена заводка часов — заводная муфта соприкасается с концом винта коронного колеса.

11. При заводке часов заводной вал движется рывками, слышится треск — велик осевой зазор коронного колеса. Поднимаясь, коронное колесо выходит из зацепления с барабанным колесом.

12. Винт барабанного колеса прижимает последнее к барабанному мосту — короткий квадрат вала барабана.

13. Центральное секундное колесо касается моста барабана — слишком мал зазор между названными деталями и велик осевой зазор колеса в его опорах.

14. При заводке часов заводной вал стремится вращаться в обратном направлении — собачка выходит из зацепления с барабанным колесом из-за отвернувшегося винта.

15. Собачка работает заклиниваясь или срываясь — пружина собачки слишком длинна или коротка.

16. Секундное колесо соприкасается с барабаном — мал указанный зазор, имеется плоскостное биение обода колеса или барабана, велики осевые зазоры барабана и секундного колеса в их опорах.

17. Секундная стрелка трется о циферблат или о стекло, велик осевой зазор секундного колеса.

18. Секундное и промежуточное колеса соприкасаются — плоскостное биение ободов одного из колес.

19. Промежуточное колесо заклинено — мал осевой зазор. В часах с боковой секундной стрелкой может иметь место соприкосновение промежуточного колеса с барабаном.

20. Промежуточное колесо соприкасается с центральным мостом — плоскостное биение колеса.

21. Неполное зацепление триба ходового колеса с секундным колесом — нарушены формы зубьев триба.

22. Ходовое колесо слабо держится на трибе — плоскостное или радиальное биение.

23. Винты баланса соприкасаются со штифтом градусника.

24. Штифты градусника качаются — слабо закреплены.

25. Нарушена параллельность штифтов градусника — штифты зажимают спираль или слишком свободны.

26. Плохая фиксация верхней накладки на балансовом мосту — ослаблена брошь накладки.

27. Сломаны или погнуты цапфы баланса — цапфу теснит в отверстии сквозного камня.

28. Градусник перемещается слишком свободно — ослабление посадки градусника на конусе накладки; перемещение штифтов градусника не совпадает с кривизной наружного витка спирали — деформация наружного витка спирали.

29. Колонка спирали слабо держится в балансовом мосту — деформация наружного витка спирали.

30. Спираль неправильно заштифтована в колонке.

31. Винты баланса соприкасаются с внутренней стенкой моста.

32. Винты мостов имеют испорченные шлицы, следы коррозии, сломаны или утеряны.

33. Винт корпуса не обеспечивает надежного крепления механизма в корпусном кольце. При креплении механизма в пылевлагозащитном корпусе при помощи пружинного кольца — «парашютика» следует обратить внимание на величину деформации лапок пружинного кольца.

34. Крышка корпуса держится слабо — изношен посадочный конус (в пыле-влагозащитном корпусе следует обратить внимание на состояние уплотняющего кольца).

35. Ободок стекла держится слабо — изношен посадочный конус.

36. Колонки циферблата плохо держатся на циферблате — слишком тонки или деформированы.

37. Стекло слабо держится в ободке. При использовании органического стекла обратить внимание на качество его поверхности.

38. Винт накладки баланса не прижимает последнюю.

39. Предохранительный ролик имеет биение и касается платины.

40. Камни баланса запрессованы с перекосом и теснят цапфу; загрязнение амортизатора затрудняет перемещение его вкладыша; пружинка амортизатора деформирована.

41. Рожки анкера соприкасаются с трубкой двойного ролика.

42. Эллипс расшатан в двойном ролике или слишком опущен и соприкасается с копьем.

43. Копье слишком укорочено или имеет избыточную длину и теснит в выемке двойного ролика.

44. Копье анкера касается платины — анкер погнут или имеет большой осевой зазор.

45. При прослушивании хода часов наблюдается «постукивание» — расшатаны или деформированы ограничительные штифты.

46. Хвостовик анкера деформирован.

47. Произвольное перемещение палет — ослаблена посадка палет. Слишком мелкий ход (палеты углублены) или слишком глубокий (палеты выдвинуты) — неправильная установка палет.

48. Баланс касается анкерного моста — плоскостное биение обода баланса.

49. Цапфы ходового колеса теснят в отверстиях камней или имеет место обратное явление — изношены цапфы.

50. Отсутствует смазка на цапфе промежуточного колеса, перекрываемой вексельным колесом,— небрежно сделан предыдущий ремонт.

51. Трубка часовой стрелки соприкасается с отверстием в циферблате — увеличен радиальный зазор в посадке часового колеса на минутный триб.

52. Часовое колесо теснит на минутном трибе — глубокая посадка часового колеса и его плоскость касается зубьев минутного триба.

53. Минутный триб слабо закреплен на оси центрального колеса.

54. Часовое колесо касается вексельного колеса — плоскостное биение (в некоторых конструкциях часов часовое колесо может касаться барабана).

55. Соприкосновение часового и вексельного колес — деформация осевого штифта вексельного колеса.

56. Центральное колесо соприкасается с платиной — увеличен осевой зазор в опорах.

57. Барабан соприкасается с центральным колесом — плоскостное биение этих деталей или увеличен осевой зазор.

58. Заводную пружину теснит в барабане; пружина имеет следы коррозии, обрыв. Отсутствует или пришла в негодность смазка пружины и имеется большое межвитковое трение. Последнее проявляется в виде ясно слышимых рывков неравномерно развертывающейся пружины в процессе работы часов.

59. Вексельное колесо зажато циферблатом или мостом стрелочного механизма.

60. Плоскостное биение барабана — увеличен осевой зазор в отверстиях корпуса и крышки барабана.

61. Часовая и минутная стрелки зацепляются — погнутость оси центрального колеса, неправильность посадки стрелок, увеличенный осевой зазор часового колеса.

62. Минутная и секундная стрелки зацепляются — неправильная посадка стрелок, избыточные осевые зазоры для центрального и секундного колес.

63. Часовая стрелка соприкасается с циферблатом — неправильная посадка стрелки, избыточный радиальный и осевой зазоры часового колеса.

64. Крышка барабана плохо пригнана — правильность вращения барабана нарушена; крышка мала по размеру или повреждено посадочное место в барабане.

65. Барабан касается платины или моста — плоскостное биение барабана.

66. Конец заводного вала касается стенки или зубцов барабана (в современных конструкциях часов этот дефект практически не встречается).

67. Переводное колесо заклинено.



68. Винт моста ремонтуара соприкасается с деталями заводного вала (это дефект встречается редко).

69. Нарушено взаимодействие заводного рычага с кулачковой муфтой — увеличен высотный зазор рычага.

70. Нарушено зацепление заводного триба и заводной муфты — изношены торцовые храповые зубья этих деталей.

71. Заводной триб касается платины — мала расточка в платине или велик радиальный зазор заводного вала.

72. Неадекватная фиксация переводного рычага — деформирована фиксирующая пружина.

73. Винт переводного рычага самопроизвольно отворачивается — коротка цапфа винта и переводной рычаг прижат к платине. Это не дает возможности достаточно сильно затянуть винт.

Типичными нарушениями в колесной передаче являются износы и поломки цапф, изогнутость и поломка зубьев; заклинивание колес из-за засорения их зубьев.

Типичными являются также случаи остановки хода часов на «импульсе» и на «покое». Причины этих недостатков следующие:

А. Остановка на «импульсе».

1. Слабая заводная пружина.

2. Большое трение и неправильные зацепления в колесной передаче.

3. Тяжелый баланс и слишком сильная спираль.

4. Неправильная установка спирали — эллипс в положении равновесия баланса смещен в пазу анкера.

5. Плохое состояние импульсных плоскостей палет и зубьев ходового колеса.

6. Эллипс теснит в пазу анкера.

Б. Остановка на «покое».

1. Отсутствие необходимых зазоров во взаимодействующих деталях баланса и вилки.

2. Большие углы притяжки и покоя.

3. Плохое состояние плоскостей покоя и зубьев ходового колеса.

4. Сильная заводная пружина.

5. Слишком легкий баланс и слабый волосок.

Причиной неисправности часового механизма зачастую является неправильный выбор масел при смазке трущихся поверхностей и опор (см. стр. 235).

В последние годы большое распространение получили часы с автопод заводом, в которых заводная пружина, предварительно заведенная с помощью заводного вала, удерживается в напряженном состоянии с помощью тяжелого сектора, качающегося при перемещениях часового механизма и сопряженного с заводными колесами часов через какие-либо храповые или трензельные устройства.

Часы с автоподзаводом часто имеют указатель степени заводки. Если часы с автоматическим заводом остановились, а указатель показывает, что пружина полностью заведена, значит, поврежден сам часовой механизм. Если указатель показывает, что пружина спущена, то дефекты следует искать в механизме автоподзавода.

Если часы не имеют указателя степени заводки, то следует, отключив автоподзавод, проверить обычным способом степень заводки пружины.

Правильность работы грузового сектора проверяют при открытой крышке корпуса. При этом мастер держит часы в вертикальном положении, механизмом к себе. Грузовой сектор должен занять нижнее положение. Осторожно поворачивая часы относительно горизонтальной оси, так, чтобы в конце поворота циферблат часов оказался направленным к мастеру, наблюдают за поведением грузового сектора, который должен легко двинуться с места, как только он начнет подниматься вместе с часами.

Аналогично проверяют автоподзаводы с амортизаторами, причем часы нужно поворачивать таким образом, чтобы проверить, взаимодействие сектора с обоими амортизаторами, одновременно наблюдая за перемещением грузового сектора, который должен обеспечить заводку часов. Нельзя забывать, что существуют две разновидности механизмов автоподзавода, в которых заводка пружины происходит либо при движении сектора в любую сторону, либо только при движении в какую-либо одну.

Разборку часов с автоподзаводом при осмотре необходимо начинать с удаления из механизма грузового сектора. В остальном осмотр таких часов ничем не отличается от порядка осмотра обычных.

Наиболее типичными дефектами механизма автоподзавода является загрязнение, износ и поломка зубьев передачи между сектором и барабанным колесом, а в часах, снабженных спаренными барабанными колесами, — деформация и износ фигурной пружинки, сопрягающей барабанные колеса.

Столь же большое распространение имеют часы с календарными механизмами. Устройство последних весьма разнообразно. Простейшие по устройству календари показывают только числа месяца и требуют установки от руки каждого первого числа месяца, когда оканчивающийся месяц имеет меньше чем 31 день. Более сложные календари требуют такой установки только 1 марта, когда предыдущий месяц — февраль оканчивается либо 28, либо 29 днем.

Календари универсальной конструкции («вечные») не требуют и этой операции, все даты переставляются автоматически.

Некоторые календарные устройства усложнены такими до-

полнительными указателями, как дни недели, названия месяцев, указатель фаз луны.

Как правило, календарные устройства представляют собой дополнительную надстройку на платине часов, расположенную под циферблатом. Календарный механизм представляет собой механически прочную надстройку часового механизма, совершающую при работе очень малое число оборотов. Поэтому детали календаря практически не изнашиваются.

Наиболее часто встречающиеся дефекты — это сломавшиеся пружинки собачек, ослабевшие посадки дисков на осях, что в процессе работы вызывает смещение дисков, а также отдельные утраченные по каким-либо причинам детали.

Приступая к осмотру календарного механизма, необходимо до его разборки точно установить назначение и функцию каждой детали, чтобы не впасть в ошибки при сборке механизма после ремонта.

Снимать оцифрованные диски надо осторожно, чтобы не поцарапать их пинцетом.

При разборке сложных дополнительных устройств часов рекомендуется пользоваться коробкой с большим количеством мелких отделений, в которые укладывают в последовательном порядке детали разбираемого устройства. Это исключит ошибки при сборке механизма и ускорит работу.

За рубежом появились часы с независимой и скачущей секундными стрелками.

В первом случае механизм часов имеет две заводные пружины и две колесные передачи. Первая передача — обычная, взаимодействующая со спусковым регулятором, вторая, ведущая секундную стрелку, оканчивается рычагом, взаимодействующим со спусковым колесом первой передачи таким образом, что секундная стрелка проходит один оборот 60 скачками. Во втором механизме ось секундной стрелки взаимодействует с основной колесной передачей через промежуточную спиральную пружинку и снабжена защелкой, периодически ежесекундно освобождающая секундную ось.

В подобных часах кроме обычных для часов дефектов следует обращать особое внимание на плотность посадки секундной стрелки, которая, испытывая резкие толчки при скачках, может ослабить свою посадку на оси.

В наши дни редко можно встретить такие сложные наручные и карманные часы, как репетиры (часы с боем). Известно пять конструктивных разновидностей репетиров: четвертные, отбивающие после нажатия кнопки часы и четверти; полчетвертные, отбивающие часы, четверти и, более высоким звуком, полчетверти; пятиминутные, отбивающие часы и, более высоким звуком, пятиминутные интервалы, прошедшие после истекшего часа; минутные, отбивающие часы, четверти и, более

высоким звуком, минуты, прошедшие после истекшей четверти; наконец, часы с боем, отбивающие автоматически часы и четверти и после нажатия кнопки — минуты.

Репетиры представляют собой чрезвычайно сложные конструкции, требующие при осмотре и ремонте особой внимательности и аккуратности.

Указанные первые четыре типа репетиров имеют небольшие самостоятельные заводные пружины, требующие заводки при приведении репетиров в действие от нажима кнопки. Последний тип — часы с боем имеют для механизма боя нормальный ежедневно заводимый пружинный двигатель.

Осматривая репетир, надо прежде всего внимательно разобраться во взаимодействии и назначении его деталей и начинать разборку не ранее, чем проверено действие репетира для разных значений часа, четвертей и минут.

Замена поломанных деталей репетира обычно сопряжена с полным изготовлением этой детали, поскольку уникальность этой конструкции исключает взаимозаменяемость деталей.

Причин дефектов механизмов репетиров немного. Обычно это естественный износ цапф и отверстий опор. К сожалению, очень часто встречаются детали, испорченные в процессе предыдущего ремонта, выполненного мастером недостаточно высокой квалификации.

Наиболее типичными погрешностями, кроме перечисленных, являются: слишком быстрый или слишком вялый бой, вызванный дефектами регулятора; слишком быстрое включение боя четвертей, после боя часов, вызванное деформацией штифта, включающего в работу гребенку четвертей, слишком тихий или дребезжащий звук, вызванный деформацией или трещиной в пружине гонга; ошибки в количестве ударов, вызванные неправильным расположением деталей или износом зубцов гребенок; несоответствие количества ударов положению стрелок часов, вызванное нарушением взаиморасположения деталей.

Часто причиной нарушения работы репетира является стукнувшееся масло.

Необходимо кратко остановиться также на сильно развитой, своеобразной конструкции часовых механизмов — хронографах и секундомерах. Эти приборы предназначены для измерения коротких отрезков времени и в принципе отличаются лишь тем, что хронографы, представляющие собой непрерывно действующие часы обычной конструкции, снабжены дополнительным устройством для измерения интервала в минутах, секундах и долях секунды, а секундомеры имеют механизм, включаемый лишь в моменты измерений и показывающий только минуты, секунды и доли секунды.

При осмотре секундомера или хронографа, принятого в ремонт, необходимо прежде всего обращать внимание на пра-

тельность перемещения стрелок счетчика и взаимодействия рычагов complications (устройства, включающего и выключающего стрелочный механизм секундомерного устройства).

Не останавливаясь на общих дефектах механизма секундомера и хронографа, аналогичных дефектам обычных часов, укажем те специфические дефекты, которые сопряжены с работой complications.

К ним прежде всего следует отнести нарушение в перемещении секундной и минутной стрелок счетчика, вызванное ослаблением их посадки; может сместиться деформированная секундная стрелка или остановиться спустя некоторое время после пуска и т. д.

Особое внимание нужно обращать на правильность зацепления хронографных колес, у которых вершины зубьев одного колеса при включении должна достигать дна впадин второго.

Иногда имеют место деформации и поломки хронографных колес, поломки пружин рычагов, износ ударно взаимодействующих плеч рычагов и кромок колонок колонного колеса.

При разборке этих механизмов не следует снимать стрелки, если они посажены слишком туго; обычно циферблат снимают вместе со стрелками и их сердечками. В остальном разборка секундомера и хронографа аналогична разборке обычных часов, имеющих дополнительные надстройки.

Настоящая работа будет неполноценной, если ограничиться описанием вышеприведенных конструкций. Необходимо кратко указать особенности и специфические дефекты крупногабаритных часов, таких, как будильники, настольные, настенные и напольные часы.

Будильники представляют собой настольные\* часы с анкерным штифтовым спуском и пружинным двигателем.

Будильники обычно имеют два отдельных механизма: обычный часовой механизм и сигнальный, каждый с собственным двигателем. Реже встречаются будильники, у которых оба механизма работают от общего пружинного двигателя. Сигнальные устройства будильников обычно выполнены в виде звонка.

Характерными признаками неисправности будильника являются: полная остановка будильника, несогласованность действия сигнального устройства с показанием стрелок, нарушение работы сигнального устройства.

Осмотр будильника следует начинать с проверки согласованности сигнала с показанием стрелок. Затем, вскрыв корпус и вынув механизм, проверяют состояние опор баланса, спираль,

---

\* В последнее время появились наручные часы-будильник, сигнальное устройство в которых не имеет принципиальных отличий от обычного крупногабаритного будильника.

штифты анкера и зубья ходового колеса, штифты цевочных трибов, цапфы и опоры колес.

*Основные дефекты будильников и причины их возникновения:*

1. Нарушение и износ конусов оси баланса, а также конических отверстий центровых винтов; поломка оси баланса на месте паза для прохода рожков анкера. Износ штифта эллипса.

2. Деформация спирали.

3. Износ и поломка штифтов анкера; износ паза в рожках анкера; разработка отверстия для цапфы оси анкера в передней платине.

4. Износ и деформация зубьев ходового колеса; биение обода колеса; деформация штифтов цевочного триба колеса.

5. Обрыв одной из заводных пружин.

6. Стрелки будильника перемещаются неправильно или вообще стоят — деформация трехлопастной фрикционной пружины центрального колеса.

7. Поломка пружин собачек на заводных колесах.

8. Резкие нарушения хода, остановка механизма — погнутость осей, цапф и штифтов цевочных трибов в колёсной передаче; деформация и односторонний износ зубьев колес.

9. Нарушение хода, торможение стрелочного механизма, соприкосновение вехсельного колеса с торцом цапфы заводного колеса.

10. Нарушение работы сигнального устройства и стрелочного механизма — касание платины или краев отверстий корпуса заводными ключами и головками для перевода стрелок и установки сигнала.

11. Резкое нарушение хода часов — трение минутного триба о платину.

12. Трение секундной стрелки о края отверстия в циферблате, а также трение стрелок о циферблат или стекло; взаимное соприкосновение стрелок — деформация стрелок или стрелочных осей, смещение циферблата.

13. Нарушение времени установки сигнала — деформация штифта сигнального валика, деформация цилиндрической натяжной пружины сигнального валика и износ уступа сигнального кулачка.

14. Нарушение работы сигнального устройства — износ зубьев скобочного колеса и рабочих плоскостей скобы; деформация стопорного хвостовика молоточка; деформация стержня молоточка; ослабление посадки бойка молоточка на стержне.

15. Нарушение работы устройства для принудительного прерывания сигнала — поломка или деформация пружинки стопорной скобы.

В музыкальных устройствах типичными нарушениями являются: поломка и деформация трехлопастной фиксирующей

пружижки заводного колеса, износ торцовых храповых зубьев этого колеса, износ коронных зубьев венца этого колеса, износ и поломка зубьев триба музыкального вала, поломка и деформация штифтов этого вала, поломка зубьев звучащей гребенки, износ зубьев червячного колеса.

Существует разновидность будильников, снабженных устройством для выдачи предупредительного сигнала. Эти будильники вначале дают короткий тихий сигнал, затем более продолжительный и, наконец, полный сигнал. Нарушения в работе этого узла практически встречаются довольно редко. Типичным нарушением в этом механизме является несогласованное взаимодействие рычага с одной стороны с сигнальным устройством, а с другой — с одним из колес часового механизма, например с промежуточным или секундным колесом.

Существующая разновидность малогабаритных будильников отличается от обычных лишь применением нормального анкерного спуска.

Каких-либо особенностей с точки зрения ремонта эти будильники не имеют.

Настольные, настенные и напольные часы по своим механизмам подобны. Настольные часы имеют в большинстве случаев балансый регулятор, реже маятниковый; настенные — маятниковый и реже — балансый; напольные часы всегда снабжены маятником. Двигателем настольных часов всегда является пружина; настенные часы бывают и с пружинным и с гиревым двигателем; напольные часы всегда имеют гиревой двигатель.

Все эти часы изготовляют как просто в виде обычных часов, так и в виде часов с боем. Механизмы боя либо отбивают часы и получасы, либо часы и четверти часа (так называемые «куранты»).

Иногда эти часы снабжены дополнительными устройствами, обычно календарем.

Настольные часы с балансый регулятором с точки зрения возникающих в них дефектов аналогичны рассмотренному механизму будильника; часы с маятниковым регулятором обладают некоторой специфичностью. Рассмотрим кратко особенности таких часов и в заключение более детально остановимся на механизмах боя.

*Основные дефекты часовых механизмов настольных, настенных и напольных часов и причины их возникновения:*

1. Обрыв заводной пружины (для часов с пружинным двигателем); деформация звеньев цепи или обрыв струны (для гиревых часов).

2. Срывается блок цепи — собачка или ее пружина деформировались.

3. Погнутость и поломка зубьев колес и штифтов цевочных трибов; деформация цапф осей колес; отсутствие необходимых зазоров в колесной передаче; нарушено зацепление колес из-за разработавшихся отверстий в платинах.

4. Остановились стрелки при работающем механизме часов — ослабла посадка минутного триба на центральной оси, или минутный триб затирает при его излишне глубокой посадке на оси.

5. Звук ударов спускового регулятора при правом и левом отклонении маятника не единообразен — нарушено положение скобы спуска.

6. Плечи или палеты скобы насакивают на отдельные зубья ходового колеса — деформация и износ последних или выработаны плоскости плеч скобы или ее палет.

7. Излишне широкий паз или петля вилки скобы, захваты-вающей стержень маятника.

8. Обрыв пружинного подвеса маятника; деформация одной из пружин подвеса, а также петель качалки (при ее использовании), вызывающие вихляющие колебания маятника.

Механизм боя, как правило, имеет самостоятельный пружинный и гиревой двигатель и регулятор типа ветряка. Механизм боя четвертей также представляет собой самостоятельный блок с отдельным двигателем и регулятором.

Механизм боя сопрягается с часовым механизмом через систему рычагов, взаимодействующих с кулачком, жестко соединенным с минутным трибом. Количество ударов регулируют при помощи счетного колеса или гребенки. Звучащими элементами конструкции являются либо гонги — спиральные пружины, либо звуковые стержни.

*Основные неисправности механизма боя и причины их возникновения:*

1. Механизм боя не работает — износ зубьев колес и отверстий платин, вызвавшие заклинивание передачи; обрыв пружины или заклинивание цепи; заедание цапф ветряка; заклинивание второго стопорного колеса (колесо повестки боя) на плече стопорного рычага; заклинивание хвостовика гребенки на радиальном участке ступенчатого кулачка; заклинивание подъемного штифта на зубьях гребенки.

2. Механизм боя работает, но не включается — износ кулачка или поломка штифта на минутном трибе; деформация штифта колеса повестки боя.

3. Отсутствуют удары — ударник молотка при падении не соприкасается с гонгом или звуковым стержнем; деформация рабочего плеча рычага отпирания.

4. Бой часов происходит непрерывно — сломан штифт стопорного колеса; деформирован рычаг замыкания и его движе-



ния не согласованы с вращением фигурной шайбы (для механизма со счетным колесом); сломан подъемный штифт (для механизма с гребенкой).

5. Механизм боя работает несогласованно с показанием стрелок часов — смещение стрелок часов; деформация штифта или кулачка минутника; деформация плеч рычага отпирания.

6. Механизм боя отбивает неправильное количество ударов — нарушение согласованности механизма боя и часового механизма, что обычно происходит при переводе стрелок в обратном направлении, либо при их переводе в правильном направлении, но без остановок в положении боя часов.

7. Механизм боя отбивает неправильные удары (некоторые удары, преимущественно получасовые, отсутствуют) — поломка или деформация штифтов подъемного колеса, поднимающего молоточек; ослабленная заводная пружина; несогласованные действия счетного рычага с кулачком счетного колеса (для механизма со счетным колесом); малая высота подъема рычага отпирания (для механизма с гребенкой).

8. Замедленный бой — сильный износ механизма или сильное его загрязнение; затирание ветряка; слишком сильная пружина стопорного рычага; севшая заводная пружина.

9. Удары звучат то быстро, то медленно — деформация штифтов цевочных трибов ветряка и колеса повестки боя, а также износ зубьев, сопряженных с названными трибами колес.

10. Слишком быстрый бой — ветряк слабо держится на оси; деформированы лопасти ветряка; ослабела пружина возврата молоточка.

11. Бой слышится в виде коротких резких ударов — боек молоточка слишком низко падает на гонг или звуковой стержень.

12. Недостаточная звучность ударов — боек молоточка слишком поднят и наносит слабые удары; кожа бойка загрубела; ослабло крепление колодки гонга (или звуковых стержней) на корпусе часов.

13. Дребезжащий звук боя — ослабло крепление звукового стержня (или пружины гонга) в колодке; звуковые стержни соприкасаются друг с другом, с фиксатором, со стенкой корпуса; деформировалась пружина гонга и ее витки соприкасаются друг с другом или со стенкой корпуса.

14. Последний удар меняет тональность, дребезжит или резко глушится — боек молоточка в положении покоя слегка соприкасается с пружиной гонга или звуковым стержнем.

В остальном дефекты часов описываемого типа не имеют какой-либо специфики.

## РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЯ

**Двигатель.** Представляет собой устройство, приводящее в действие механические часы, их источник энергии. Часовые двигатели бывают двух типов: гиревые, выполненные по принципу использования силы тяжести, и пружинные — по принципу использования энергии спиральной винтовой пружины, предварительно заведенной. Преимущество гиревых двигателей заключается в постоянстве крутящего момента, передаваемого от этого двигателя на колесную систему часов. Но в то же время гиревые двигатели могут работать только в стационарных условиях. Кроме того, применение гиревого двигателя сильно ограничивается его габаритными размерами, так как для спуска и подъема гирь требуется большое пространство под часами, во много раз превышающее полезный объем самого механизма часов.

Пружинный двигатель характерен компактностью и сравнительно небольшими габаритами, однако он обладает весьма серьезным недостатком, состоящим в непостоянстве крутящего момента, сообщаемого механизму часов и влияющему на точность их хода.

Гиревой двигатель бывает двух типов: с цепью и со струной. *Двигатель с цепью* (рис. 45, а) весьма прост по устройству. Цепь 1, переброшенная через зубья звездочки 2, несет на одном из своих концов крючок, на который подвешивают гирию. По обе стороны звездочки размещены тарельчатые шайбы 3 и 4, поддерживающие цепь и не дающие ей срываться с зубьев. Звездочка, шайбы, а также храповое колесо 5 жестко сопряжены со втулкой 6, свободно вращающейся на оси 7. С осью жестко сопряжено колесо, несущее подпружиненную собачку, взаимодействующую с храповиком. Таким образом, при подъеме гири звездочка вращается свободно, не увлекая за собой ось и колесо. При опускании гири направление вращения звездочки меняется и собачка, войдя в зацепление с храповиком, вращает колесо и ось вместе со звездочкой.

Гиревые двигатели упрощенной конструкции вместо храпового устройства имеют трехлопастную пружинную шайбу, закрепляемую на втулке звездочки. Лопасты шайбы слегка изогнуты и взаимодействуют с перекладными колесами, закрепленными на оси.

В гиревых двигателях современных конструкций применяют цепи с овальными звеньями; в конструкциях более старых типов встречаются цепи более сложного устройства с плоскими звеньями.

Гири, в зависимости от класса и назначения часов, изготавливаются из различных материалов. Для часов упрощенных конструкций применяют литые гири, изготавливаемые из чугуна,

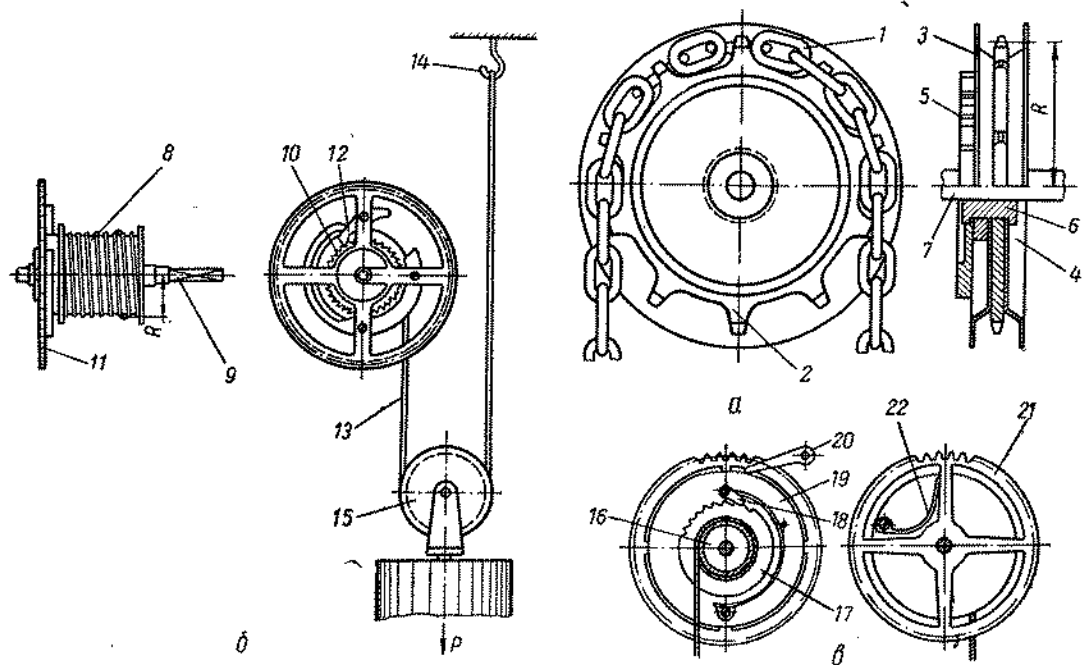


Рис. 45. Схемы гиревых двигателей

стекла или керамики. Для часов более совершенной конструкции гири выполняют в виде тонокостенного латуинного стакана, наполняемого песком, дробью или свинцовыми шайбами и закрытого латуинной крышкой с крючком. Крышка со стаканом соединена путем развальцовки стенок стакана. Руководствуясь художественно-эстетическими соображениями, обычно рекомендуют, чтобы высота гири была в 4—5 раз больше ее диаметра.

*Двигатель со струной* (рис. 45, б) имеет барабан 8, закрепленный на оси 9. На поверхности барабана имеется спиральный желобок, в который ложится струна при подъеме гири. С барабаном жестко сопряжен храповик 10. Колесо 11 свободно вращающееся на оси 9, несет собачку 12, взаимодействующую с храповиком. Один конец струны 13 закреплен на барабане; второй надет на крючок 14, закрепленный на платине механизма. Струна несет блок 15, на котором закреплена гиря. Применение блока позволяет вдвое сократить высоту подъема гири. Такое устройство находит применение в высококачественных гиревых часах с большой продолжительностью работы от одного подъема гири. В часах устаревших конструкций струну изготовляли из натуральной жилы, в часах новых типов струна изготовлена из капроновой нити. В описываемой конструкции подъем гири осуществляется при помощи ключа, надеваемого в этот период на квадратный выступающий из платины конец оси 9.

Гиревые двигатели перечисленных типов имеют недостаток, заключающийся в том, что во время подъема гири на колесную передачу не поступает тяговое усилие. В результате показания часов вкрадывается ошибка, а в отдельных случаях часы даже останавливаются. Этот дефект устраняют при помощи вспомогательного завода (рис. 45, в). Так же как и в предыдущем устройстве, барабан 16, сопряженный с осью, несет храповик 17. С этим храповиком взаимодействует собачка 18, установленная на втором храповике 19, вращение которого при подъеме гири тормозится стопорной собачкой 20. Вторым храповиком на оси установлен свободно, также свободно на оси размещено колесо 21. Между колесом и храповиком имеется эластичная связь, осуществляемая посредством пружины вспомогательного завода — «гешпера» 22. Когда гиря вращает барабан, а храповик через собачку 18 увлекает второй храповик 19, гешпер, прогнувшись (т. е. подзаведясь), передает вращение на колесо 21. При подъеме гири направление вращения храповика 17 меняется. Храповик 19 оказывается застопоренным собачкой 18, однако под воздействием распрямляющегося гешпера колесо 21 продолжает нормальное вращение и часовой механизм не испытывает каких-либо отрицательных воздействий в моменты подъема гири. По окончании подъема гири ее усилие вновь подзаведет гешпер.

**Пружинный двигатель.** Пружинные двигатели более разнообразны и различаются как по устройству их барабана, так и по конструкции самих пружин. Барабаны пружинных двигателей (рис. 46) могут быть подразделены на два основных типа: подвижные *а* и неподвижные *б*. В первом случае при заводке пружины вращается вал барабана, на котором закреплен внутренний конец пружины, а барабан, сопряженный с наружным

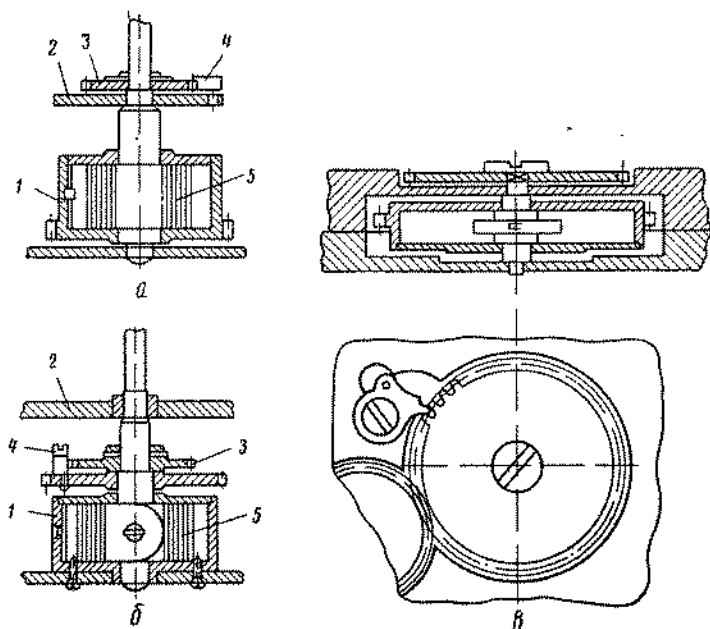


Рис. 46. Барабаны пружинных двигателей:

1 — барабан; 2 — плата; 3 — храповик; 4 — собачка; 5 — пружина

концом пружины, остается неподвижным. При работе такого двигателя вращается барабан, вал же фиксируется. Во втором случае наружный виток пружины крепится на неподвижном барабане, вал же барабана вращается при заводке в одном направлении, а при работе в противоположном, вступая при этом в зацепление (через храповое устройство) с колесом, свободно установленным на валу барабана.

Первый конструктивный тип двигателей более распространен и находит применение в часах всех типов; двигатель с неподвижным барабаном применяется более ограниченно и используется исключительно в крупногабаритных механизмах.

Подвижной барабан (рис. 46, *в*) наиболее распространенного конструктивного типа применяется в карманных и наручных часах.

В часах упрощенной конструкции применяют пружинные двигатели без барабанов. В этом случае на валу (рис. 47, а) жестко закрепляют храповик, взаимодействующий с собачкой, установленной на заводном колесе. В затылке собачки имеется прорезь, в которую входит хвостовик плоской пружины, укрепленной на перекладине колеса. Внутренний виток пружины закрепляется на штифте вала, который иногда изготавливают путем подрезки и отгибания небольшого участка тела вала.

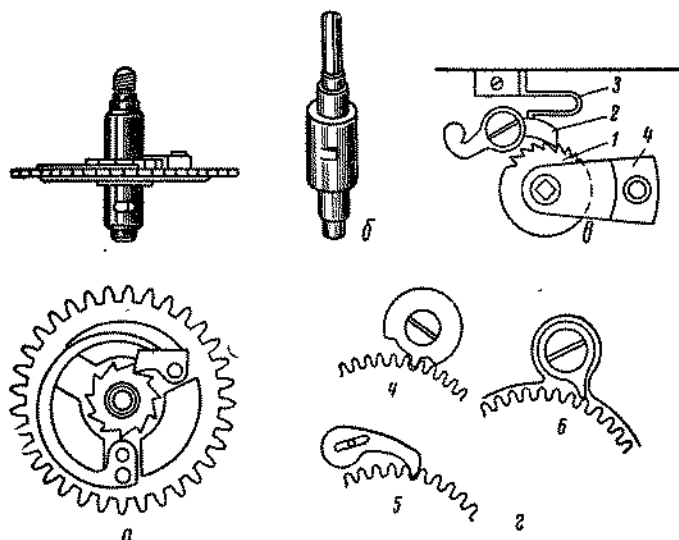


Рис. 47. Детали пружинных двигателей

Барабан пружинного двигателя состоит из трех деталей: корпуса, крышки и вала. Корпус барабана выполнен в виде цилиндрической коробки с зубчатым венцом, обычно располагаемой у нижней кромки корпуса. Дно корпуса имеет центральное отверстие для цапфы вала, усиленное бобышками с наружной или внутренней сторон дна. С внутренней стороны верхней части барабана имеется слабokonическая проточка для крепления крышки. В стенке барабана имеется крючок для крепления пружины.

Крышка барабана выполняется в виде диска с центральным отверстием для цапфы вала, также усиленным бобышками. На краю крышки имеется небольшой паз, позволяющий открыть крышку барабана с помощью рычага.

Вал барабана (рис. 47, б) в центральной части имеет крючок для закрепления пружины и несет с каждой стороны по две цапфы. Первые две цапфы большого диаметра предназначены

для установки вала в барабане; пара цапф меньшего диаметра предназначена для установки вала в отверстиях платины и моста. Верхний конец вала для крупногабаритных часов имеет удлиненный участок квадратного сечения для установки ключа. Валы для пружин, работающих без барабана, например в будильниках, имеют резьбовой участок для стационарного закрепления ключа. Валы карманных и наручных часов имеют короткий квадрат с центральным резьбовым отверстием для крепления винтом барабанного колеса.

В крупногабаритных часах с вращающимся барабаном фиксация заводного вала осуществляется при помощи храпового устройства (рис. 47, в). Это устройство содержит храповик 1 с квадратным отверстием, для установки храповика на квадрат заводного вала; собачку 2, закрепляемую осевым винтом на платине, и пружинку 3. Храповик удерживается на валу небольшим мостом 4.

В карманных и наручных часах фиксация заводного вала осуществляется собачкой, взаимодействующей с зубьями барабанного колеса (рис. 47, г). Для предохранения пружины от обрыва при перезаводке конструкция этих собачек дает возможность барабанному колесу при окончании заводки совершить незначительный обратный поворот (в пределах 2—4 зубьев колеса). На рисунке показаны три наиболее распространенных конструкции собачек: 4 — собачка в виде диска с одним или двумя зубьями, краевой выступ которых служит запирающим упором; 5 — с удлиненным отверстием; 6 — однозубая собачка, осуществляющая фиксацию путем заклинивания между зубьями барабанного колеса и выступом моста.

Заводная пружина изготовлена из стальной ленты, подвергаемой специальной термической обработке.

Заводная пружина, извлеченная из барабана, обычно принимает форму почти правильной спирали Архимеда (рис. 48, а). Для крепления внутреннего витка на заводном валу пружины всех типов спиральная 1, S-образная 2 и желобчатая 3 имеют замок. Последний выполняют путем отжига небольшого участка конца пружины (от 8 до 20 мм в зависимости от размера часов) и его изгиба, так, чтобы этот виток плотно охватывал заводной вал. Вблизи конца этого витка в пружине просекают прямоугольное отверстие со скругленными углами для крепления на крючке вала.

Наружный конец пружины для крепления на барабане снабжается замком различной конфигурации. Простейший замок б представляет собой круглое, продолговатое или квадратное отверстие, передняя спрямленная кромка которого слегка скошена для усиления сцепления с крючком барабана. Второй тип замка в с простой накладкой — имеет небольшой язычок, который изготовлен из отрезка пружины и закреплен заклепкой.

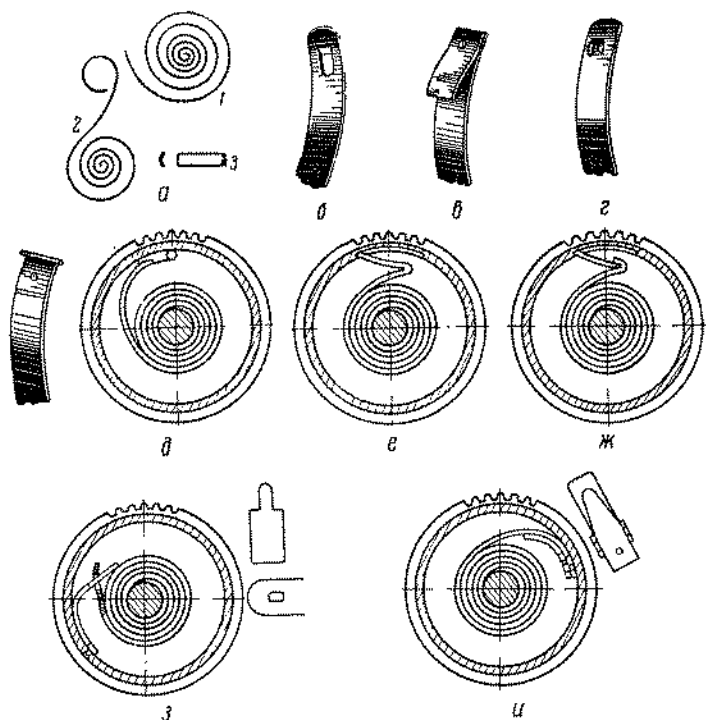


Рис. 48. Типы заводных пружин и замки

Замок г, применяемый в часах американского производства, имеет крючок, приклепанный к пружине. Для крепления этого замка в стенке барабана имеется отверстие. Замок д шарнирный — имеет Т-образную накладку, рожки которой как цапфы входят в отверстия дна и крышки барабана.

В карманных и наручных часах широко распространены заводные пружины с V-образными замками. В простейшем конструктивном исполнении этот замок е выполнен в виде изогнутого крючком наружного конца пружины. Улучшенный вариант этого замка ж имеет съемный вкладыш. Замок этого типа прост в изготовлении и более надежен в работе, так как менее подвержен поломкам при эксплуатации часов. Известен также более сложный конструктивный вариант этого замка, называемый комбинированным. Такой замок з снабжен вкладышем с тонким хвостовиком, вставляемым в отверстие на конце заводной пружины. Наибольшую упругую силу пружине обеспечивает замок к с мечевидной накладкой. В часах современных конструкций элементом крепления пружины являются цапфы-



рѳжки мечевидной накладки. Наружный конец накладки несколько укорочен, в то время как внутренний конец удлинен.

Необходимо также упомянуть о замках, применяемых для пружин без барабанов. Замки этих пружин изготовляют в основном двух типов: с глухой и пружинящей петлями. Последний вариант замка более удобен, так как облегчает процесс сборки механизма.

Мечевидная накладка конструктивно сложна, и ее использование практически оправдывается только в дорогих, высококачественных часах. В часах пониженной стоимости рациональнее использовать более простые способы крепления пружин.

От пружины зависит не только определенное усилие, достаточное для приведения механизма часов в действие, но и определенная продолжительность хода часов от одной заводки. От размеров пружины и прежде всего от ее толщины и длины зависит, какое время будут работать часы (36, 40 или 50 часов), т. е. сколько полных оборотов сделает барабан от одной заводки пружины. Для получения оптимального числа оборотов необходимо, чтобы внутренний радиус спущенной пружины  $r$  (рис. 49, а) был равен наружному радиусу  $r_1$  заведенной пружины (рис. 49, б). Это условие может быть выполнено в том случае, если конструкция барабана отвечает следующим требованиям.

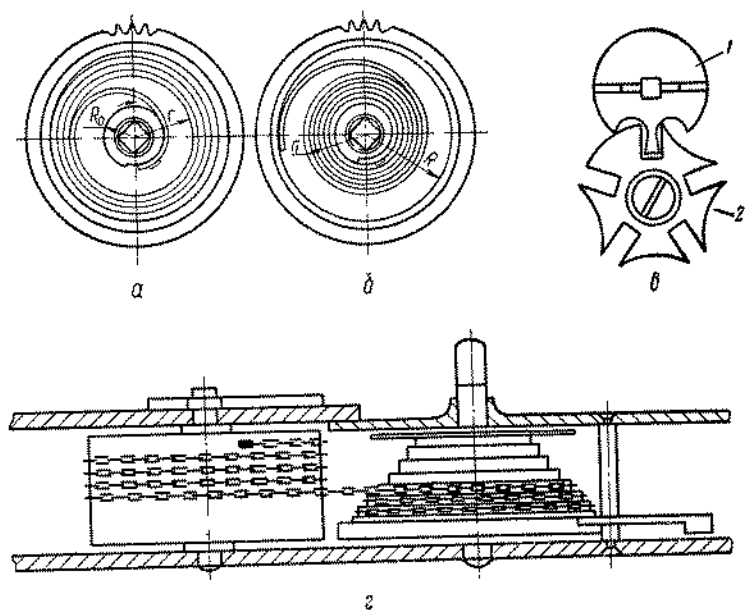


Рис. 49. Заводная пружина в барабане и стабилизаторы

1. В барабане должно находиться столько витков пружины (минимум 8,5), чтобы было обеспечено 4,5—5 полных оборотов барабана при полном заводе пружины.

2. Диаметр  $R_0$  вала барабана не должен превышать  $\frac{1}{3}$  внутреннего диаметра  $R$  барабана.

3. Толщина пружины не должна превышать  $\frac{1}{30}$  диаметра  $R_0$  вала барабана. Можно рекомендовать придерживаться соотношения между толщиной пружины и диаметром  $R$  барабана в соответствии с табл. 1.

Таблица 1

Рекомендуемые соотношения диаметра барабана и толщины пружины

Диаметр заводного барабана, мм	Толщина пружины, мм			Диаметр заводного барабана, мм	Толщина пружины, мм		
	слабая	нормальная	сильная		слабая	нормальная	сильная
5,25	0,05	0,06	0,07	14,25	0,17	0,18	0,19
6,00	0,06	0,07	0,08	15,00	0,18	0,19	0,20
6,75	0,07	0,08	0,09	15,75	0,19	0,20	0,21
7,50	0,08	0,09	0,10	16,50	0,20	0,21	0,22
8,25	0,09	0,10	0,11	17,25	0,21	0,22	0,23
9,00	0,10	0,11	0,12	18,00	0,22	0,23	0,24
9,75	0,11	0,12	0,13	18,75	0,23	0,24	0,25
10,50	0,12	0,13	0,14	19,50	0,24	0,25	0,26
11,25	0,13	0,14	0,15	20,25	0,25	0,26	0,27
12,00	0,14	0,15	0,16	21,00	0,26	0,27	0,28
12,75	0,15	0,16	0,17	21,75	0,27	0,28	0,29
13,50	0,16	0,17	0,18				

Крутящий момент заводной пружины не стабилен в процессе работы часов, что особенно характерно для туго заведенной и сильно спущенной пружины. Для предотвращения полного спуска пружины и ее перезаводки имеется специальное устройство — мальтийский крест (рис. 49, в). Он состоит из поводковой шайбы 1, закрепляемой на квадрате вала барабана, и собственно креста 2, имеющего четыре-пять лопастей и располагаемого на барабане. Число лопастей креста должно быть равно числу оборотов барабана, причем одна лопасть, имеющая выпуклость, должна быть стопорной. При заводке пружины с каждым полным оборотом заводного вала поводковая шайба своим пальцем, входящим в паз между лопастями, поворачивает крест на одну лопасть. Как только палец шайбы дойдет до лопасти с выпуклостью, вращение вала будет прервано и заводка пружины окажется ограниченной по верхнему пределу. При спуске пружины, вращающийся барабан будет обкатывать крест по поводковой шайбе, приводя его в обратное вращение. Как только выпуклая лопасть креста дойдет до

пальца шайбы, спуск пружины прекратится и ее усилие окажется ограниченным по нижнему пределу.

Более сложные устройства находят преимущественное применение лишь в специальных часовых приборах и прецизионных часах высокого класса. Например, наиболее употребительным приспособлением, используемым в морских хронометрах, является улитка. Это приспособление состоит из гладкого (без зубчатого венца) барабана с заводной пружиной (рис. 49, з) и улитки, выполненной в виде конуса со спиральной канавкой, идущей по его поверхности. Улитка соединена с барабаном тонкой стальной цепью, один конец которой закреплен на наибольшем радиусе улитки (в нижней ее части), а другой — на наружной поверхности барабана. Когда пружина в барабане полностью заведена, то цепь полностью намотана на улитку, когда пружина спущена, цепь работает на максимальном радиусе улитки. Таким образом максимальное тяговое усилие пружины передается на минимальный радиус улитки. По мере роспуска пружины и перематывания цепи с улитки на поверхность барабана тяговое усилие пружины будет уменьшаться, а радиус улитки увеличиваться. Таким образом достигается компенсация падения тягового усилия пружины. Заводка пружины также осуществляется через улитку, для чего ее ось имеет квадрат для надевания ключа. Колесо улитки, сопряженное с колесной передачей часов, выполняет функции зубчатого венца барабана. Во избежание нарушений хода хронометра в моменты заводки колесо улитки сопряжено с улиткой через гешперную пружину (устройство и принцип действия описан выше).

В прецизионных часах для выравнивания усилия заводной пружины используют устройство, также напоминающее гешпер. В этом случае ходовое колесо устанавливают на оси триба со свободой поворота на некоторый угол. Колесо сопряжено с осью миниатюрной спиралью, напоминающей спираль баланса и предназначенной для работы в качестве промежуточной заводной пружины. Сущность действия этого устройства состоит в том, что пока ходовое колесо заперто анкером, вспомогательная спираль заводится, накапливая энергию, передаваемую на триб ходового колеса от заводной пружины. После освобождения ходового колеса оно под действием вспомогательной спирали сообщает анкеру импульс, причем энергия вспомогательной спирали отдается мгновенно и полностью. Вновь оказавшись запертым, ходовое колесо создает условия для очередного подзавода вспомогательной спирали. Таким образом, независимо от величины тягового усилия заводной пружины на анкер передается импульс постоянной величины, зависящий от усилия вспомогательной спирали.

Полностью спущенная заводная пружина все еще обладает некоторым критическим моментом. Это происходит вследствие

того, что свободная пружина при ее укладке в барабан несколько сжимается, приобретая некоторый натяг. Регулируя это первоначальное натяжение, можно частично стабилизировать крутящий момент пружины. С этой целью свободной заводной пружине придают специальную форму, например буквы S, завивая наружный конец пружины в обратном направлении. Кроме того, применяют желобчатые пружины, или пружины с поперечной кривизной (см. рис. 48, а).

При работе с заводными пружинами необходимо помнить, что все они (кроме пружин из нержавеющей стали) легко подвергаются коррозии. Если на пружине имеются коррозионные пятна, то использовать такую пружину уже нельзя, так как спустя непродолжительное время она лопнет в месте коррозии. Коррозия возникает от прикосновения потных пальцев, от действия влажного воздуха, от попадания на пружину брызг слюны при продувке пружины ртом; коррозию могут вызвать приставшие к пружине пылинки и волос щетки, а также испарения каких-либо кислот или реактивов, хранящихся без должной аккуратности на рабочем месте.

Все пружины во время хранения должны быть смазаны маслом, завернуты в промасленную бумагу и уложены либо в металлическую фольгу, либо в мешочек из полистирола.

**Ремонт деталей гиревого двигателя.** Наиболее частым повреждением в гиревом двигателе подвержены цепи и пружинки собачек.

Цепи в процессе эксплуатации подвергаются значительным растяжениям, деформирующим отдельные звенья. Отдельные звенья цепи могут раскрыться и либо нарушить нормальное зацепление цепи со звездочкой, либо вызвать обрывы цепи.

Деформировавшиеся звенья цепи сжимают плоскогубцами двумя нажимами: первый нажим для сведения разошедшихся концов звена производят в продольном направлении, второй — для исправления формы звена в поперечном. Если разошедшиеся концы звена при первом обжатии не совпадают торцами, то это звено захватывают с боков двумя плоскогубцами, после чего скручивающим движением совмещают торцы концов звена.

Утрата небольшого отрезка цепи (до 20—25 звеньев) практически не сказывается на работе часов. При утрате более значительного отрезка цепи его восстанавливают, подобрав цепь необходимой длины со звеньями соответствующих форм и размеров. Изготовить небольшой отрезок цепи мастеру не представляет затруднений. Для этого сначала изготавливают оправку — пластинку из латуни или твердого дюралюминия, сечение которой по форме и размеру должно соответствовать отверстию звена изготавливаемой цепи. Длина оправки не должна превышать 200 мм. У одного из концов оправки просверливают небольшое отверстие.

Конец латунной проволоки соответствующего диаметра закрепляют в отверстии оправки (длина проволоки не должна превышать 1,5 м) и зажимают в верстачных тисках. Проволоку на расстоянии 250—300 мм от места крепления зажимают в ручных тисках. Рекомендуется применять ручные тиски с полый рукоятью и цилиндрическим отверстием в центре губок, чтобы проволоку можно было пропустить сквозь тиски и облегчить в дальнейшем таким образом последующие ее перехваты (рис. 50).

Проволоку навивают на оправку равномерными круговыми движениями, одновременно слегка скручивая, что способствует

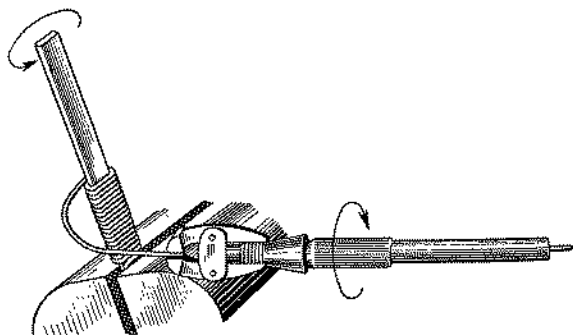


Рис. 50. Навивка звеньев цепи (стрелками показаны направления одновременного вращения ручных тисков)

более плотному прилеганию навиваемых витков и придаст проволоке некоторую нагартованность, повышающую ее твердость. Оправку с навитой проволочной спиралью вынимают из тисков, кладут на твердую деревянную подкладку и слегка проковывают деревянным молотком обе плоскости, выравнивая будущие звенья. Откусывают закрепленный в отверстии оправки конец проволоки и, постепенно сдвигая спираль по оправке, звено за звеном разрезают спираль лобзиком или тонкой дисковой фрезой на станке, опирая оправку со спиралью на подручник. Готовые звенья собирают, выравнивают и сжимают описанным выше способом.

Новую пружинку для собачки можно изготовить из стальной ленты или из отрезка заводной пружины настенных часов. Толщина ленты должна несколько превышать толщину изготавливаемой пружинки. Прежде всего на поверхность стальной ленты методом «восковой фотографии» наносят контур пружинки. Для этого одну из плоскостей заготовки зачищают наждачной шкуркой, а затем слегка нагревают и смазывают воском так, чтобы защищенная поверхность покрылась тонкой

пленкой воска. На вошеную поверхность (после остывания воска) накладывают сломанную пружинку, расположив ее куски так, чтобы место крепления пружины (ее более утолщенная часть) оказалось удаленной от края заготовки, а наиболее тонкий наружный конец пружинки соприкасался с одной из кромок заготовки.

То место заготовки, на котором расположена сломанная пружинка, нагревают до голубого цвета, после чего заготовку остужают легким дуновением. После удаления с поверхности заготовки кусков сломанной пружинки на заготовке окажется точный отпечаток пружины — белый на голубом фоне. Получив «восковую фотографию», приступают к опиловке пружины, используя напильники различной конфигурации со слегка изношенной не очень крупной насечкой. Обрабатываемую пружину не следует сразу отделять от остальной полосы заготовки; последняя служит удобной рукояткой для всей последующей обработки пружинки. Соединительную перемычку между остатком заготовки и наиболее утолщенной частью изготавливаемой пружинки удаляют в последнюю очередь.

Когда контур пружинки опилен почти до требуемого размера, приступают к полировке ее боковых сторон. Эту операцию выполняют на деревянном бруске, зажатом в тиски, равномерными движениями инструмента, направленными вдоль обрабатываемой поверхности. Придав пружине окончательную форму, ее отрезают от заготовки. Доводку пружинки выполняют, зажав ее в щипцы с предохранительным кольцом. Затем в пружинке просверливают отверстия для винтов, штифтов или заклепок. Для сверления пружинку накладывают на пластинку латуни и плотно зажимают в наручных тисках. Латунная подкладка предотвратит поломку сверла при его выходе из отверстия. После сверления приступают к опиловке плоскостей пружинки. Эту операцию выполняют на бруске мягкого дерева, установленном в тиски. В брусок забивают короткие латунные штифты, входящие в отверстия пружинки при ее установке на бруске. Обработку плоскости производят одним-двумя медленными проходами напильника, к которому прикладывают значительное давление. Перевернув пружину, таким же образом опиливают и вторую плоскость, следя за строго горизонтальным перемещением напильника. Опиловку завершают снятием заусенцев с ребер пружинки и легкой раззенковкой отверстий\*.

Закаливают пружину путем нагрева до вишнево-красного цвета с последующим быстрым остыванием в масле. Для устранения деформации пружинки во время закалки рекомендуется обмотать пружину тонкой железной проволокой. Отпускают пружину

---

\* Распространенный способ выпиливания пружины по контуру обломка, закрепленного припоем на заготовке, применять не рекомендуется.

жину до почти синего цвета. Эту операцию производят либо путем нагрева пружинки на лотке для воронения, либо путем кипячения пружинки в густом машинном масле. При отпуске пружинки на лотке необходимо, как только пружинка приобретет требуемый цвет, снять ее с лотка; в противном случае отпуск достигнет нежелательной стадии.

По качеству отделки готовая деталь должна быть подобна всем остальным деталям механизма.

**Ремонт деталей пружинного двигателя.** Наиболее частым поломкам в пружинном двигателе подвержены: заводные пружины, крючки барабана и заводного вала, зубья барабана и барабанного колеса, пружинка собачки. Возможны также случаи разработки отверстий в крышке и корпусе барабана, деформации крышки, поломка винта барабанного колеса или винта собачки. Часовому мастеру, приступающему к ремонту пружинного двигателя, следует помнить, что неправильное вскрытие барабана, а также неправильное вкладывание или извлечение пружины могут привести к поломке деталей этого узла. Вынимая пружину за внутренний конец, не следует давать ей сразу развертываться со всей силой. В карманных и наручных часах это приведет к деформации пружины и порче наружной кромки барабана, а при разборке барабана настенных часов может серьезно повредить пальцы мастера. Вынимать пружину надо очень осторожно, придерживая ее вместе с барабаном левой рукой, не давая пружине возможности мгновенно развернуться. Из барабанов крупногабаритных часов пружину рекомендуется извлекать при помощи специального кольца 1 (рис. 51, а). Для этого барабан с открытой крышкой зажимают за квадрат вала в верстачные тиски.левой рукой барабан слегка поворачивают и, удерживая его в этом положении, надевают на пружину кольцо 2. После этого извлечение пружины, охваченной кольцом 3, не представляет затруднений. Вскрывают крышку барабана легким, но резким ударом деревянного молотка по торцу заводного вала. Барабан при этом держат в пальцах левой руки, пропустив квадрат вала (если это крупногабаритные часы) между указательным и средним пальцами. После удара крышка остается на ладони и таким образом устраняется опасность внезапного развертывания пружины.

К типичным дефектам заводной пружины относятся: поломка замков на внутреннем или наружном конце, разрыв пружины в ее средней части, а также разрыв пружины на несколько кусков. Причинными этих дефектов обычно являются: коррозия пружины, поперечные царапины на поверхности пружины и повреждения ее кромки, избыточная высота крючка барабана, превышение соотношения между высотой крючка вала и толщиной пружины, заниженный диаметр вала барабана по отношению к толщине пружины. Мастер, заменяющий или

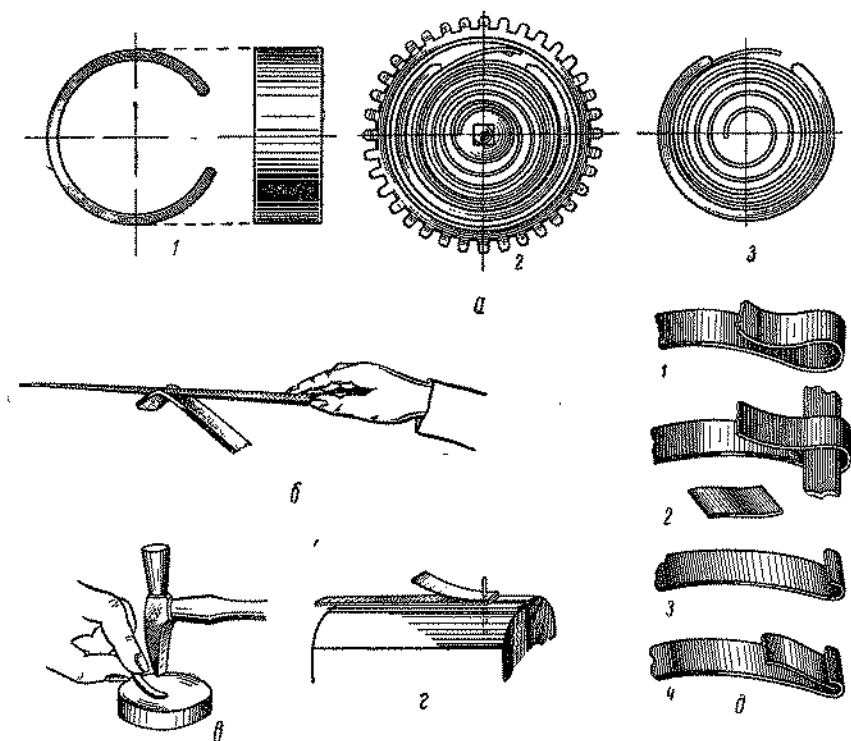


Рис. 51. Ремонт деталей пружинного двигателя

исправляющий пружину, обязан выяснить и устранить причину ее поломки.

Пружины, разорвавшиеся в средней части, подлежат замене. Обязательной замене подлежат также севшие пружины, т. е. пружины, подвергшиеся усталостной деформации в процессе длительной эксплуатации. Такая пружина при извлечении из барабана почти не распрямляется.

Наиболее частым обрывам подвержен замок внутреннего конца пружины. Если обрыв внутреннего витка не превышает одного оборота пружины, такую пружину можно исправить. Но эту операцию нужно производить с большой тщательностью, так как при исправлении внутреннего витка его приходится вытягивать и распрямлять, а это может нарушить правильную спиральную форму пружины и пружина начнет тереться о дно и крышку барабана. Кроме того, в районе внутреннего витка возникнет большее, чем обычно, натяжение, которое в дальнейшем вызовет повторный обрыв замка. Замок внутреннего конца пружины следует исправлять лишь в тех случаях, когда нет возможности заменить всю пружину.



Для изготовления нового замка внутренний конец пружины должен быть опущен на такую величину, чтобы он плотно охватывал вал барабана на один оборот при распушенной пружине. Необходимо также следить за плавностью перехода от отожженного участка пружины к участку нормальной твердости. Внутренний виток пружины обычно подвергают отжигу на самом краю, но не более чем на 5—8 мм; далее в пределах одного (максимум  $1\frac{1}{2}$ ) оборота должна следовать зона отпуска, постепенно переходящая от серого цвета до светло-синего. Отпущенный конец пружины подвергают шлифовке и полировке для снятия окалины. Диаметр отверстия на внутреннем конце пружины должен быть немного больше диаметра крючка вала барабана. Наилучшим способом изготовления отверстия является его пробивка специальными щипцами. Отверстие можно также пропилить трехгранным напильником (рис. 51, б). Конец пружины в том месте, где должно быть прорезано отверстие, должен быть слегка изогнут. Прорезав в изогнутом колене щель, ее затем (после выпрямления пружины) при помощи круглого напильника исправляют по форме и доводят до требуемого размера. Во избежание трещин в отверстии нельзя оставлять острых углов. Наружные углы пружины также следует округлить, чтобы они не упирались в крышку и дно барабана. Но к этому способу изготовления отверстия в пружине следует прибегать только в исключительных случаях, так как необходимость изгиба и последующего выпрямления конца пружины создает в зоне отверстия нежелательные напряжения металла, способствует появлению микротрещин в кромке пружины и т. д.

При изготовлении новой пружины внутренний конец после отжига и просечки отверстия подвергают изгибу расчеканиванием (рис. 51, в).

Замок наружного витка пружины можно исправить в том случае, если этот виток оборвался в пределах половины его оборота. Рассмотрим два типичных случая этого ремонта.

Замок с отверстием исправляют так же, как и замок внутреннего витка.

Исправление замка с накладками любых типов сопряжено в большинстве случаев со сверлением отверстия в пружине для заклепки. Например, если ремонтируют замок с простой накладкой, то конец пружины нагревают на расстоянии, не превышающем 6—7 мм, подвергая отпуску. Отверстие просверливают круглым надфилем, конец которого заточен острым трехгранником. Для этого, положив пружину на брусок твердого дерева, ее обрабатывают надфилем до тех пор, пока на обратной стороне пружины не появится выпуклость, после спиливания которой в пружине появляется отверстие. Очистив пружину от окалины, в ее отверстие вставляют отрезок мягкой

стальной проволоки. Проволоку зажимают в тиски (рис. 51, г) и, надев на нее накладку, проволоку обрезают. Выступающий конец опиливают так, чтобы он лишь незначительно поднимался над поверхностью накладки и расклепывают. После этого пружину вынимают из тисков, обрезают другой конец проволоки, также опиливают и расклепывают.

Замок со съемным вкладышем (рис. 51, д) изготавливают следующим образом. Докрасна отжигают конец пружины длиной 10—12 мм и, не вынимая из пламени, постепенно изгибают, образуя сначала изгиб с большим радиусом кривизны. Небольшой кусок пружины 2 вставляют между сжатыми концами, после чего пружину вновь нагревают и осторожно сжимают плоскогубцами, предварительно нагрев их губки, чтобы пружина не треснула. Излишек пружины отрезают напильником или ножовкой, оставляя выступ замка 3 длиной до 1—1,5 мм. Загнутый выступ замка остро зашлифовывают изнутри. Из излишка пружины делают вкладыш с заостренной передней кромкой, придают ему небольшой изгиб и вкладывают в замок 4.

При подборе новой пружины сначала при помощи калибра обмеряют обломок дефектной пружины, а затем подбирают новую пружину. При измерении толщины пружины микрометром измеряемый отрезок следует распрямить, так как кривизна пружины может внести значительную погрешность в измерения.

*Дефекты и контроль узла барабана:* к типичным дефектам заводного барабана следует отнести биение или перекос барабана на валу вследствие износа отверстий, деформацию или поломку зубьев, поломку крючка, ослабление посадки крышки, деформацию дна или крышки.

Проверку барабана производят при вынутой заводной пружине, закрепив квадрат вала барабана в тисках. Медленно вращая барабан пальцем, проверяют правильность и плавность его вращения. Если барабан вращается с наклоном, следует уплотнить отверстия для цапф вала. Отверстие в дне барабана обычно изнашивается в большей степени, чем отверстие в крышке, так как оно находится ближе к зубьям и испытывает большую нагрузку. Если отверстие разработалось без изменения его конфигурации и перекос барабана вызван увеличением радиального зазора цапфы, то это отверстие следует стянуть подобраным по размеру отверстием пуансоном с внутренней выточкой. Отверстия стягивают с внутренней стороны барабана. Удар пуансона должен быть ровный и точный, чтобы не сместить отверстие. Поверхность наковальни, на которую кладут барабан, должна быть полированной. Стянутое отверстие подправляют колезваром и заполировывают круглой гладилкой. Если износ отверстия не может быть устранен стягиванием или если изношенное отверстие приобрело овальную форму, такое отверстие необходимо футеровать. Для этого от-

верстие расширяют разверткой и раззенковывают с обеих сторон. На станке вытачивают латунную пробку, придав ее наружной поверхности очень малую конусность. Пробку вставляют в барабан с внутренней стороны, чтобы она плотно входила в отверстие на половину своей высоты. Положив барабан на брусок твердого дерева, осаживают футер при помощи плоского пуансона. Закрепляют в тисках круглую наковальню, на ней устанавливают барабан внутренней стороной. Сильным ударом плоского пуансона по наружному торцу футера его расклепывают в отверстии барабана. Закрепив барабан в чашечном патроне станка, протачивают плоскости торцов футера сперва с наружной, затем с внутренней сторон. Точно намечают центр и сверлят отверстие. Диаметр сверла должен быть меньше цапфы; размер отверстия доводят при помощи колезвара. Чтобы отверстие при этом не получилось коническим, его разворачивают с двух сторон, возможно чаще проверяя по цапфе вала. Окончательную доводку отверстия производят круглой гладилкой\*.

Отверстие в крышке барабана исправляют аналогично, т. е. путем стягивания или футерования. В тех случаях, когда после исправления отверстий нарушается их соосность, этот недостаток устраняют, поворачивая крышку на все больший угол до тех пор, пока не будет устранено биение барабана (лучше, если производится повторное исправление смещенного отверстия).

Если после исправления отверстий вал барабана лишился осевого зазора, нужно нижний торец вала упереть в брусок твердого дерева, слегка нажать на барабан и незначительно прогнуть его дно (рис. 52, а). При необходимости еще более увеличить осевой зазор вала нужно перевернуть крышку и вставить ее в барабан без вала. Вал следует установить снаружи в отверстие крышки и легким ударом по торцу вала прогнуть крышку.

Зубья барабана, имеющие заусенцы, царапины и другие мелкие недостатки, следует зачистить карцовочной щеткой. Отдельные погнутые зубья выпрямляют отверткой, небольшим ножом, или специальными плоскогубцами с очень тонкими губками. Сильно погнутые зубья могут при правке отломиться. В этом случае барабан заменяют или вставляют отломившиеся зубья. Для этого на месте сломанного зуба высверливают отверстие, в котором нарезают резьбу. В отверстие ввинчивают резьбовой штифт из нагартованной латунной проволоки. Вставленный зуб осторожно (чтобы пламя отклоняемое февкой, почти не касалось стенки барабана) припаивают оловом или

---

\* Установка заранее просверленного футера не рекомендуется, так как при этом легче возникает нарушение соосности.

оловянным припоем. После пайки штифт укорачивают до высоты зуба и опиливают, придавая ему форму остальных зубов.

При исправлении барабанов крупногабаритных часов, зубья которых несут весьма большие нагрузки, сломанный зуб заменяют двумя штифтами, расположенными в непосредственной близости. После пайки эти штифты обрабатывают вместе, чтобы образовался один зуб.

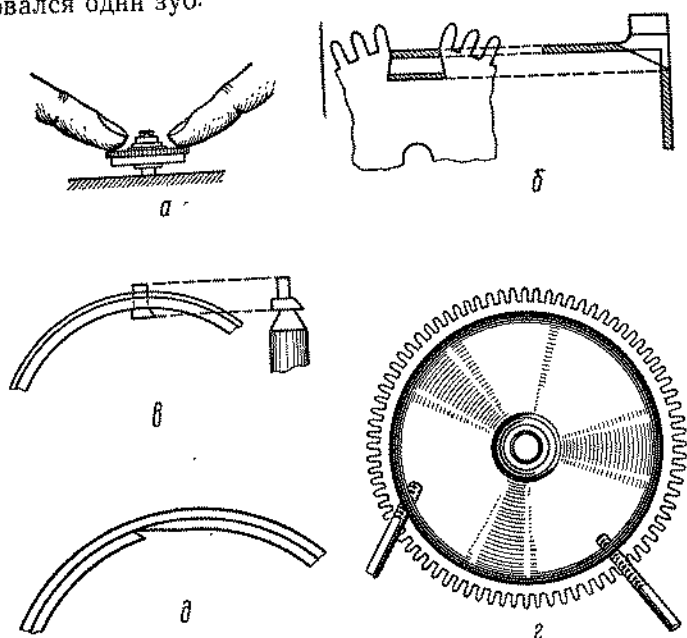


Рис. 52. Ремонт деталей барабана

Более сложен, но значительно эффективнее способ исправления зубьев, показанный на рисунке 52, б. В этом случае в барабан вставляют клиновой замок, под который в барабане вырезают гнездо, захватывающее и обод и коробку барабана. Гнездо имеет конфигурацию «ласточкиного хвоста». Клин, вырезанный из твердой латуни, пригоняют точно по размеру гнезда и припаивают легкоплавким припоем. Излишки клина срезают. Наружную и внутреннюю сторону зубьев на исправляемом участке токарным станке. Опилку зубьев на исправляемом участке производят при помощи шаблона, изготовляемого заранее по профилю уцелевших на барабане зубьев.

Затупившийся крючок барабана исправляют ножовкой. Сломанный крючок заменяют новым. Для изготовления крючка существует три способа. Простейшим из них является выдавливание крючка при помощи специальных щипцов (см.

рис. 21, в). Второй способ предусматривает выпиливание крючка из мягкой стали (рис. 52, в), его установку в отверстии барабана и расклепывание. До установки крючка отверстие в барабане раззенковывают с наружной стороны. Выступающую часть расклепанного хвостовика крючка опиливают заподлицо со стенкой барабана. В третьем случае в стенке барабана просверливают отверстие и нарезают в нем резьбу. Отверстие должно быть расположено точно посередине высоты барабана. На мягкой стальной или твердой латунной проволоке нарезают резьбу и ввертывают в барабан. Отметив на проволоке высоту и направление крючка, ее вывинчивают из барабана и опиливают крючок. Эту операцию удобно выполнять, закрепив проволоку в винтовальной доске. Готовый крючок устанавливают на место и припаивают. Излишнюю проволоку отрезают и опиливают заподлицо со стенкой барабана. На рисунке 52, г показаны два способа установки резьбовых крючков: в прямое и в наклонное отверстие. Изготовленный крючок должен быть достаточно острым, чтобы надежно удерживать пружину; диаметр крючка должен быть несколько меньше отверстия в пружине; высота крючка должна быть такой, чтобы второй виток распушенной пружины лишь слегка соприкасался с его торцом.

В крупногабаритных часах крючок иногда изготовляют путем подрезки стенки. Прорезь не должна быть глубже проточки, на которую ложится крышка (рис. 52, д). Нанеся грабштихелем на стенку барабана риску, прорезь выполняют бархатным или полубархатным ножеобразным надфилем. Окончательную подрезку производят ножовкой.

К специфическим погрешностям крышки относятся: ее излишне тугая или слабая посадка. Если крышка не входит в барабан, следует слегка пройти шабером по окружности выточки в стенке барабана. Если крышка держится слабо, следует сузить отверстие в барабане. Для этого барабан кладут на твердую деревянную подставку и, слегка нажимая воронилом на верхнюю кромку выточки для крышки, завальцовывают кромку.

<sup>1</sup> Если дно барабана или крышка имеют вмятины, их плоскость исправляют гладилками.

Наиболее частыми поломками вала барабана являются: срыв головки винта, крепящего барабанное колесо и деформация крючка.

Если обломок винта выступает над поверхностью квадрата вала, его иногда удается вывернуть, захватив ручными тисками. Удалить винт можно также, поворачивая его острым резцом, либо в торце винта прорезать шлиц и вывернуть его отверткой. В том случае, когда обломок винта находится на уровне или несколько ниже плоскости квадрата вала, необходимо

отпустить конец вала и ножеобразным надфилем одновременно сделать поперечную прорезь на квадрате вала и торце обломка винта. Обломок вывинчивают отверткой. Если обломок винта заклинился и вывернуть его не удастся, необходимо отпустить весь вал и высверлить обломок. После этой операции следует увеличить отверстие и нарезать в нем новую резьбу. Возникший при отпуске цвет побежалости удаляют с поверхности вала слабым раствором соляной кислоты. Вал, находившийся в кислоте, необходимо промыть в содовом растворе и воде.

Если крючок на валу барабана затупился, его можно исправить, углубив прорезь под крючком ножовкой. Если крючок сломан, следует изготовить новый. Для этого в валу просверливают наклонное отверстие глубиной, превышающей это отверстие в 3—4 раза. Края отверстия очищают от заусенцев. Из прутка мягкой стали вытачивают слабokonический штифт, диаметр которого должен быть таким, чтобы штифт свободно входил в отверстие до половины своей длины. Штифт запрессовывают в отверстие на валу, а его выступающую часть опиливают в форме крючка.

Основные случаи ремонта барабанного колеса и собачек. Если в барабанном колесе разработано квадратное отверстие, это может стать причиной значительного перекоса колеса на валу барабана, вплоть до выхода барабанного колеса из зацепления с собачкой. Устраняют этот дефект футерованием. Для этого расширяют квадратное отверстие колеса и, укрепив в нем квадратный футер, просверливают в нем отверстие, которое затем распиливают тонким квадратным надфилем на квадрат. Углы квадрата выправляют трехгранным надфилем. Если на валу износились углы квадрата, то квадрат слегка уменьшают. Отверстие в колесе должно быть выполнено в соответствии с новым размером квадрата.

Если в барабанном колесе сломан один или несколько зубьев, а заменить колесо не представляется возможным, то в колесо вставляют новые стальные зубья\*. Вставленный зуб пропиливают твердым (латунным или серебряным) припоем и опиливают до надлежащего размера. Колесо закалывают и отпускают до светло-синего цвета. Недостающие зубья можно выпилить из однотипного старого барабанного колеса.

Если разработано квадратное отверстие храпового колеса, устанавливаемого на квадрате вала барабана крупногабаритных часов, его исправляют остро заточенным пуансоном-зубилом, нанося удары у самого края отверстия, параллельно его сторонам. Стянутое отверстие слегка выправляют опилочкой.

---

\* Способ установки зубьев изложен на стр. 147.

Пружинки собачек наручных и карманных часов, изготовленные из тонкой стальной нагартованной (рояльной) проволоки, подвержены довольно частым поломкам. Изготовить такую пружинку из нового отрезка струны не сложно.

Пружинки для крупногабаритных часов выпиливают из ленточной стали соответствующей толщины.

К дефектам собачек карманных и наручных часов относится износ их зубьев и нарушение осевого зазора. Устранение дефекта заключается в замене изношенной собачки новой. В отдельных случаях мастер может изготовить новую собачку из ленточной стали, используя метод «восковой фотографии». Готовую собачку закалывают и отпускают до светло-синего цвета. Наружную поверхность собачки подвергают полировке. Для сохранения строгой параллельности сторон собачки при шлифовке и полировке удобно использовать приспособление для отделки винтов (см. рис. 28, е). Обрабатываемую деталь подклеивают шеллаком к нижней плоскости приспособления.

Если собачка имеет большой вертикальный зазор, его уменьшают, укорачивая втулку, на которой установлена собачка, и опуская таким образом витт собачки. Под собачку можно подложить тонкую шайбу.

Возможные дефекты ограничителей типа мальтийский крест и стабилизаторов крутящего момента заводной пружины:

а) износ пальца поводковой шайбы и его заклинивание на лопастях креста;

б) заклинивание креста в выемке поводковой шайбы вследствие увеличения радиального зазора креста.

В обоих случаях дефект устраняют заменой изношенной детали или изготовлением новой. Избыточный радиальный зазор креста также устраняют высверливанием втулки для крепления креста и запрессовкой на ее место новой большего диаметра.

В стабилизаторе с улиткой наиболее частым дефектом является обрыв цепи. Недостающие звенья выпиливают по заранее изготовленному шаблону, засверливают и собирают на тонких заклепках. При сборке звеньев необходимо следить за легкостью их взаимного перемещения.

Для установки пружины в барабан следует применять машину для завивки пружин (см. рис. 27, е). Для часов малых калибров применяют приспособление облегченного типа (рис. 53, а), либо используют старый барабан с прорезанной стенкой (рис. 53, б). При навивке пружины в приспособление вкладывают предохранительное кольцо 1 (см. рис. 51, а). Пружину вводят в барабан вместе с кольцом, которое затем извлекают, слегка подзаведя пружину. До навивки пружины ее предварительно протирают полотняной тряпочкой, зажав конец пружины плоскогубцами и протягивая ее через сложенную

ветошь. После этого пружину протирают маслом, пропуская ее аналогичным образом через промасленную папиросную бумагу. Промывать пружину в бензине не рекомендуется, так как это способствует возникновению коррозии. Также не рекомендуется устанавливать пружину в барабан от руки, поскольку в этом случае все полотно пружины многократно контактирует с пальцами, а трение пружины о кромку барабана может нарушить посадку крышки.

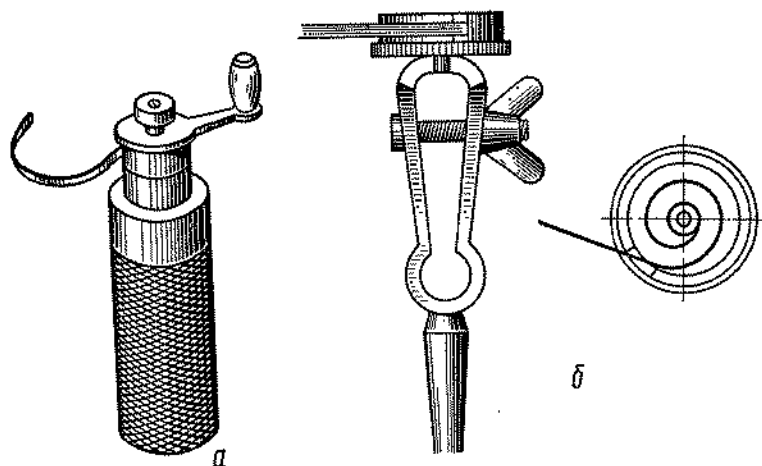


Рис. 53. Приспособления для навивки пружин часов малых калибров

Установив пружину в барабан, закрепив ее наружный замок и установив вал, пружину смазывают двумя-тремя каплями соответствующего масла, подаваемого на витки пружины. Избыток масла вреден, так как он выжимается из витков тугозаведенной пружины и, выступая из барабана, пачкает механизм. Цапфы вала также смазывают.

Крышку барабана запрессовывают, положив барабан между двумя брусками твердого дерева (с отверстиями для концов вала, выступающих из барабана) и равномерно сжимая бруски. Заменяя пружину, особое внимание следует обратить на соответствие параметров пружины и ремонтируемого механизма. Несоответствие параметров вызовет ряд недостатков.

1. Сильная пружина вызывает усиленный износ всех деталей колесной передачи, узла хода и регулятора, механизма завода часов вследствие увеличения трения между всеми движущимися деталями. Регулятор хода будет работать с прыском. Часы будут спешить. Кроме того, излишне сильная пружина опасна в момент поломки, так как лопнувшая пружина



жина наносит резкий удар по барабану и у него ломаются зубья. Могут быть сломаны также зубья центрального триба и верхняя цапфа оси промежуточного колеса.

2. Слабая пружина полностью исключает описанные явления, но она не может обеспечить нормальную работу механизма. Ход часов со слабой пружиной будет вялым, часы будут отставать и даже останавливаться.

3. Длинная пружина непригодна, поскольку она почти полностью заполняет барабан, сокращая число его рабочих оборотов.

4. Короткая пружина в ряде случаев может обеспечить работу часов в течение суток. Однако ее использовать не рекомендуется, так как в течение последних пяти-шести часов перед полным раскручиванием пружины ее крутящий момент резко падает и часы идут со значительным отставанием.

5. Широкая пружина совершенно непригодна к работе из-за повышенного трения ее кромок о дно и крышку барабана. В некоторых случаях этот недостаток можно устранить легкой проточкой дна и крышки барабана, но этот способ несовершенен, так как ослабляет указанные детали.

6. Узкую, но достаточно сильную пружину можно применить в качестве крайней меры, но при этом необходимо помнить, что узкая пружина перемещается в барабане со значительными деформациями витков (вспучивание по плоскости), что вызывает дополнительное усиленное трение пружины о дно или крышку барабана. Работа такой пружины неполноценна.

## РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ ЗУБЧАТОГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ

Зубчатым зацеплением или зубчатой передачей в часах называется система зубчатых колес, связывающая друг с другом отдельные функциональные узлы часового механизма. В обыкновенном часовом механизме различают четыре основные системы зацепления.

Первая — основная система, называемая ангренажем, осуществляет передачу усилия заводной пружины от барабана на ходовое колесо. Кроме того, ангренаж выполняет функции счетного механизма, так как скорости вращения отдельных его осей выбирают таким образом, что их можно использовать для отсчета времени в минутах и секундах.

Вторая система зацепления — стрелочный механизм, осуществляющий передачу движения от минутного триба к часовому колесу. Эта передача выполняет только счетные функции.

Третья и четвертая системы зацепления образуют так называемый ремонтур. Одна из этих систем передает вращение от заводного вала на барабанное колесо при заводке

пружины; другая — от заводного вала на минутный триб и часовое колесо при переводе стрелок часов.

Обычно часовые колеса состоят из двух деталей: собственно колеса, выполненного в виде латунного диска с определенным количеством зубьев, расположенных по периметру, и стального триба, выполненного как одно целое с осью.

Основа принципа действия колесной передачи заключается в том, что колесо, имеющее больший диаметр, делает меньше оборотов, а колесо меньшего диаметра (в данном случае триб) делает во столько раз больше оборотов, во сколько раз его диаметр меньше диаметра большего колеса.

Передачу вращения и усилий зубчатая пара осуществляет в месте соприкосновения зубьев колес и трибов по так называемой начальной окружности. Начальная окружность в сущности имеет тот диаметр, который имели бы фрикционные диски, работающие с таким же передаточным отношением, как рассматриваемая пара колесо-триб. Каждое колесо или триб характеризуется тремя окружностями: начальной окружностью, окружностью выступов и впадин. Окружностью выступов называется окружность, описанная из центра колеса (триба) и ограниченная вершинами головок зубьев. Окружностью впадин называется окружность, описанная из центра колеса (триба) и проходящая через основания ножек зубьев. На рис. 54, а показано правильное зацепление колеса с трибом, имеющим закругленную вершину и заостренную вершину зубьев.

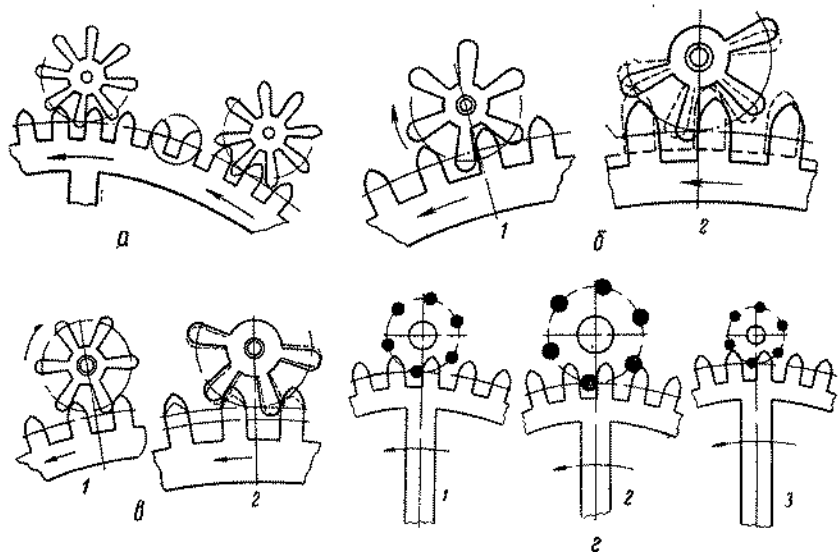


Рис. 54. Погрешности зацепления

Глубина, на которую зубья триба входят во впадину колеса, или зубья колеса во впадину триба, считая по линии центров называется глубиной зацепления. Правильным зацепление между трибом и колесом будет тогда, когда начальные окружности колеса и триба соприкасаются в одной точке. При глубоком зацеплении (рис. 54, б) начальные окружности колеса и триба пересекаются 1. Глубокое зацепление может быть устранено вальцеванием колеса 2 либо, что значительно труднее, смещением отверстия для цапф оси колеса или триба в мосту и платине.

При мелком зацеплении (рис. 54, в) начальные окружности колеса и триба не соприкасаются и не пересекаются 1. Мелкое зацепление можно устранить корректировкой межцентрового расстояния, а также увеличением диаметра колеса 2, при помощи специальных приспособлений.

Колесо и триб должны иметь одинаковый шаг зацепления. Зубчатая пара работает правильно в том случае, если профиль зубьев не нарушен и глубина зацепления выполнена надлежащим образом.

В часах упрощенной конструкции (преимущественно устаревших типов) вместо фрезерованных трибов применены цевочные трибы, имеющие вместо зубьев штифты, набранные между двумя шайбами с отверстиями для установки штифтов. Число штифтов обычно равно восьми или двенадцати, но не меньше шести. Цевочные трибы просты в изготовлении, малочувствительны к ошибкам межцентрового расстояния и легче переиосят загрязнение. Чтобы снизить трение в зубчатой передаче и ослабить ее износ, штифты цевочных трибов также должны вращаться. Начальная окружность цевочного триба проходит через центры штифтов. На рисунке 54, г показано правильное цевочное зацепление 1 и два случая его характерных нарушений, когда применяют триб увеличенного диаметра с толстыми штифтами 2 и триб заниженного диаметра 3.

При ремонте часов иногда приходится подбирать недостающее колесо или триб. Размеры (т. е. диаметр) колеса или триба определяют при помощи различных мерительных инструментов и калибров (см. рис. 15); обмер колес и трибов производят по окружности их выступов. Количество зубьев определяют расчетом.

При расчетах чисел зубьев и оборотов искомого колеса или триба наиболее удобно пользоваться передаточным отношением\*.

---

\* Передаточным отношением называется число, показывающее, во сколько раз ведомое колесо вращается быстрее ведущего, и определяемое как отношение диаметра (или чисел зубьев) колеса и триба.

Обозначим числа зубьев колес и трибов следующими индексами:

$Z_б$  — число зубьев барабана;  
 $Z'_ц$  — число зубьев центрального триба;  
 $Z_ц$  — число зубьев центрального колеса;  
 $Z'_п$  — число зубьев промежуточного триба;  
 $Z_п$  — число зубьев промежуточного колеса;  
 $Z'_с$  — число зубьев секундного триба;  
 $Z_с$  — число зубьев секундного колеса;  
 $Z'_х$  — число зубьев ходового триба.

Предположим, что:  $Z_б=72$ ,  $Z'_ц=12$ ,  $Z_ц=80$ ,  $Z'_п=10$ ,  $Z_п=75$ ,  $Z'_с=10$ ,  $Z_с=80$  и  $Z'_х=8$ , тогда передаточные числа для каждой пары зацепления будут равны:

$$\frac{Z_б}{Z'_ц} = \frac{72}{12} = 6; \quad \frac{Z_ц}{Z'_п} = \frac{80}{10} = 8; \quad \frac{Z_п}{Z'_с} = \frac{75}{10} = 7,5;$$

$$\frac{Z_с}{Z'_х} = \frac{80}{8} = 10.$$

Известно, что на оси центрального колеса находится минутная стрелка, совершающая один оборот в час. Исходя из этого известного числа оборотов центральной оси можно произвести расчет. Передаточное отношение от оси центрального колеса к оси ходового колеса может быть записано следующим образом:

$$\frac{Z_ц Z_п Z_с}{Z'_п Z'_с Z'_х} = \frac{80 \cdot 75 \cdot 80}{10 \cdot 10 \cdot 8} = 600,$$

т. е. за один оборот центрального колеса ходовое колесо сделает 600 оборотов.

Ходовое колесо чаще всего имеет 15 зубьев и передает баланс за один оборот 30 импульсов, так как каждый зуб сообщает два последовательных импульса (первый по входной, второй — по выходной палетам)\*.

Зная полное число колебаний баланса в час, можно по передаточным отношениям определить число зубьев любого колеса или триба:

$$\frac{Z_ц Z_п Z_с \cdot 2Z_x}{Z'_п Z'_с Z'_х} = \frac{80 \cdot 75 \cdot 80 \cdot 2 \cdot 15}{10 \cdot 10 \cdot 8} = 18\,000 \text{ колебаний в час.}$$

**Пример.** Определить число зубьев утраченного секундного колеса для часов, ангренаж которых имеет трибы и колеса с числами зубьев, равными указанным выше, а баланс совершает 18 000 колебаний в час. Воспользуемся известной формулой. Подставим в формулу значение чисел зубьев:

$$\frac{80 \cdot 75 \cdot Z_с \cdot 2 \cdot 15}{10 \cdot 10 \cdot 8} = 18\,000,$$

откуда  $Z_с = 18000 : 225 = 80$  зубьев.

\* В формуле это учитывается введением коэффициента 2 перед  $Z_x$ .

Предположим, что для этих же часов необходимо подобрать весь узел секундного колеса, т. е. определить число зубьев колеса и триба. Тогда

$$\frac{80 \cdot 75 \cdot Z_c \cdot 2 \cdot 15}{10 \cdot Z_c' \cdot 8} = 18\,000,$$

откуда

$$\frac{Z_c}{Z_c'} = \frac{18\,000}{2250} = \frac{8}{1}.$$

Таким образом, становится известным соотношение зубьев секундного колеса и его триба, по которому можно подобрать наиболее вероятное значение искоемых чисел зубьев, например:

$$\frac{Z_c}{Z_c'} = \frac{80}{10}.$$

Число зубьев барабана определяют по продолжительности хода часов от одной полной заводки пружины.

**Пример.** Определить число зубьев барабана, если известно, что продолжительность хода часов равна 36 ч, а барабан за это время совершает 5 оборотов. Передаточное отношение между барабаном и центральным трибом можно выразить как

$$\frac{Z_{ц'}}{Z_6} = \frac{36}{5}.$$

Поскольку известно, что  $Z_{ц'} = 10$ , то  $\frac{10}{Z_6} = \frac{36}{5}$ , откуда  $Z_6 = 72$  зуба.

Для карманных и наручных часов существуют некоторые установившиеся соотношения количества зубьев колес и трибов ангренажа (табл. 2).

Таблица 2

Соотношения количества зубьев колес и трибов для карманных и наручных часов

Наименование колеса или триба	Номер варианта зацепления							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Центральное колесо . . . . .	75	80	64	80	80	80	80	64
Триб промежуточный . . . . .	10	10	8	10	10	10	10	8
Промежуточное колесо . . . . .	70	60	60	75	75	75	70	70
Триб секундный . . . . .	8	8	8	10	10	10	8	8
Секундное колесо . . . . .	64	60	60	80	60	70	60	60
Триб ходовой . . . . .	7	6	6	8	6	7	7	7
Ходовое колесо . . . . .	15	15	15	15	15	15	15	15

Приступая к ремонту зубчатой передачи, прежде всего проверяют скат колес. Для этого, удалив из механизма баланс и анкер, под заводят двумя-тремя оборотами головки заводного

вала пружину и дают колесам ангренажа свободно вращаться до полной остановки. Если ходовое колесо после остановки колес совершит незначительный поворот в обратном направлении, значит состояние зубчатой передачи хорошее, т. е. скат «легкий». При исследовании ангренажа рекомендуется проверять качество зацепления колес попарно, т. е. вращая барабан с центральным колесом, центральное колесо с промежуточным и т. д. Если при проверке какой-либо пары выявится недостаточная плавность и слаженность ее работы, эту пару следует тщательно, зуб за зубом, проверить по всей окружности. Боковой зазор между зубьями в среднем должен находиться в пределах 0,1—0,17 шага, а радиальный составлять примерно 0,4 модуля.

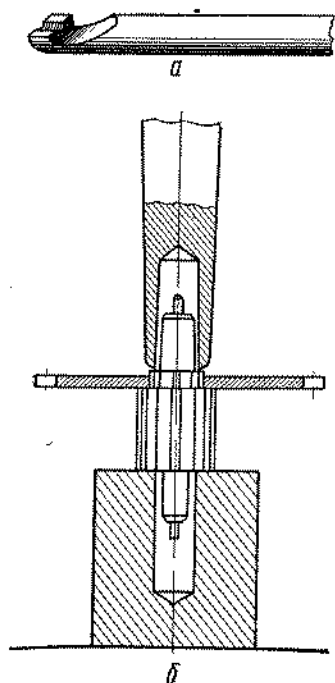


Рис. 55. Исправление дефектов колес и трибов

Оси центрального и секундного колес должны быть строго перпендикулярны к плоскости платины и мостов. Перпендикулярность этих осей проверяют по перемещению минутной и секундной стрелок относительно плоскости циферблата. Если конец стрелки, проходя над одной стороной циферблата, приподнимается, а над другой — опускается, значит проверяемая ось имеет перекос. Промежуточное и ходовое колеса также не должны иметь перекоса в опорах, однако это условие менее существенно, так как оси этих колес не несут стрелок и могут нормально функционировать даже при наличии незначительного перекоса.

Исправляя перекос центрального колеса, производят футеровку моста или платины и засверливают в латунной пробке новое отверстие с учетом необходимого смещения оси для устранения перекоса. Эту операцию лучше всего производить с верхним отверстием (в мосту), так как в этом случае футеровка не влияет на высоту установки центрального триба относительно барабана. Однако если в верхнем отверстии имеется камень, то исправлению подвергают отверстие в платине, следя за тем, чтобы высота центрального триба относительно барабана осталась неизменной. Отверстие в футере лучше всего сверлить на токарном станке, установив платину с закрепленными на ней

цифронировать даже при наличии незначительного перекоса. Исправляя перекос центрального колеса, производят футеровку моста или платины и засверливают в латунной пробке новое отверстие с учетом необходимого смещения оси для устранения перекоса. Эту операцию лучше всего производить с верхним отверстием (в мосту), так как в этом случае футеровка не влияет на высоту установки центрального триба относительно барабана. Однако если в верхнем отверстии имеется камень, то исправлению подвергают отверстие в платине, следя за тем, чтобы высота центрального триба относительно барабана осталась неизменной. Отверстие в футере лучше всего сверлить на токарном станке, установив платину с закрепленными на ней

мостами в универсальной планшайбе. При сверлении отверстия в мосту механизм центруют на планшайбе по отверстию в платине, чтобы обеспечить точность последующего отыскания центра сверления.

В тех случаях, когда конфигурация платин и мостов не позволяет проверить качество зацепления какой-либо пары колес, рекомендуется использовать приспособление, показанное на рис. 25, а, устройство и принцип действия которого уже описывались. Это же приспособление можно использовать для контроля радиального и плоскостного биений колеса. В качестве ориентира при этой проверке можно использовать одну из спиц свободной пары.

Если колесо установлено на трибе с перекосом, то нужно установить триб в одном из отверстий нитбанка и плоским пуансоном с отверстием, имеющим диаметральный срез (рис. 55, а), нанести легкий удар по соответствующему участку задней стороны триба.

Если колесо насажено на триб эксцентрично, следует выбить триб и вновь надеть колесо, закрепив его расклепкой при помощи пуансона (рис. 55, б), и вновь проверить плавность его зацепления с ведомой парой.

Незначительное радиальное биение может быть устранено легкой обработкой колеса на вельцмашине либо путем опилки выступающих зубьев напильником барретт. В обоих случаях следует внимательно следить за тем, чтобы не уменьшить толщину обрабатываемого зуба.

К дефектам колес относятся также односторонний износ зубьев, их деформация и поломка. При одностороннем износе следует снять колесо с триба, перевернуть и снова посадить на ось, чтобы неисправная сторона зубьев больше не участвовала в работе.

Незначительно сработанные зубья исправляют, оттягивая обод колеса или его отдельные зубья. Если оттяжку зубьев производят непосредственно молотком, то удары надо наносить несколько под углом, держа молоток наклонно, так как прямыми ударами можно нарушить форму колеса. После этого плоскость колеса слегка опиливают, уничтожая следы ударов. Так как после оттягивания расстояние между зубьями и их ширина изменяются, колесо осторожно выправляют на вельцмашине и очищают от заусенцев.

Погнутый зуб исправляют широкой отверткой, упирая ее в основание соседнего зуба и отгибая поврежденный зуб в требуемом направлении. Исправленный зуб слегка опиливают напильником барретт.

Для вставки и крепления новых зубьев применяют пять различных способов: прямой замок, замок «ласточкин хвост», цилиндрический замок, внакладку и наконiec

установка зубчатого сектора при замене одновременно нескольких зубьев.

В колесах, работающих с незначительным усилием, сломанный зуб заменяют новым, закрепляемым в *прямом замке* (рис. 56, а). В том месте обода, где необходимо вставить новый зуб, выпиливают прямоугольный паз, в который плотно вставляют прямоугольную пластинку латуни. С нижней стороны колеса накладывают небольшое количество припоя и нагревают обод, избегая его непосредственного прикосновения с пламенем спиртовки. Когда припой расплавится, на место пайки добав-

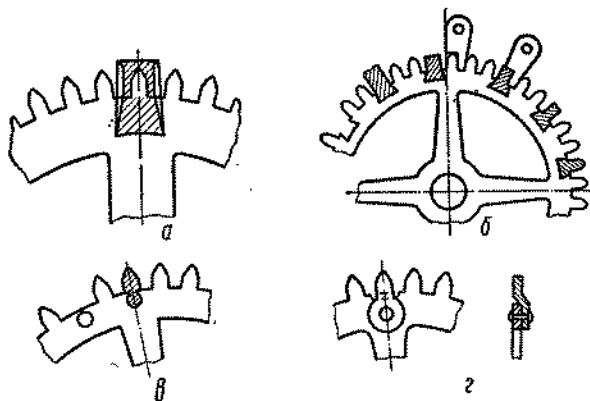


Рис. 56. Разновидности замков для крепления зубьев

ляют еще немного олова и продолжают пайку до тех пор, пока капли олова не выступят на противоположной стороне обода колеса. Вставленный зуб обрабатывают напильником, и шаблоном снимают излишек припоя.

В тех случаях когда колесо работает, передавая большие усилия, новый зуб укрепляют в замке «ласточкин хвост» (рис. 56, б) и припаявают таким же образом, как и предыдущий. Вставленный зуб опиливают по простому шаблону, благодаря которому можно контролировать высоту зуба, ширину межзубцовой впадины, и ширину самого зуба.

Обрабатывать колеса со вставными зубьями на вельцмашине не рекомендуется, поскольку исправленные зубья могут быть выбиты из обода фрезой.

*Цилиндрический замок* (рис. 56, в) применяют в тех случаях, когда ремонтируемое колесо имеет очень тонкий обод. Для этого сбоку обода просверливают небольшое отверстие и пропиливают прорез. Заготовку замка выполняют со специальным цилиндрическим хвостовиком, который после установки в отверстие слегка расклепывают с обеих сторон и пропаявают. Дальнейшую обработку зуба производят обычным путем.



*Крепление внакладку* (рис. 56, *г*) применяют только для колес крупногабаритных часов с тонким ободом. Этот способ крепления следует применять лишь в исключительных случаях, поскольку подобный метод ремонта, хотя и обеспечивает исправление колеса, но портит его внешний вид. Заготовку зуба закрепляют заклепкой и пропаивают. Прежде чем устанавливать зуб в обод, слегка углубляют межзубцовую впадину.

При необходимости сменить сразу несколько зубьев используют готовую часть от старого колеса с зубьями аналогичной формы и размера.

*Крепление зубчатого сектора* осуществляют в пазу типа «ласточкин хвост» с последующей пропайкой. Плоскость колеса после такого ремонта шлифуют грифелем с маслом, нанесенным на пробку, прижимаемую к колесу, вращающемуся в станке. Можно выполнить и штриховую шлифовку колеса, установив его также в станок и работая арканзасским камнем.

После исправления зубьев следует тщательно удалить заусенцы путем шлифовки нижней плоскости колеса с последующей очисткой зубьев металлической или карбидной щеткой.

Фрезерованный триб, зубья которого подверглись значительному износу или сильной коррозии, практически исправлению не подлежит и должен быть заменен. Подбор нового триба осуществляется путем его обмера микрометром, штангенциркулем или специальными калибрами. В случае если коррозия зубьев триба незначительная, эти зубья можно очистить и отполировать. Точильный камень смазывают маслом и о его поверхность натирают острозаточенную чурку; затем этой чуркой снимают коррозию триба. Полируют зубья также чуркой, на тертой полировальной пастой или крокусом.

Для полировки торцевой поверхности триба рекомендуется применять простое приспособление (рис. 57, *а*) в виде небольшой трубки 1, которой поддерживается латунная или медная шайба 2 с кольцевой проточкой. Поверхность 3 шайбы покрывают полировальной пастой. Установив в станок колесо, его приводят во вращение при помощи хомутика 4. Если полируемую поверхность требуется предварительно отшлифовать, то эту операцию рекомендуется производить при помощи грифеля, разведенного маслом.

Погнутые, стершиеся или сломанные штифты в цевочных трибах необходимо заменить новыми. Штифт должен быть правильной цилиндрической формы и хорошо отполированным. Его толщина должна точно соответствовать толщине остальных штифтов. Рекомендуется новый штифт изготовлять не из отрезка проволоки требуемого диаметра, а вытачивать на токарном станке. Готовый штифт устанавливают в отверстиях

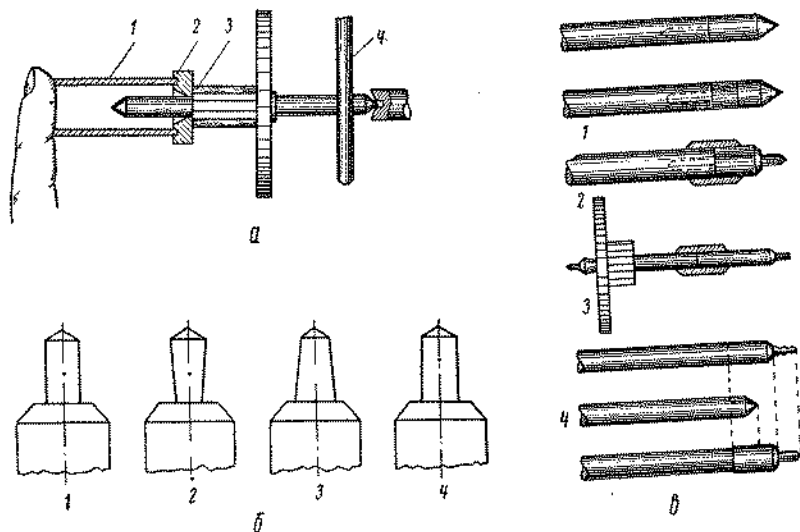


Рис. 57. Полирование торца триба, разновидности цапф и способы их исправления

шайб, после чего входное отверстие шайбы стягивают керне-  
нием.

Так как цапфы осей должны иметь абсолютно правильную  
форму, их подвергают тщательной обработке.

Несколько типичных случаев нарушения формы цапфы  
(1 — правильная форма; 2 — обратный конус; 3 — прямой ко-  
нус; 4 — притупление угла заплечика) показаны на рис. 57, б.  
Цапфы всех осей рекомендуется полировать во время каждого  
ремонта часов. Оси крупногабаритных часов можно полировать  
на токарном станке; цапфы карманных и наручных часов об-  
рабатывают на цапфмашине.

Наиболее распространенный способ исправления сломанных  
цапф с помощью машинки для сверления осей (см. рис. 26, в)  
уже был описан. Укажем несколько способов, применяемых  
для исправления цапф тонких осей в крупногабаритных  
часах.

Приступая к ремонту цапфы, необходимо помнить, что диа-  
метры цапф должны обеспечить нормальный радиальный зазор.  
Длина оси триба должна в то же время обеспечить достаточ-  
ный осевой зазор. Высота цапфы должна быть такой, чтобы  
она немного выступала из отверстия камня или футора, спо-  
собствуя удержанию масла.

В первом случае исправления цапфы 1 (рис. 57, в) изме-  
ряют длину оси, затем укорачивают ось и засверливают. Выто-  
чив заготовку нового участка оси, ее запрессовывают в отвер-

стие. Ось устанавливают в станок и обтачивают. Для повышения прочности ось может быть пропаяна легким припоем либо, если это требуется, на ось может быть насажена дополнительная стальная муфта 2.

Можно избежать сверления оси, отрезав ее поврежденную часть, выточив новый участок оси и соединив легким припоем обе части оси глухой стальной муфтой 3.

Последний способ исправления изношенной цапфы состоит в отрезании поврежденной части оси, вытачивания новой цапфы и ее посадки непосредственно на конец обрезанной оси 4. Место соединения также рекомендуется пропаять. Перечисленные способы хотя несколько портят внешний вид детали, но вполне удовлетворяют требованиям точности и качества обработки цапф.

При ремонте ангренажа часовой мастер часто встречается также с необходимостью исправления опор. Как уже отмечалось, опоры применяются двух типов: в виде простых отверстий в платине и мостах, а также в виде камневых подшипников (рис. 58, а).

Исправление разработанных отверстий футерованием, а также метод замены камней в часах устаревших конструкций, в которых камни закрепляются с помощью специальных оправ — втулок, был описан выше (стр. 54). Рассмотрим методику ремонта камневых опор в современных механизмах.

Камневые подшипники применяют нескольких типов (рис. 58, б): со сквозным, цилиндрическим и оливированным отверстиями, цилиндрические стенки которого сопрягаются с плоскостями камня по относительно большому радиусу, накладные глухие камни с плоской опорной поверхностью. Обычные камни, применяемые в качестве опор для центральной, промежуточной, секундной, а также, в большинстве случаев, и для ходовой и анкерной осей имеют с наружной стороны сферическое углубление для удержания масла. Камни, работающие в паре с накладными камнями, воронку для масла имеют с нижней стороны.

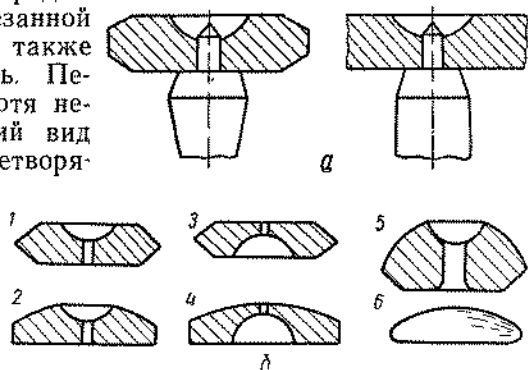


Рис. 58. Разновидности опор часовых камней: а — опоры; б — часовые камни: 1 — сквозной для крепления в оправе; 2 — сквозной для запрессовки; 3 — балансый для крепления в оправе; 4 — балансый для запрессовки; 5 — сквозной с оливом; 6 — накладной

Применение каменных опор из синтетического рубина снижает трение, уменьшает износ осей и сохраняет неизменным межцентровое расстояние.

При запрессовке камней очень важно правильно подготовить отверстие под имеющийся диаметр камня, которое должно быть на 0,01 мм меньше диаметра камня. Камни можно запрессовывать только при помощи специального потанса. Конец пуансона, применяемого для запрессовки камней, должен быть хорошо отполирован и точно соответствовать диаметру камня. В случае, если диаметр отверстия не соответствует диаметру камня отверстие следует исправить разверткой или пушечным сверлом, диаметр которых должен быть на 0,01 мм меньше диаметра камня.

При удалении лопнувшего камня пуансон должен быть несколько меньше диаметра камня. В противном случае можно повредить края отверстия.

В случае, если камень запрессовывали многократно, отверстие может деформироваться, что приведет к ослаблению пресовой посадки камня. В этом случае отверстие необходимо слегка стянуть и вновь откалибровать разверткой или пушечным сверлом соответствующего диаметра.

При запрессовке камня необходимо следить за глубиной его посадки, чтобы не изменился осевой зазор. В этом случае необходимо пользоваться микрометрическим винтом потанса. Обычно глубину запрессовки определяют предварительно по старому камню до его удаления из отверстия. Если же камень запрессовывается только до уровня моста или платины — можно применить пуансон, диаметр которого несколько больше диаметра камня, и запрессовать камень до упора. Недопустимо для запрессовки камней пользоваться потансами, подача пуансона в которых осуществляется при помощи молотка.

Камни со сферической поверхностью нельзя запрессовывать плоским пуансоном. В таком случае применяют специальные пуансоны с обратной сферой либо с центральным отверстием, опирающиеся на камень только по периметру. Эти пуансоны — самоцентрирующиеся, плавающие. Жесткие пуансоны снабжены подпружиненным центровочным конусом, расположенным внутри пуансона.

При запрессовке камня со сквозным отверстием, работающим в паре с накладным камнем, необходимо учитывать зазор между сферической поверхностью сквозного камня и плоской поверхностью накладного, который не должен превышать 0,02 мм; зазор необходим для удержания масла в опоре.

**Стрелочный механизм.** Расположен с подциферблатной стороны платины и содержит: минутный триб, вексельное колесо с вексельным трибом и часовое колесо. Кроме того, стрелочный механизм содержит одно (реже два) вспомога-

тельное переводное колесо, находящееся в зацеплении с вексельным колесом. Характерным признаком стрелочной передачи является то, что ее колеса и трибы не имеют собственных осей. Минутный триб установлен на центральной оси, а вексельные колесо и триб — на штифте, закрепленном в платине; часовое колесо вращается на втулке минутного триба. В стрелочной передаче передаточное отношение обычно равно 12. Если обозначить:  $Z'_M$  — число зубьев минутного триба,  $Z_B$  — число зубьев вексельного колеса,  $Z'_B$  — число зубьев вексельного триба и  $Z_{\text{ч}}$  — число зубьев часового колеса, то передаточное отношение выразится следующим образом:

$$\frac{Z_B Z_{\text{ч}}}{Z'_M Z'_B} = 12.$$

Благодаря этой формуле можно определить число зубьев любого потерянного колеса или триба. Например, если известно, что  $Z_B = 36$ ,  $Z'_B = 10$ , а  $Z_{\text{ч}} = 30$ , то число зубьев минутного триба будет равно:

$$\frac{36 \cdot 30}{Z'_M 10} = 12 \text{ или } Z'_M = \frac{36 \cdot 30}{10 \cdot 12} = 9.$$

Для стрелочной передачи, как и для ангренажа, существуют установившиеся соотношения чисел зубьев колес и трибов (табл. 3).

Минутный триб в стрелочной передаче является основной деталью, обеспечивающей движение всего стрелочного механизма. Минутный триб сопряжен с центральной осью фрикционно. Трение между втулкой триба и осью должно быть достаточно большим, чтобы преодолеть сопротивление стрелочной передачи, но в то же время это трение должно быть достаточно малым, чтобы при переводе стрелок минутный триб свободно проворачивался на центральной оси, не вызывая торможения часового механизма.

Указанная «эластичность» фрикционной посадки минутного триба на центральную ось достигается тем, что на оси 1 (рис. 59, а) имеется коническая (обратный конус) или радиальная проточка, а втулка минутного триба снабжена двумя внутренними выступами, входящими в эту проточку при установке триба на оси. Выступы втулки по высоте должны находиться чуть выше проточки, что обеспечивает необходимый натяг, прижимающий торец минутного триба к торцу заплечика центральной оси. На рисунке 59, а показаны случаи правильной 2 и неправильной 3 посадки минутного триба в зависимости от взаимного расположения проточки и выступов. Трение наружной поверхности втулки минутного триба о внутреннюю

Соотношения чисел зубьев колес и трибов

Минутный триб	Часовое колесо	Вексельный триб	Вексельное колесо	Минутный триб	Часовое колесо	Вексельный триб	Вексельное колесо
8	24	6	24	12	32	8	36
8	28	7	24	12	48	10	30
8	32	8	24	12	40	10	36
8	40	10	24	12	45	10	32
8	24	8	32	12	48	12	36
8	30	10	32	12	30	10	48
9	24	6	27	12	36	12	48
9	28	7	27	12	42	14	48
9	40	10	27	12	45	15	48
9	24	8	36	12	48	16	48
9	30	10	36	14	42	7	28
10	40	8	24	14	48	8	20
10	32	8	30	14	40	10	42
10	40	10	30	14	48	12	42
10	48	12	30	15	48	8	30
10	30	10	40	15	48	12	45
10	36	12	40	15	45	12	48
10	42	24	40	16	48	8	32
10	45	15	40	16	40	10	48
12	36	6	24	16	48	12	48
12	42	7	24	16	72	12	32
12	48	8	24	18	48	8	36
12	36	7	28	30	72	8	40

поверхность трубки часового колеса снижают путем проточки втулки и образования на ней двух заплечиков.

Если для снятия минутного триба часовой мастер не располагает специальным приспособлением, эту операцию можно выполнить, зажав втулку триба в цанге токарного станка. Цангу слегка вращают, осторожно вытягивая ось из минутного триба. Снимают минутный триб также при помощи кусачек, которые опирают на неподвижную часть механизма. Если минутный триб относительно высок и возникает опасность поломки оси, так как при снятии триба кусачки должны описать слишком большую дугу, эту опасность можно предотвратить, применив деревянную прокладку, при помощи которой поднимают точку опоры кусачек.

Минутный триб устанавливать на ось рекомендуется на потансе, избегая резких и сильных ударов. Отверстие в пуансоне потанса должно соответствовать отверстию в трубке часового колеса, чтобы пуансон опирался на торцы зубьев триба. До посадки триба центральную ось слегка смазывают маслом.

Если посадка минутного триба происходит излишне туго, необходимо слегка сгладить выступы на втулке триба. Для

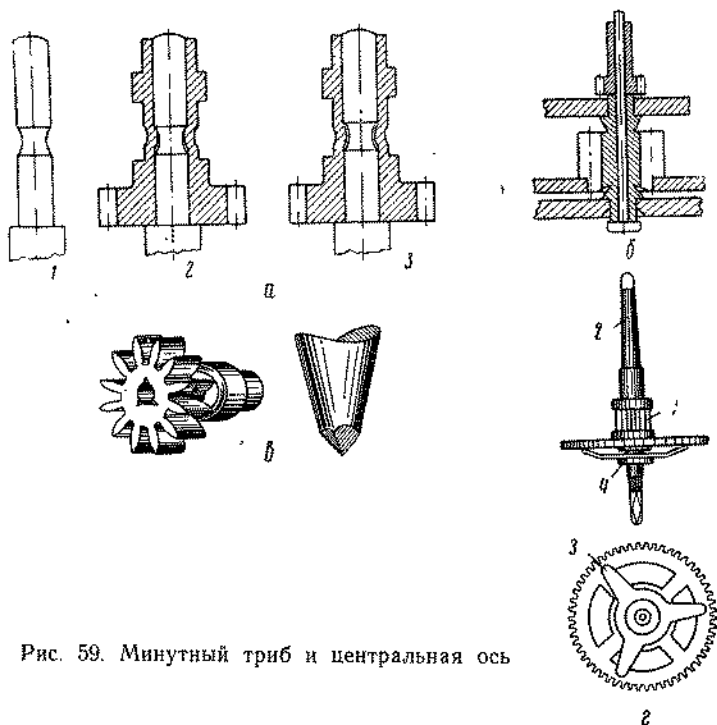


Рис. 59. Минутный триб и центральная ось

этого в отверстие триба, осторожно вращая, вводят гладкую стальную иглу или развертку.

Наиболее частым видом ремонта является исправление ослабевшей посадки минутного триба, возникающее у трибов, имеющих слишком короткую и толстую трубку втулки. Такой триб лучше всего направлять, начиная с проточки трубки, чтобы увеличить ее упругость. Сжимать минутный триб (для образования на его втулке уступов) можно кусачками, введя в отверстие минутника стальную иглу, диаметр которой несколько меньше отверстия. Для устранения опасности перекусывания минутного триба рекомендуется использовать кусачки с ограничителем. Наиболее успешно эту операцию выполняют при помощи приспособления, показанного на рис. 26, а, принцип действия которого уже описан.

В часах устаревших конструкций минутный триб крепится на центральном колесе посредством специального стержня, вставляемого в отверстие центральной оси (рис. 59, б). Этот стержень плотно, но свободно входит в центральную ось. Минутный же триб легко напрессовывается на выступающий конец. При ослаблении посадки минутного триба входную кромку

отверстия триба стягивают. Достаточно одного легкого удара молотком по острому трехгранному пуансону, чтобы на нижней стороне триба образовались три насечки (рис. 59, в), стягивающие отверстие.

Минутный триб в крупногабаритных часах крепится непосредственно на центральной оси (рис. 59, г). Центральное колесо 1 с цевочным или фрезерованным трибом свободно вращается на оси 2, на которую плотно напрессован минутный триб. Поскольку в этой конструкции минутный триб составляет с осью жесткую систему, фрикционность соединения, необходимая для перевода стрелок, достигается при помощи трехлопастной пружинной шайбы 3, удерживаемой на оси шайбой 4, напрессованной на ось и создающей необходимый натяг пружинной шайбы. В большинстве случаев минутный триб этой конструкции не имеет втулки. Ослабление посадки такого триба — редкий случай. При необходимости посадку исправляют стягиванием отверстия.

Вексельный триб или вексельное колесо ремонту подвергают сравнительно редко. Вексельное колесо с трибом устанавливают на оси, выполненной в виде штифта, запрессованного в платину, либо (в карманных и наручных часах) на оси, выполненной как одно целое с платиной при фрезеровании посадочного места под вексельное колесо. Если триб вексельного колеса имеет большой радиальный зазор, это может вызвать перекося вексельного колеса и проскакивание его зубьев относительно зубьев минутного триба, а также проскакивание часового колеса относительно вексельного триба. Этот дефект устраняют сменой оси вексельного триба. Если ось выполнена как одно целое с платиной, старую ось следует удалить, а на ее месте просверлить отверстие и в него запрессовать ось требуемого увеличенного диаметра. Если тело платины относительно тонко и запрессовка оси ненадежна, ось следует осторожно пропаять.

Если триб вексельного колеса насаживается на ось туго, в отверстие триба вводят проволоку красной меди, покрытую смесью масла с мелким наждаком, и шлифуют отверстие триба.

Если триб вексельного колеса качается в колесе, следует выбить триб, увеличить отверстие в колесе, произвести его футеровку и вновь запрессовать триб.

Если триб слишком высок и трется о циферблат, нужно сточить торец триба на мелкозернистом камне, после чего очистить от заусенцев отверстие и зубья триба. Необходимо помнить, что ось вексельного триба должна слегка выступать над поверхностью триба, предохраняя таким образом триб от соприкосновения с циферблатом. Слабо сидящую ось вексельного колеса заменяют новой.



Исправление и замену зубьев вексельного колеса выполняют в соответствии с описанной методикой.

Часовое колесо должно вращаться на минутном трибе совершенно свободно, однако его посадка на минутный триб должна выполняться с минимальным радиальным зазором, так как в противном случае перекося колеса может привести к нарушению зацепления между часовым колесом и вексельным трибом. Недостаток может быть устранен только заменой трубки часового колеса. Новую трубку вытачивают на токарном станке из латунной проволоки соответствующего диаметра, предварительно просверлив в ней отверстие и произведя наружную обточку на центрах.

Излишне тугую посадку часового колеса на минутный триб устраняют развертыванием отверстия в колесе. Эту операцию следует производить достаточно осторожно, так как при излишне резком нажиме развертки можно повредить тонкостенную трубку колеса. Высота трубки часового колеса должна быть такой, чтобы верхний заплечик минутного триба слегка выступал над торцом трубки. С нижней стороны часового колеса расклепанный бортик трубки должен образовать гладкий и ровный заплечик, устраняющий трение часового колеса по зубьям минутного триба.

Перемещение часового колеса в осевом направлении ограничивают круглой пружинящей шайбой, изготовляемой из нагартованной латунной фольги. Зубья часового колеса исправляют в соответствии с вышеизложенными рекомендациями.

К погрешностям работы колеса перевода стрелок преимущественно относятся заедания этого колеса вследствие нарушения зазоров либо ослабление посадки вследствие износа оси. Заедания колеса перевода стрелок обычно возникают при недостаточной высоте оси колеса, прижимаемого в этом случае к платине мостом ремонтуара. Для устранения этого недостатка следует шлифовать колесо на наждачном камне.

При избыточном осевом зазоре под колесо следует подложить латунную шайбу.

При избыточном радиальном зазоре следует или заменить ось, или вточить в колесо втулку.

Колесо перевода стрелок обычно изготавливается из стали, что несколько усложняет исправление его зубьев. При значительном износе зубьев колеса его рекомендуется заменить. В случае необходимости исправления одного-двух зубьев эта операция производится обычным путем. Необходимо помнить, что пайка вновь установленных зубьев должна производиться твердым припоем.

**Ремонтур.** Объединяет механизмы завода пружины и перевода стрелок. Механизм завода пружины для всех моделей часов в сущности одинаков и различается лишь способами

крепления составляющих его колес. Этот механизм содержит барабанное колесо, закрепленное на квадрате вала барабана, заводное или коронное колесо и заводной триб, находящийся в зацеплении с заводным колесом и установленный на заводном валу. Заводное колесо и заводной триб, находящиеся на перпендикулярных осях вращения, вступают в зацепление под прямым углом, что несколько усложняет условия взаимодействия этой пары. В часах устаревших конструкций заводное колесо имеет два зубчатых венца: первый для взаимодействия колеса с барабанным колесом; второй — торцовый — для взаимодействия с заводным трибом. Заводное колесо установлено на цилиндрическом заплечике в гнезде барабанного моста и закреплено накладной шайбой, удерживаемой винтом, часто имеющим левую резьбу. В часах устаревших моделей винт отсутствует и заводное колесо закреплено шайбой с резьбовым отверстием.

Механизм завода пружины в его упрощенном варианте, когда заводное колесо 1 (рис. 60, а) не имеет торцового венца. На этом же рисунке показана упрощенная система крепления заводного вала при помощи винта 2, ввинченного в барабанный мост и входящего в проточку на заводном валу. Подобная система крепления применялась в часах устаревших конструкций, снабженных для перевода стрелок кнопкой и не требующих вытягивания заводной головки для перевода стрелок. Хронологически этот механизм появился ранее других, и ознаменование с механизмами перевода стрелок целесообразно начать с этой упрощенной модели.

Ремонтуар с переводом стрелок при помощи кнопки — «подавки» (рис. 60, б) содержит кулачковую муфту, состоящую из заводного триба 1 и детали 2, носящей несколько названий: «бочонок», заводная муфта, кулачковая муфта, а также кулачковый триб. Обе эти детали установлены на заводном валу 3, причем заводной триб расположен на цилиндрическом участке вала, а заводная муфта на его квадрате; заводной триб и муфта сопряжены друг с другом торцовыми храповыми зубьями.

Заводной вал закреплен в платине 4. В проточку заводной муфты входит рычаг 5, который при помощи кнопки 6 может быть опущен. В верхнем положении рычаг удерживается пружиной 7. Рычаг, рабочий конец пружинки, а также вексельное колесо 8 удерживают мостом 9.

При вращении заводного вала, заводная муфта вращается вместе с валом и своими торцовыми зубьями увлекает заводной триб, вращение которого передается заводному колесу. Происходит заводка пружины. При обратном вращении заводного вала собачка барабанного колеса тормозит барабанное и заводное колеса, а соответственно и заводной триб. Храповые

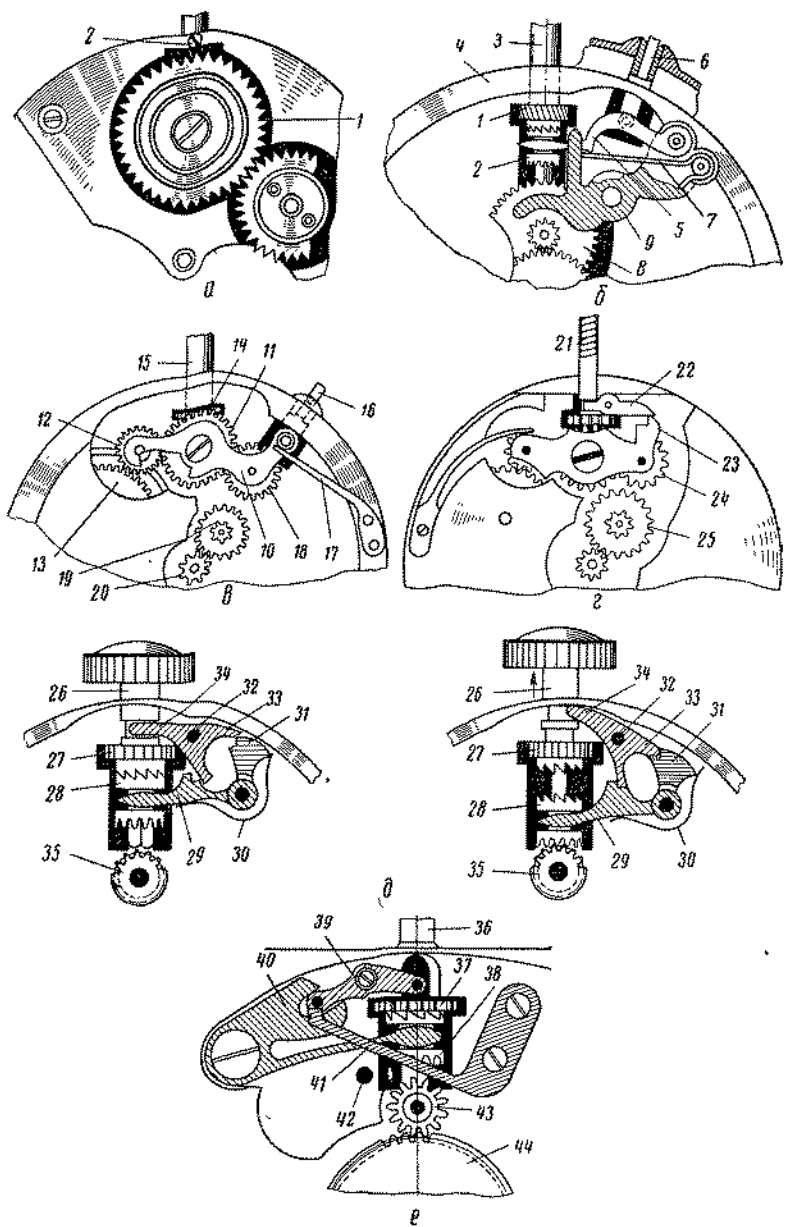


Рис. 60 Ремонтур

зубья кулачковой муфты проскальзывают вследствие опускания заводной муфты на квадрате вала.

При переводе стрелок нажатие кнопки вводит нижний торцовый зубчатый венц заводной муфты в зацепление с вексельным колесом. Происходит перевод стрелок, так как механизм завода пружины оказывается отключенным.

На рисунке 60, в показана упрощенная конструкция ремонтуара с качалкой или трензелем, применявшаяся в дешевых часах. Основу механизма составляет качающийся мост 10, ось вращения которого является ось центрального ремонтуарного колеса 11. С этим колесом взаимодействует колесо 12, также установленное на мосту и находящееся в зацеплении с барабанным колесом 13, устанавливаемым в этой конструкции под барабаном. Колесо 11 находится в постоянном зацеплении с заводным трибом 14, установленным жестко на заводном валу 15. При прямом вращении вала колесо 12 вращает барабанное колесо, осуществляя заводку пружины. При обратном вращении вала это колесо выходит из зацепления с барабанным колесом, слегка поворачивая мост.

Для перевода стрелок кнопкой 16 поворачивают мост, сжимая пружинку 17. При этом колесо 18 входит в зацепление с вексельным колесом 19, от которого вращение передается на минутный триб 20 и часовое колесо.

Более современный вариант этой конструкции (рис. 60, г) уже не имеет боковой кнопки. В этом случае для перевода стрелок необходимо вытянуть заводной вал 21, переключив таким образом ремонтуар из положения заводки пружины в положение перевода стрелок. При вытягивании заводной головки поворачивается рычаг 22, конец которого входит в проточку вала, удерживая его от выпадания. Хвостовик рычага 22 вызывает поворот моста 23 и входит в паз моста, фиксируя положение деталей ремонтуара для перевода стрелок. При повороте моста колесо 24 входит в зацепление с вексельным колесом 25.

На рисунке 60, д показана наиболее современная конструкция ремонтуара в двух ее положениях: слева — для заводки пружины и справа — для перевода стрелок. В этой конструкции на заводном валу 26 установлены заводной триб 27 и заводная муфта 28, в проточку которой входит хвостовик рычага 29, поддерживаемого пружиной 30. Вспомогательный рычаг 31, установленный на одной оси вращения с рычагом, также находится под воздействием пружины. В пазы рычагов 29 и 31 могут входить соответствующие плечи рычага 33 вращающегося на оси 32, третье плечо 34 которого взаимодействует с проточкой заводного вала. В этой конструкции при переводе стрелок вращение заводного вала от заводной муфты на вексельное колесо передается через колесо перевода стрелок 35.

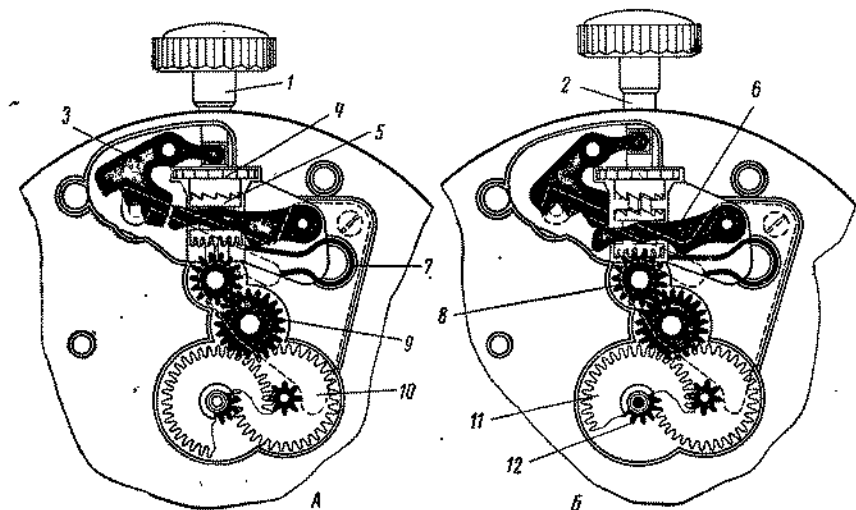


Рис. 61. Схема ремонтара современной конструкции:

А — в положении подзавода, Б — в положении перевода стрелок; 1 — заводная головка; 2 — заводной вал; 3 — переводной рычаг; 4 — заводной триб; 5 — заводная муфта; 6 — заводной рычаг; 7 — пружинка; 8, 9 — переводные колеса; 10 — вксельное колесо; 11 — часовое колесо; 12 — минутный триб

В наручных часах малого калибра часто можно встретить ремонтар, конструктивная схема которого показана на рисунке 60, е. В этой конструкции также имеются: заводной вал 36, заводной триб 37, заводная муфта 38, переводной рычаг 39, заводной рычаг 40. Отличительная особенность этой конструкции состоит в применении фасонной пружинки 41, взаимодействующей со штифтом переводного рычага и осуществляющей фиксацию двух его положений, а также в том, что эластичность действия кулачковой муфты обеспечивается пружинящим хвостовиком рычага 40. При установке ремонтара в положение перевода стрелок перемещение рычагов ограничивают упор 42. Узел перевода стрелок включает переводное колесо 43, находящееся в постоянном зацеплении с вксельным колесом 44.

В часах отечественной конструкции наиболее распространена схема ремонтара (рис. 61), отличительная особенность которого заключается в применении моста с пружинящим хвостовиком (показан пунктиром), предназначенным для фиксации положений переводного рычага, а также в использовании двух переводных колес (последнее отличие для отечественных часов не характерно и находит ограниченное применение).

При осмотре ремонтара часов, поступивших в ремонт, необходимо тщательно проверить состояние зубьев всех колес

и трибов, зазоры всех вращающихся деталей, а также правильность взаимодействия рычагов. Заводной триб и заводная муфта при износе их зубьев ремонту не подлежат. Эти детали могут быть только заменены. Многочисленные рычаги и пружинки в случае их поломки могут быть изготовлены по способу восковой фотографии. В случае неправильного взаимодействия рычагов допускается их взаимная пригонка путем опилочки или легкой расчеканки соответствующих мест. Рассмотрим несколько специфических случаев ремонта отдельных деталей ремонтюара.

Заводная головка (коронка) в современных часах представляет собой одну деталь, но в часах устаревших конструкций она состоит из двух деталей: основной (собственно головки) и капсулы, изготавливаемой из мягкого (обычно драгоценного) металла, которым обтягивают основную головку. Крепление юловки на резьбе заводного вала должно быть надежным, исключающим произвольные отвинчивания. Если покрытие голсвки нарушено или подверглась износу ее накатка, головку следует заменить. При подборе новой головки следует обращать внимание на правильность выбора ее формы и размеров. Головка не должна слишком плотно прилегать к корпусу часов и быть достаточно большой для удобства ее захвата при заводке часов.

Заводной вал является частым источником дефектов работы механизма ремонтюара. Изготавливая новый заводной вал, часовой мастер должен тщательно следить за правильностью его размеров. Избыточная конусность квадрата вала приведет к нарушению функционирования заводной муфты и быстрому износу этой сложной детали. При заниженном диаметре вала может возникнуть перекося заводного триба, в результате которого будут повреждены храповые зубья кулачковой муфты (рис. 62, а).

Рассмотрим подробнее вопрос о радиальном зазоре заводного вала. Избыточный зазор может вызвать выход переводного рычага из зацепления с заводным валом. Причиной увеличения зазора может быть износ отверстия в платине. Этот недостаток устраняют изготовлением вала большего диаметра или футерованием отверстия под вал. В тех случаях, когда отверстие для вала расположено на границе сопряжения платины и моста, в это отверстие может быть припасована втулка.

Наиболее часто встречающиеся погрешности в работе заводного вала следующие:

- 1) квадрат вала тоньше отверстия в заводной муфте;
- 2) короток заплечик заводного вала для установки заводного триба;
- 3) несколько занижен диаметр заводного вала;
- 4) тонка или коротка цапфа заводного вала;

5) узка выточка на валу для переводного рычага или имеет неправильную конфигурацию;

6) теснит в отверстии корпуса шейка заводной головки.

Любой из перечисленных недостатков может привести к нарушению взаимодействия деталей ремонтуара и их порче.

В современных конструкциях заводной вал 1 (рис. 62, б) удерживается в механизме часов концом или штифтом переводного рычага, входящим в проточку вала. Переводной ры-

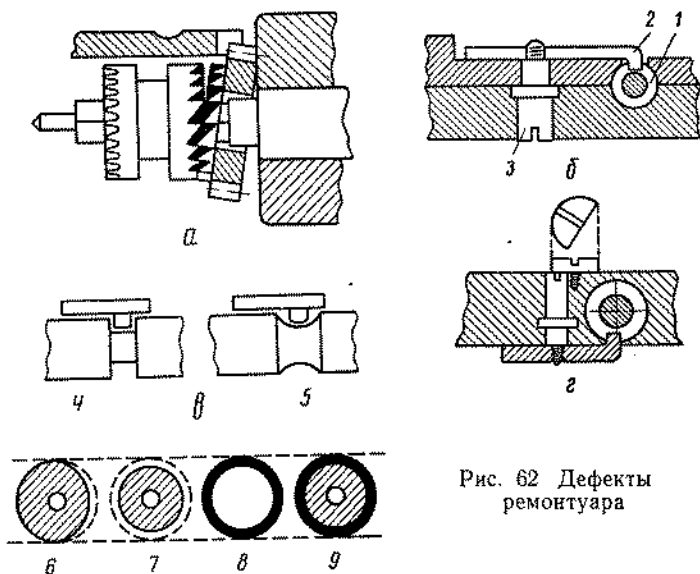


Рис. 62 Дефекты ремонтуара

чаг 2 вращается на оси, которая выполнена в виде винта 3 с заплечиками. Правильная высота этих заплечиков — одна из основных причин качественной работы ремонтуара. При избыточной высоте заплечика рычаг удерживает вал недостаточно надежно. Если высота заплечика мала, вал может быть прижат к платине, что приведет к постепенному вывинчиванию винта и выпадению заводного вала. Также необходимо следить за правильностью конфигурации проточки вала, которая должна иметь строго цилиндрическую форму 4 (рис. 62, в). Если края проточки изношены или ее форма такова, что углы 5 скруглены, то переводной рычаг может выходить из проточки, заклинивая вал. Как уже указывалось, потеря заводного вала чаще всего происходит из-за самопроизвольного отвертывания винта переводного рычага. В тех случаях когда винт держится в рычаге слабо, можно применить дополнительный винт со срезанной наполовину головкой, надежно устраняющий этот недостаток (рис. 62, г).

Одной довольно часто встречающейся разновидностью ремонта является исправление посадочного уступа заводного колеса, устанавливаемого в гнезде барабанного моста. Со временем цилиндрический уступ истирается, приобретая овальную форму 6 (рис. 62, д). При исправлении формы уступа барабанный мост устанавливают в планшайбе токарного станка и протачивают уступ по диаметру до приобретения им правильной цилиндрической формы 7. Выточив стальное или латунное кольцо 8, его плотно насаживают на уступ моста. В окончательном виде исправленный уступ 9 должен иметь высоту и диаметр, соответствующие отверстию заводного колеса.

## РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ СПУСКОВЫХ УСТРОЙСТВ

Спускным называется устройство, передающее энергию заводной пружины от ходового колеса на регулятор хода — баланс или маятник, а также преобразующее вращение колес

в колебания регулятора хода. Спускные устройства в зависимости от конструкции и принципа действия различаются на свободные и несвободные. Свободными называются такие спусковые устройства, в которых регулятор хода после сообщения ему импульса колеблется свободно, без соприкосновения с деталями спуска. Несвободными называются те устройства, в которых регулятор хода постоянно взаимодействует с деталями спуска.

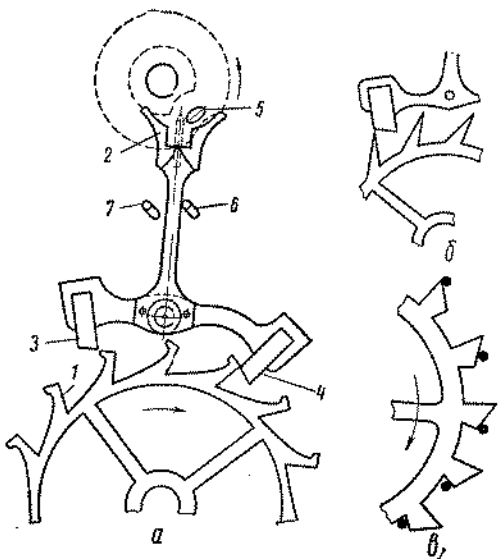


Рис. 63. Свободный анкерный спуск

В современных часовых механизмах переносного типа в основном применяются свободные

анкерные спусковые устройства. Анкерный спуск (рис. 63, а) состоит из ходового колеса 1, анкера или анкерной вилки 2 с входной 3 и выходной 4 палетами и двойного ролика с импульсным камнем или эллипсом 5, установленного на оси баланса. Сюда следует отнести и ограничительные штифты 6, 7, закрепляемые в платине часов.



По способу передачи импульса свободные анкерные спуски подразделяются на: английский, у которого заостренные зубья ходового колеса не имеют импульсной плоскости и импульс передается только за счет скольжения острия зуба по плоскости импульса палеты (рис. 63, б); швейцарский спуск, у которого зубья ходового колеса, имеющие широкую импульсную поверхность, более прочны и производят передачу импульса вначале путем скольжения острия зуба по импульсной плоскости палеты, а затем путем скольжения ребра палеты по импульсной плоскости зуба (см. рис. 63, а), и штифтовый спуск, называемый так из-за палет, выполненных в виде стальных цилиндрических штифтов, и зубья ходового колеса которого имеют трапецидальную форму и передают импульс за счет скольжения штифта по импульсной плоскости зуба (рис. 63, в).

**Узел ходового колеса.** При ремонте ходового колеса часовому мастеру приходится устранять следующие дефекты:

- 1) деформация зубьев и обода колеса;
- 2) деформация осн и цапф ходового триба, замена цапф;
- 3) мелкие дефекты зубьев ходового триба;
- 4) перекося колеса на трибе, закрепленне посадки колеса на трибе.

Методика проведения этих работ уже известна. В случае поломки зубьев ходового колеса его заменяют, поскольку установка нового зуба — операция практически почти невыполнимая.

Ходовое колесо изготавливается из латуни или стали. Малейший дефект в его зубьях может нарушить работу часов. Радиальное биение ходового колеса (по сравнению с другими колесами) должно быть наименьшим; например максимальная величина биения для карманных часов не должна превышать 0,015 мм. Определить такую величину на глаз весьма трудно, однако биение ходового колеса легко обнаружить при контроле взаимодействия зубьев колеса с палетами-анкера. Чтобы устранить значительное радиальное биение, надо предварительно выяснить причину, вызвавшую его. Этими причинами могут быть: погнутая цапфа или ось триба, деформация обода колеса или нарушение его посадки на трибе.

**Анкер.** В зависимости от своей конфигурации анкера подразделяются на: равноплечий 1 (рис. 64, а), в котором палеты лежат на одной окружности, описанной из центра качания анкера, неравноплечий 2, в котором на одной окружности расположены плоскости покоя обеих палет и смешанный или микст 3; кроме того, анкер может быть прямым (рис. 64, б), выполненным в виде трехплечевого рычага, и боковым (рис. 64, в), выполненным в виде двухплечевого рычага. Основными элементами анкера являются: входная 4 и выходная 5 палеты, у которых различают плоскость покоя 6 и плоскость импульса 7. Палеты

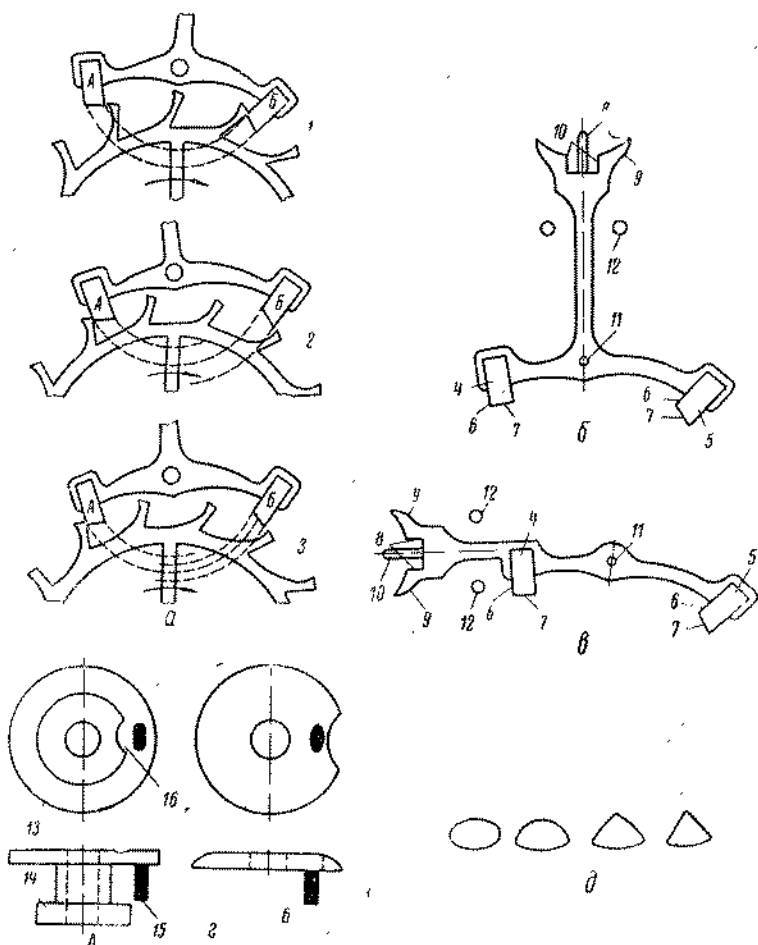


Рис. 64. Разновидности анкеров, предохранительных роликов и эллипсов

устанавливают в пазах плеч анкера и проклеивают шеллаком. В часах высокого класса палеты запрессовывают. Анкер изготовлен из латуни или стали, палеты — из синтетического рубина. Хвостовик анкера имеет паз, боковые стороны 10 которого являются плоскостями, взаимодействующими с эллипсом. Рожки 9 хвостовика являются предохранительным элементом анкера, равно как и копые 8. Ось анкера 11 выполнена из стали. Обычно анкер напрессовывают на заплечики оси, но встречаются конструкции, в которых ось и анкер сопряжены резьбой. Штифты 12 ограничивают отклонения анкера.

Ролики (рис. 64, з), устанавливаемые на оси баланса, могут быть двойные *А* и одинарные *Б*. У двойного ролика верхняя или большая ролька *13* несет эллипс *15*, изготовляемый из синтетического рубина. Эллипс представляет собой штифт эллиптического, неправильного овального или треугольного сечения (рис. 64, д). Эллипс в отверстии большой рольки фиксируют шеллаком. Малая или нижняя ролька *14* имеет выемку *16*, расположенную под эллипсом. Эта ролька, взаимодействующая с копьем вилки, является предохранительным элементом.

Одинарный ролик имеет одновременно и эллипс и выемку.

Рассмотрим принцип действия анкерного спуска. В работе анкерного хода можно различить несколько последовательно изменяющихся положений:

1. Ходовое колесо под воздействием пружины стремится вращаться в направлении, указанном стрелкой на рис. 65, *а*. Этому движению препятствует входная палета, на плоскость покоя которой опирается зуб *2* ходового колеса. Хвостовик анкера прижат к левому ограничительному штифту.

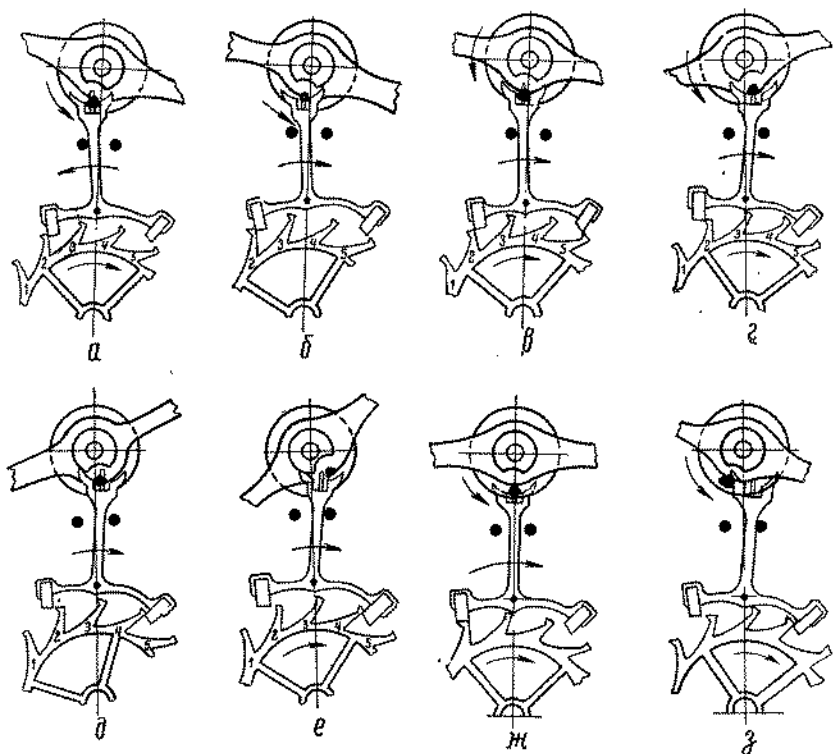


Рис. 65. Работа анкерного хода

После прохождения дополнительной дуги баланс под действием спирали вращается в направлении, указанном стрелкой. Эллипс входит в паз хвостовика анкера. Начинается процесс освобождения.

2. Анкер приходит в движение (рис. 65, б) и под воздействием эллипса отходит от ограничительного штифта, вынуждая ходовое колесо совершить незначительный поворот в обратном направлении. зуб ходового колеса с плоскости покоя палеты перемещается на ее плоскость импульса и происходит освобождение.

3. Начало импульса (рис. 65, в): ходовое колесо приходит во вращение и своим зубом 2 сообщает импульс входной палете, в результате чего анкер обгоняет баланс и левый рожок его хвостовика передает импульс на эллипс. Импульс продолжается до тех пор, пока ребро входной палеты не продвинется до края плоскости импульса зуба 2 ходового колеса (рис. 65, г).

4. зуб 2 срывается с входной палеты. Ходовое колесо, продолжая вращение, зубом 4 падает на плоскость покоя выходной палеты анкера (рис. 65, д).

5. зуб 4, воздействуя на плоскость покоя выходной палеты, заставляет анкер пройти «потерянный путь» и лечь на правый ограничительный штифт. Происходит притяжка (рис. 65, е). Баланс, подводя спираль, вращается по дополнительной дуге (в направлении, указанном стрелкой); анкер и ходовое колесо неподвижны.

Когда баланс под воздействием спирали изменит направление вращения, описанный процесс повторится в противоположном направлении. При этом импульс возникнет на зубе 4 и выходной палете, а зуб 1 упадет на плоскость покоя входной палеты.

6. В работе хода принято различать еще одно промежуточное положение деталей, так называемое «равновесное» (рис. 65, ж), которое имеет вспомогательное значение при регулировке взаимного расположения деталей хода и регулятора. В равновесном положении анкер располагается по линии, соединяющей центры колебания анкера и баланса, а эллипс расположен точно между рождками анкера, причем спираль баланса находится в расслабленном состоянии. Плоскость импульса одного из зубьев ходового колеса совмещена с плоскостью импульса одной из палет.

В случае, когда импульс, сообщаемый балансу, обладает избыточной энергией, баланс колеблется с размахами, превышающими допустимый предел. В этом случае возникает «пристук» в результате удара эллипса по наружной кромке одного из рождков хвостовика анкера (рис. 65, з).

*Основные погрешности, встречающиеся в работе свободного анкерного хода:* нарушен гарантированный зазор между пале-

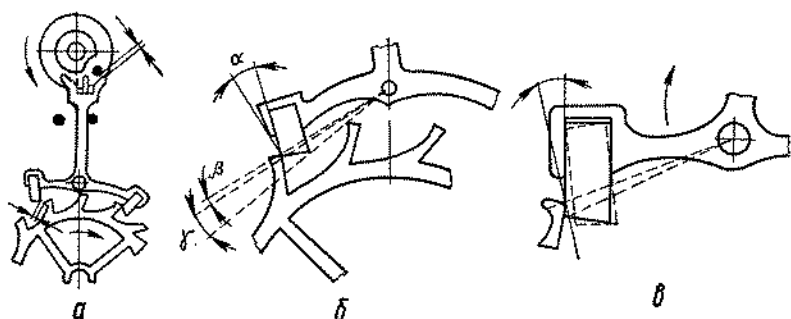


Рис. 66. Исправление дефектов анкера

тами и зубьями ходового колеса (рис. 66, а), а также между эллипсом и рожек анкера. Недостаточность этого зазора может привести к заклиниванию палеты на зубьях колеса или эллипса на рожке анкера. Этот дефект устраняют соответствующим перемещением палет и шлифовкой наружной кромки рожек.

Следующая погрешность заключается в чрезмерном отходе назад ходового колеса при освобождении. Как известно, отход ходового колеса в обратную сторону возникает при переходе его зубца с плоскости покоя палеты на плоскость ее импульса. Этот переход сопровождается отрывом колеса от плоскости покоя вследствие ударного взаимодействия деталей хода. Отход колеса назад тем больше, чем больше углы покоя и притяжки. Если эти углы избыточно велики, то чрезмерный отход назад ходового колеса может привести к столкновению палеты с зубцом ходового колеса и заклиниванию хода.

Углом покоя  $\beta$  (рис. 66, б) называется угол, на который поворачивается анкер при переходе зуба ходового колеса с плоскости покоя палеты на плоскость импульса. Угол покоя вместе с углом потерянного пути не должен превышать  $2^\circ$  (угол отхода ходового колеса не превышает при этом  $15'$ ).

Угол притяжки  $\alpha$  геометрически можно определить как угол между плоскостью покоя палеты и перпендикуляром к линии, проведенной из центра качания анкера через точку соприкосновения вершины зуба ходового колеса с плоскостью покоя палеты. Чтобы осуществить притяжку анкера, необходимо, чтобы угол притяжки превышал угол трения. Известно, что при трении металла о синтетический рубин (коэффициент трения порядка 0,15) угол трения составит  $8^\circ 32'$ ; следовательно, угол притяжки должен равняться  $12^\circ - 14^\circ$ .

Качество притяжки проверяют при снятом балансе. Пружину часов заводят на 1,5—2 оборота. Анкер отводят острой иглой от ограничительного штифта на такое расстояние, чтобы зуб

ходового колеса не сошел полностью с плоскости покоя. Если угол притяжки достаточен, то анкер, освобожденный от иглы, сразу же резко возвратится к ограничителному штифту. Притяжку проверяют на входной и выходной палетах для каждого зубца ходового колеса. Чтобы получить больший угол притяжки, увеличивают наклон палеты к зубу ходового колеса заменой широкой палеты на более узкую (рис. 66, в) или расширением (в соответствующую сторону) паза анкера с последующим поворотом в нем палеты.

Угол импульса  $\gamma$  в основном определяют шириной плоскости импульса палет и зубьев ходового колеса. Углом импульса для ходового колеса называется угол, на который повернется колесо в процессе передачи импульса. Обычно для ходового колеса угол импульса составляет  $10^{\circ}30'$ . Углом импульса анкера называется угол, на который повернется анкер в процессе передачи импульса. Этот угол составляет от  $8^{\circ}$  до  $8^{\circ}30'$ .

В работе анкерного спуска наблюдается непроизводительное, но неизбежное перемещение ходового колеса, называемое падением. Угол падения — это дополнительный путь, который проходит ходовое колесо уже после того, как кончился импульс, но который нужно пройти, пока очередной зуб колеса не упадет на плоскость покоя соответствующей палеты. Обычно угол падения не должен превышать  $1^{\circ}30'$ .

Различают внешнее и внутреннее падение.

Внешним падением называется угол, на который поворачивается ходовое колесо от момента окончания импульса на выходной палете до падения одного из зубьев колеса на плоскость покоя входной палеты.

Внутренним падением называют угол, на который поворачивается ходовое колесо от момента окончания импульса на входной палете до падения одного из зубьев колеса на плоскость покоя выходной палеты.

При наблюдении взаимодействия палет с зубьями ходового колеса различают мелкий и глубокий ход.

Мелким ходом называют такое взаимодействие деталей спуска, при котором угол покоя мал, т. е. расстояние от вершины зубца колеса до ребра палеты таково, что при повороте анкера от ограничительного штифта до соприкосновения рожка анкера с эллипсом зуб колеса, находившийся на плоскости покоя палеты, не останется на ней, а перейдет на плоскость импульса.

При этом следует помнить, что аналогичное взаимодействие палет с зубьями ходового колеса может происходить и при избыточном зазоре в рожках анкера. Для исправления мелкого хода необходимо передвинуть палеты, слегка их приблизив к ходовому колесу. Исправлять мелкий ход изменением положения ограничительных штифтов не рекомендуется.

Глубоким ходом называют такое положение деталей хода, когда угол покоя чрезмерно велик. При глубоком ходе возникает излишняя затрата энергии баланса на освобождение анкера, что в результате сказывается отрицательно на точности хода часов. Этот недостаток устраняют углублением пазов в пазы анкера.

Установка новой палеты или замена сломанной, а также закрепление расшатавшейся палеты — довольно частый вид ремонта. Палеты из синтетического рубина практически не подвержены износу, однако на их рабочем ребре могут возникнуть сколы. К этому обычно приводит неумелое обращение с пинцетом, которым переставляют палеты.

При установке палеты необходимо предварительно очистить паз анкера от остатков шеллака. Палета должна входить в паз не туго, но достаточно плотно, т. е. так, чтобы до зашеллачивания было можно испытать палету в работе и отрегулировать ее положение. При установке и регулировке положения палеты нельзя прикасаться металлическим инструментом к ее плоскостям покоя и импульса. Рекомендуется для перемещения палет применять острую палочку из дерева твердой породы. Зашеллачивают палеты на предварительно прогретых медных лоточках, на которые анкер укладывают копьём вверх, после чего на палету накладывают небольшой кусочек шеллака. Анкер прогревают до полного растекания капли шеллака по пазу анкера. Недопустимо, чтобы шеллак протекал сквозь паз, загрязняя поверхность палет. Для этих целей наиболее удобно использовать корректор.

Предохранительное устройство анкера — копьё в зависимости от типа ролика может иметь несколько форм (рис. 67, а): штифтовое 1, фасонные (2, 3), клиновое (4). Назначение копы и малой (предохранительной) рольки, устанавливаемой на оси баланса, состоит в том, чтобы предохранить анкер при случайных толчках и сотрясениях часов от произвольного переброса от одного ограничительного штифта к другому.

Если часы получают толчок в тот момент, когда эллипс находится вне паза анкера, то анкер на мгновение отойдет от ограничительного штифта и коснется концом копы предохранительной рольки (рис. 67, б). Поскольку зуб ходового колеса не сходит при этом с плоскости покоя соответствующей палеты, то под влиянием силы притяжки анкер будет сразу же возвращен к ограничительному штифту. Если бы не было копы, то под влиянием толчка анкер отклонился бы настолько, что зуб ходового колеса, перейдя на плоскость импульса, перебросил бы анкер к другому ограничительному штифту. Последнее привело бы к заклиниванию хода, так как эллипс вместо того, чтобы войти в паз анкера, лег бы на наружную сторону его рожков.

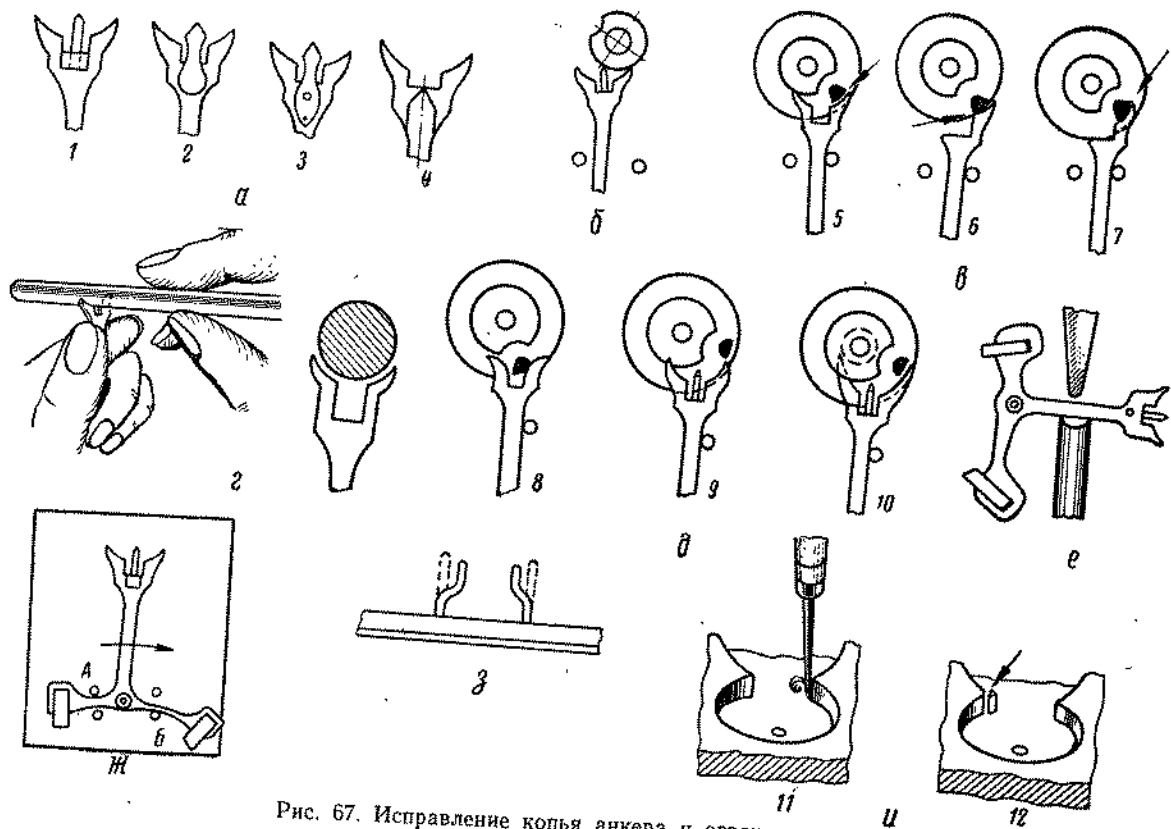


Рис. 67. Исправление копыя анкера и ограничительных штифтов



Чтобы копье могло пройти мимо предохранительной рольки в моменты нормальной работы спуска, предохранительная ролька имеет выемку, в которую и входит копье, когда эллипс находится в пазу рожков.

При контроле взаимодействия предохранительного устройства необходимо следить за правильностью прикосновения копия к поверхности предохранительной рольки. Если копье несколько укорочено и между предохранительной ролькой и копьем имеется излишне большой зазор, имеется опасность затирания конца копия о рольку, приводящего к остановке часов.

Если копье короткое, его необходимо выдвинуть специальными пинцетами или поставить новое, более длинное. Копье, слабо запрессованное в отверстие анкера, также подлежит замене. При установке нового копия кусочек латунной проволоки зашлифовывают на слабый конус и запрессовывают в отверстие анкера. Срезав излишки, копье опиливают бархатным напильником, создавая на его конце две грани, пересекающиеся под тупым углом. Копье должно быть расположено точно между рожками анкера. Если требуется удлинить фигурное копье, следует укрепить в тисках специальную наковальню с очень узким бойком, свободно входящим в паз анкера, и, положив на плоскость наковальни копье (рожками вилки вниз), легким ударом молотка оттянуть копье. После оттягивания форму копия выправляют бархатным напильником.

Бывают случаи, когда копье задевает за нижний торец эллипса. Этот недостаток устраняют или подняв эллипс, или опустив (путем подгибки) копье. При этом следует следить, чтобы оно не касалось платины и чтобы зазор относительно копия и обеих сторон предохранительной рольки был одинаков.

Паз анкера должен быть хорошо отполирован. Для уменьшения трения эллипса о стенки паза их слегка скругляют. Если на поверхности паза от ударов эллипса образовались следы, их необходимо удалить шлифовкой и последующей полировкой паза. Ширина паза должна быть такой, чтобы зазор эллипса в пазу был минимальным. Но если зазор в пазу мал, его расширяют специальным инструментом; при излишне широком пазе следует установить более толстое копье.

При регулировке взаимодействия анкера с роликом необходимо обращать внимание на дефекты, свойственные рожкам анкера. Правильный зазор между рожком и эллипсом 5 показан на рис. 67, в; эллипс касается нижней части рожка 6 или его верхней части 7. Оба последних дефекта исправляют круглым напильником с очень мелкой насечкой «полотнянкой» с последующей полировкой поверхности рожков (рис. 67, г).

В тех случаях, когда ремонт сопряжен с заменой анкера, необходимо следить за правильностью конфигурации рожков

выбираемого анкера. Рожки с неправильной и непригодной для работы формой 8, анкер с короткими рожками, имеющими слишком крутой изгиб 9, а также анкер с чрезмерно длинными рожками 10 показаны на рис. 67, д.

В случае отсутствия годного анкера необходимо слегка оттянув его хвостовик, придать рожкам нужную форму.

Слишком длинный анкер следует укоротить опиловкой конца копыя и рожков; рожки опиляют при обязательном удалении копыя. После укорачивания рожков не всегда следует устанавливать старое копые, лучше изготовить новое.

Латунные анкера часто гнутся, такие анкера исправляют легкими ударами молотка по плоскому пуансону, в то время как хвостовик анкера положен на специальную миниатюрную наковальню (рис. 67, е). В некоторых случаях при регулировке узла спуска оказывается необходимым слегка изогнуть хвостовик анкера. Это легко осуществить при помощи приспособления (рис. 67, ж), представляющего собой массивную плитку с отверстием (для прохода оси анкера), около которого расположены прочные короткие штифты. Расстояние между штифтами должно быть таким, чтобы плечи анкера проходили между ними с некоторым зазором. Прежде чем приступить к изгибанию анкера, его вынимают и проверяют твердость металла, из которого он изготовлен. Для этого в нижнюю сторону анкера вонзают острую иглу. Если металл мягкий, игла произведет накол. Анкер из мягкого металла помещают на приспособление копыем вверх и перемещают твердой деревянной чуркой до соприкосновения со штифтами. На рисунке показан случай, когда анкер необходимо изогнуть в направлении, указанном стрелкой. Штифты А и Б принимают на себя усилие, предохраняя ось анкера от повреждения. Изгиб рекомендуется производить осторожно, в несколько приемов, контролируя поведение анкера в механизме.

Если анкер изготовлен из твердого металла, его изгибают другим способом. Положив анкер хвостовиком на узкую наковальню, зажатую в тиски, по хвостовику наносят несколько легких ударов пуансоном, заточенным, как зубило, но с закругленным концом. Следы, остающиеся от ударов, устраняются полир-файлом.

Если одна из цапф оси анкера слегка погнута, ее следует выправить. Для этого ось вынимают из анкера, погнутую цапфу отпускают до темно-соломенного цвета, выравнивают и полируют на цапфмашине.

Сломанную цапфу заменяют новой.

Новую ось вытачивают из заранее закаленной и отпущенной стали. Цапфы полируют на цапфмашине воронилом, предварительно отшлифовав бархатным напильником с острыми углами.

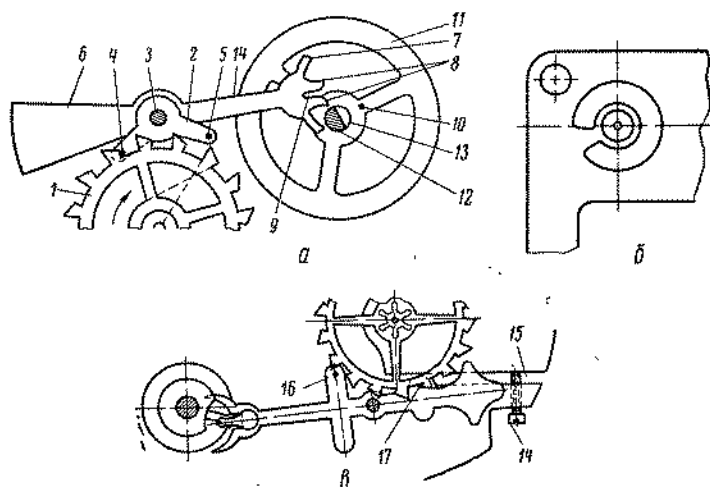


Рис. 68. Схемы штифтового хода

Если ось анкера должна иметь резьбу, ось вытачивают из стали серебрянки, нарезают резьбу, закалывают и отпускают до соломенного цвета.

В тех случаях, когда анкер имеет слишком большой ход между ограничительными штифтами, их следует слегка изогнуть и таким образом приблизить друг к другу. Однако при изгибе необходимо сохранить параллельность штифтов (в противном случае ход часов будет изменяться при перемене их положения). Для этого прибегают к двойному прогибу, как это показано на рис. 67, з.

Когда перемещения анкера ограничены твердыми упорами, образованными выступами платины (рис. 67, и), регулировка ширины паза между упорами несколько затруднена. Паз 11 расширяют, срезая ограничительные выступы платины. Паз 12 сужают, надрезая края выступа (шлифовочной ножовкой) до образования трехгранной колонки и последующего изгиба этой колонки в нужном направлении.

Свободный штифтовой анкерный спуск (рис. 68, а) широко применяется в крупногабаритных часах и ограничено в дешевых часах малого калибра, изготавливаемых за рубежом. Зубья ходового колеса 1 имеют вид перевернутой косоугольной трапеции. Анкер 2, имеющий вид равноплечего угольника, установлен на оси 3 и в качестве входной и выходной палет имеет стальные штифты 4 и 5. На схеме входной штифт 4 показан в положении покоя, т. е. в тот момент, когда он лежит на передней грани зуба ходового колеса и вследствие давления зуба притянут к ободу колеса.

Уравновешенная относительно оси вращения вилка 6 жестко сопряжена с осью айкера. Рабочий конец хвостовика вилки снабжен четырьмя рожками: иаружными 7 и внутренними 8. Паз 9, образованный внутренними рожками, предназначен для взаимодействия с эллипсом 10, устаиовленным непосредственно в перекладине балаиса 11 и также выполненным в виде стального цилиндрического штифта. Ось 12 баланса имеет паз 13 для пропуска внутренних рожек вилки, а также выполняющий функции паза предохраительного ролика, уже известного свободного айкерного спуска. Участок 14 хвостовика вилки имеет изгиб, предназначенный для регулировки глубины зацепления вилки с эллипсом при сборке часов.

В положении, показанном на схеме, балаис вращается по часовой стрелке. Если в силу каких-либо внешних причин его амплитуда превысит максимально допустимую, то эллипс натолкнется на торец иаружного рожка вилки и балаис изменит направление вращения. Сама вилка в это время надежно защищена от случайных перемещений, поскольку ее паз, образованный внешним и внутренним рожками, охватывает ось балаиса.

Когда баланс изменит направление вращения и эллипс войдет в паз 9, вилка получит возможность перемещаться относительно оси баланса, поскольку ее внутренние рожки войдут в паз 13 оси. Эллипс, оказывая давление на вилку, выдернет штифт 4 из положения покоя. Происходит освобождение. Штифт 4, перейдя через вершину зуба, окажется на плоскости импульса ходового колеса. Повернувшееся колесо подтолкнет штифт и передаст импульс на айкер, поворот которого, в свою очередь, вызовет передачу импульса на эллипс. Хвостовик 14 вилки опустится и штифт 5 упадет на плоскость покоя ближайшего к нему зуба ходового колеса. Под нажимом колеса штифт 5 опустится на плоскости импульса до соприкосновения с ободом ходового колеса и последнее остановится. Ось 12 баланса после сообщения балансу импульса войдет в верхний паз между внутренним и иаружным рожками вилки. По достижении балансом максимальной амплитуды он под воздействием волоска изменит направление вращения. На выходном штифте 5 возникнет импульс и спуск вновь примет положение, показанное на схеме.

Рожки 8 вилки в момент свободного колебания балаиса не должны касаться оси баланса. В моменты импульса эти рожки должны свободно проходить через паз оси баланса, не касаясь его сторон или его дна. Зазоры между осью балаиса и рожками вилки должны быть равны с обеих сторон. Необходимо также, чтобы зуб ходового колеса падал на штифт айкера в точке над линией центра этого штифта. В противном случае ходовое колесо сообщит штифту ложный (иесвоевременный) импульс, рожки вилки упадут на ось баланса и спуск может заклиннить. При осмотре штифтового спуска необходимо проверить взаимо-

действие всех зубьев ходового колеса с обоими штифтами анкера.

Одним из наиболее частых дефектов штифтового спуска является износ штифтов анкера, которые необходимо заменить. Толщина нового штифта (для будильников) должна быть равной 0,35 мм; штифт меньшего диаметра ставить нельзя, так как это будет мешать работе спуска.

При отсутствии стали для новых штифтов рекомендуется зажать ось анкера в тиски и ударом пуансона сдвинуть анкер вдоль оси на 1—1,5 мм. Этого вполне достаточно, чтобы зубья ходового колеса соприкасались с неповрежденными участками штифтов анкера.

Штифты анкера должны быть строго параллельны друг другу. Гибка штифтов недопустима. Глубину зацепления штифтов анкера с зубьями ходового колеса регулируют подгибкой шейки платины, несущей отверстие для цапф анкера (рис. 68, б).

При ремонте деталей штифтового спуска необходимо также следить за состоянием зубьев ходового колеса. Колесо с сильно изношенными зубьями подлежит замене. Зубья, носящие следы незначительных повреждений на плоскостях покоя и импульса, следует отполировать.

Завершая описание приемов ремонта деталей штифтового спуска, необходимо упомянуть о своеобразной разновидности этого механизма, находящего применение в часах дешевых моделей, широко выпускаемых за рубежом. Как правило, эти часы не имеют камней, недолговечны и быстро изнашиваются. Однако те модели часов, в которых применены (в минимальном количестве) камни, отдельные мосты и предусмотрена возможность регулировки глубины хода, могут быть отремонтированы и легко поддаются регулировке.

Штифтовой спуск таких часов (рис. 68, в) имеет комбинированный анкер, снабженный с одной стороны стальными штифтами 16 и 17, как у обычного штифтового спуска, а с другой — хвостовик с рожками и копьём, взаимодействующими с двойным роликом. Для регулировки глубины хода в этом спуске предусмотрен винт 14, расположенный сбоку выреза в основной пластине 15. При вращении винта изменяется межцентровое расстояние между осями анкера и ходового колеса. В подобных часах меньшего калибра глубину хода регулируют поворотом верхнего моста анкера.

Подгибать анкер или его штифты не рекомендуется, так как штифты сразу сломаются, а анкер окажется непригодным для дальнейшей работы. Если штифты анкера, соскользнув с зубьев ходового колеса, надежно фиксируются в углах притяжек, регулировку хода в подобных часах можно считать законченной. Если штифт анкера срывается с плоскости покоя зуба ходового колеса, рожки анкера касаются ролика, сильно тормозят

движение баланса и нарушают ход часов. Среди различных дефектов, нарушающих ход часов, этот недостаток самый серьезный и наиболее часто встречающийся. Выход анкера из положения притяжки чаще всего происходит в результате неслаженности анкера с ходовым колесом, повреждения зубьев ходового колеса и реже из-за эксцентриситета этого колеса. Способы исправления этих дефектов уже известны.

Цилиндровый спуск в практике ремонта встречается крайне редко, поскольку эта конструкция в настоящее время рассматривается как морально устаревшая. Отечественная часовая промышленность часов с цилиндрическим спуском не изготавливает; за рубежом этот тип спуска еще находит применение. Цилиндровый спуск относится к типу несвободных, так как его работа происходит при условии постоянного, относительно стабильного трения на покое. Особенностью цилиндрического спуска является отсутствие промежуточного звена между ходовым (цилиндрическим) колесом и регулятором хода (балансом). Цилиндровое колесо непосредственно взаимодействует с регулятором хода, поддерживая его колебания.

Цилиндр (рис. 69, а), являющийся осью баланса, представляет собой тщательно отполированную внутри и снаружи стальную трубку 1 с боковыми вырезами, образующими с одной стороны входную 2 и выходную 3 импульсные губки и с другой стороны вырез-пропуск 4 для прохода фигурной ножки зуба цилиндрического колеса. С обеих сторон в цилиндр запрессованы пробки 5, 6 с цапфами для установки баланса в камневые опоры; на цилиндр напрессована втулка 7 для крепления баланса и спирали.

Цилиндровое колесо имеет зубья в виде трехгранных головок, закрепленных на изогнутых под прямым углом ножках на ободе колеса. Импульс проходит преимущественно по спинке зуба, т. е. по его наружной образующей кромке, слегка выпуклой, наклоненной по отношению к окружности обода. У зуба цилиндрического колеса принято различать: ножку 8 (рис. 69, б), головку 9, спинку (плоскость импульса) 10, острие 11 и затылок 12. Губки цилиндра соответственно имеют: входная — поверхность покоя 13 и импульсный срез 14, выходная — поверхность покоя 15 и импульсный срез 16.

Цилиндровое колесо и цилиндр должны быть правильно смещены по высоте; обод колеса должен проходить точно через середину выреза-пропуска. В исходном положении острие головки одного из зубьев колеса лежит на плоскости покоя входной губки 17 (рис. 69, в). При вращении баланса в направлении, указанном стрелкой, происходит трение острия зуба по цилиндрической поверхности покоя. При перемене балансом направления движения острие зуба, достигнув импульсного среза входной губки, проскользнет в вырез цилиндра. Скольжение

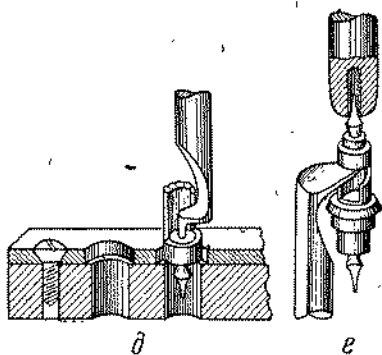
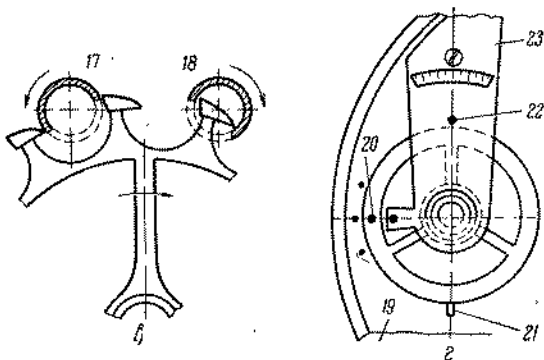
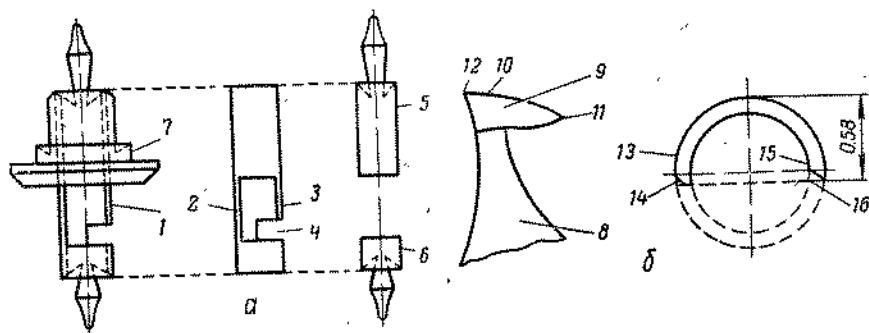


Рис. 69. Ремонт цилиндрического спуска

импульсного среза по спинке зуба сообщит балансу импульс нужного направления. Острие зуба, вошедшего в цилиндр, упадет на поверхность покоя выходной губки и дальнейшее движение баланса будет сопровождаться трением острия зуба по этой поверхности. При изменении направления движения баланса это положение зуба вновь приведет к тому, что зуб сообщит импульс выходной губке 18 и выйдет из цилиндра. Следующий зуб колеса упадет при этом на поверхность покоя входной губки.

Основную трудность при регулировке работы цилиндрического спуска представляет установка спирали на балансе. Эта операция несколько упрощается вследствие обязательных меток, наносимых на баланс и платину часов. Отметка, нанесенная на обод баланса, соответствует положению колонки спирали при ее установке на баланс. На платину наносят три точки: средняя должна совпадать с отметкой на балансе, когда он занимает положение равновесия, боковые должны совпадать с отметкой на ободе баланса в те моменты, когда зуб цилиндрического колеса выходит из взаимодействия с губками цилиндра (конец импульса). На рисунке 69, *г* показано положение меток на пластине 19 и метка 20 на ободе баланса.

Баланс цилиндрического спуска снабжен штифтом упора 21, который предохраняет спуск от заскока, ограничивая размахи баланса. Если колебания баланса превысят допустимый предел, штифт упора встретится со штифтом 22 в балансовом мосту 23 и заскок будет предотвращен.

Расстояние между центрами вращения цилиндрического колеса и баланса (глубина хода) регулируют перестановкой в соответствующем направлении нижнего моста, позволяющего несколько перемещать ось баланса в продольном и боковом направлениях относительно цилиндрического колеса. Следует помнить, что для цилиндрического спуска глубокий ход предпочтительнее, чем мелкий: Следует также обращать внимание на осевой зазор баланса и цилиндрического колеса, который не должен превышать 0,02 мм.

Цилиндрическое колесо ремонту практически не подлежит. Допускается исправление и замена цапф, а также незначительная полировка зубьев колеса камнем «Миссисипи» в случае обнаруженной ошибки в шаге колеса. Шлифовать и полировать можно только острие и затылок зуба.

Наиболее частым видом ремонта является исправление цилиндра и его цапф. Смена цапф не представляет труда, если имеются запасные пробки. Пробку с дефектной цапфой выбивают специальным пуансоном (рис. 69, *д*), после чего также при помощи специальных пуансонов устанавливают новую пробку (рис. 69, *е*). При отсутствии пробок их следует выточить на станке. При необходимости может быть выточена и трубка цилиндра, но при этом следует помнить, что прорезать



цилиндр следует, предварительно введя в трубку латунный штифт, предохраняющий цилиндр от поломки, и что толщина стенок цилиндра не должна превышать 0,1 мм; после изготовления трубка должна быть закалена и отпущена до светло-соломенного цвета, причем концы трубки должны быть отпущены несколько сильнее для предохранения трубки от разрыва при запрессовке пробок.

Несвободные спусковые устройства в основном применяют в крупногабаритных стационарных часах с маятниковым регулятором. В настоящее время используют три конструктивных типа этих устройств: спуск со скобой (или крючковый), спуск с якорем, а также спуск с анкером Грахама. Первые два типа по принципу действия аналогичны и объединяются под общим названием — «спуск с отходом назад»; спуск с анкером Грахама иногда называют спуском с трением на покое, поскольку его принцип действия весьма близок к вышеописанному цилиндрическому спуску.

Крючковый спуск (рис. 70) часто встречается в практике ремонта. Ходовое колесо этого спуска имеет зубья треугольной формы: прямые заостренные или слегка скругленные на вершине, реже с вогнутой передней гранью («волчий зуб»). Импульс в крючковом спуске передается острием зуба ходового колеса при его скольжении по наклонным плечам скобы. Скоба или крючок в этом спуске выполнены из стальной каленой ленты и в зависимости от своего размера охватывают различное число зубьев ходового колеса; минимальный охват составляет 2,5 шага (рис. 70, а) и максимальный — 6,5 шага (рис. 70, б). С большим охватом скобы почти не встречаются. Рассмотрим взаимодействие скобы и спускового колеса.

При движении скобы (под воздействием маятника) в направлении, указании стрелкой, вершина зуба 2 падает на плечо А скобы в точку а. Угол, образованный лучами аС и вС, называется углом покоя. Обычно он равен 4°. Вершина зуба 4 находится при этом на некотором удалении от среза плеча В. Угол, образованный лучами, проведенными из центра вращения ходового колеса через вершину среза плеча В и вершину зуба 4, называется углом падения. Этот угол обычно равен 1,5°.

После падения зуба 2 на плечо А скоба под воздействием маятника продолжает начатое движение. Угол, на который повернется скоба, составляет дополнительную дугу. Цилиндрическая поверхность плеча, А, скользя по зубу 2, отводит ходовое колесо назад.

Когда под воздействием маятника скоба изменит направление движения, зуб 2 скользит по цилиндрической поверхности плеча А, сообщая скобе (и соответственно маятнику) импульс. Достигнув точки в, зуб 2 срывается со среза плеча А и ходовое колесо свободно поворачивается на некоторый угол, пока зуб 3

не упадет на выходное плечо *Б* скобы. Скоба под воздействием маятника продолжает начатое движение, и плечо *Б* опускается, воздействуя на зуб *З* и отводя ходовое колесо слегка назад.

Когда под воздействием маятника скоба вновь изменяет направление движения, зуб *З*, скользя по плечу *Б*, сообщает скобе импульс и после срыва зуба *З* с названного плеча, на входное

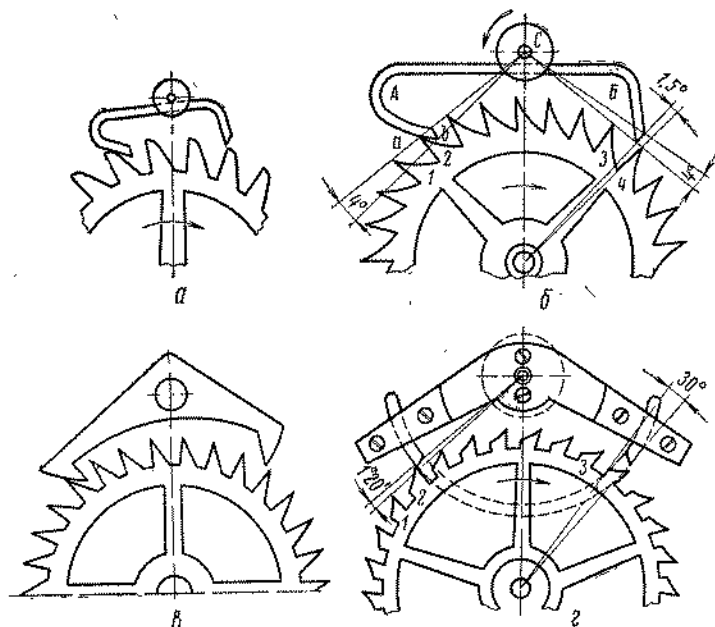


Рис. 70. Разновидности крючковых спусков

плечо *А* скобы падает зуб *1* ходового колеса. После этого действия спуска повторяются.

При ремонте деталей этого спуска часовой мастер выполняет следующие операции: исправление и замену цапф осей ходового колеса и скобы; исправление стягиванием или футерованием разработанных отверстий под эти цапфы; легкую шлифовку и полировку зубьев ходового колеса, на острых вершинах которого образуются заусенцы наклепа; изготовление новой скобы. Последняя операция обладает некоторой спецификой и требует пояснения.

В процессе длительной работы на рабочих поверхностях плеч скобы образуются канавки, мешающие нормальной работе хода. Канавки незначительной глубины можно устранить легкой шлифовкой с последующей тщательной полировкой. При значительном износе скоба подлежит замене. Новую скобу из-

готовляют из стальной ленты толщиной 0,7—0,8 мм. Плечи новой скобы изгибают в строгом соответствии с изгибом старой. При этом рабочая часть выходного плеча *Б* должна быть строго прямолинейна (плоская), а рабочая часть плеча *А*, изгибаемая крючком, в верхней части может иметь произвольную форму, а в нижней должна обладать правильной цилиндрической поверхностью. Радиус изгиба цилиндрической поверхности должен быть тем большим, чем больше угол охвата скобы.

Готовую скобу подвергают закалке и отпуску до темно-соломенного цвета, после чего тщательно шлифуют и полируют рабочие поверхности плеч. При замене скобы изменять угол охвата запрещается.

Спуск с якорем по принципу действия и устройству аналогичен вышеописанному спуску со скобой (рис. 70, *в*). Отличие этой конструкции заключается в применении якоря, изготовленного в виде стальной массивной детали, что в некоторой мере повышает качество часов. При ремонте этот спуск не требует каких-либо специфических операций. Новый якорь изготовляют по способу восковой фотографии.

Спуск с анкером Грахама (рис. 70, *г*) является наиболее совершенной конструкцией спуска, применяемой в маятниковых часах, поскольку этот тип спуска исключает непроизводительные потери энергии маятника на отвод назад ходового колеса. Анкер Грахама имеет вставные стальные палеты с цилиндрическими поверхностями покоя, расположенными на окружности, описанной из центра качания анкера. Работа спуска происходит в условиях постоянного трения зубьев колеса по плоскостям покоя, как и у цилиндрического спуска. Некоторую разницу составляет лишь то, что цилиндр цилиндрического спуска охватывает примерно 1,5 шага ходового колеса, а в спуске Грахама охват составляет 6,5; 7,5 или 11,5 шагов. Импульс по палете в ходе Грахама составляет  $1^{\circ}20'$ ; поворот ходового колеса во время импульса составляет около  $3^{\circ}$ . Угол покоя, равный тому углу, на который повернется анкер от момента падения зуба колеса на плоскость покоя палеты до срыва палеты с плоскости покоя, составляет до  $1^{\circ}$ . Кратко рассмотрим работу спуска Грахама.

Когда вершина зуба 2 падает на плоскость покоя входной палеты и анкер под воздействием маятника продолжает движение против часовой стрелки, возникает скольжение зуба по плоскости покоя. Когда анкер изменит направление движения, зуб, пройдя плоскость покоя и перейдя на плоскость импульса палеты, сообщает анкеру необходимый для поддержания колебаний маятника импульс. При срыве зуба 2 с плоскости импульса палеты происходит свободный поворот колеса, зуб 3 падает на поверхность покоя выходной палеты, где вследствие продолжающегося опускания палеты возникает скольжение

вершины зуба по поверхности покоя. При перемене анкером направления движения возникает импульс на выходной палете, а на поверхность покоя входной палеты падает зуб *I*. Следует помнить, что изменение величины угла покоя на одной из палет вызывает изменение угла покоя на другой палете, а неравенство величины импульса на палетах влечет за собой неравенство углов покоя. Необходимо также следить, чтобы падение на обеих палетах было одинаковым. Неравенство углов падения на входной и выходной палете говорит об увеличенном расстоянии между центрами анкера и ходового колеса. Если же расстояние между центрами меньше предусмотренного, то угол падения на входной палете будет больше, чем на выходной. Расстояние между центрами регулируют при помощи эксцентричной втулки, фрикционно установленной в платине часов и несущей опору для цапфы анкера. Необходимое межцентровое расстояние достигают поворотом втулки.

При ремонте спуска Грахама необходимо следить за состоянием рабочих поверхностей палет. Поверхности покоя входной и выходной палет, а также их импульсные плоскости должны быть тщательно отполированы и не иметь следов истираний и повреждений.

Часто встречающимся дефектом ходового колеса является неравномерный износ его зубьев, вследствие чего угол падения оказывается различным для различных зубьев. Такое колесо исправляют на токарном станке. Установив колесо в центрах, его приводят в быстрое вращение. Плоский бархатный напильник, твердо установленный на подручнике, подводят к вершинам зубьев колеса и, легко прикасаясь напильником к вершинам зубьев, выравнивают их высоту. Окончательную правку зубьев производят шлифовальным камнем. По окончании операции зубья тщательно очищают от заусенцев.

Обработку зубьев колеса следует производить, только предварительно убедившись в том, что причиной биения колеса не является погнутая ось или деформированная цапфа.

## РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ РЕГУЛЯТОРА ХОДА

Регулятор колебаний является основным узлом часового механизма. В качестве регуляторов колебаний или регуляторов хода в часах применяют маятники и балансы со спиралью (волоском).

**Маятники.** Основными деталями маятника, применяемого в часах, являются стержень *1* (рис. 71, *a*) и линза *2*, устанавливаемая на стержне со свободой продольного перемещения и удерживаемая гайкой *3*. Стержни маятников изготавливают либо из дерева, подвергнутого специальной обработке, либо из ме-

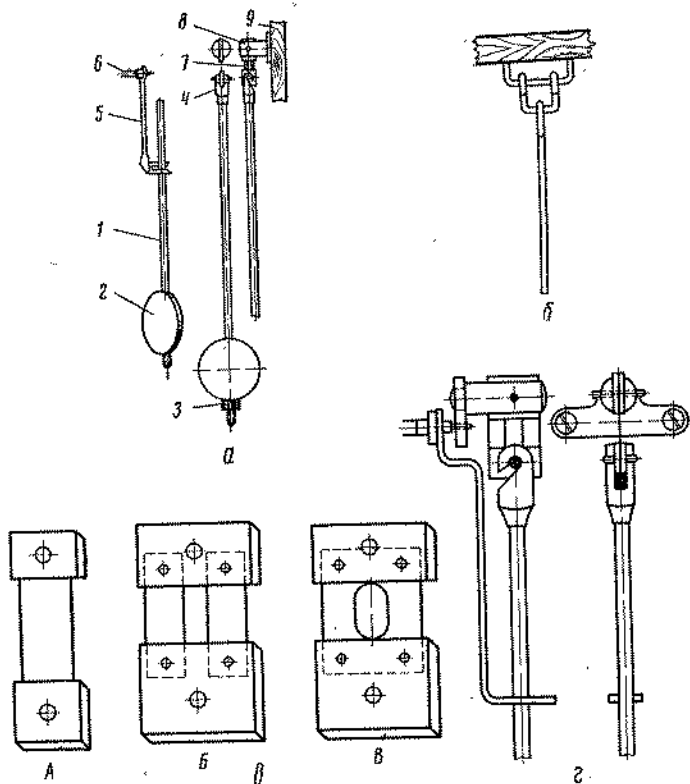


Рис. 71. Разновидности маятников

талла. Линзы обычно имеют форму плоского диска или чечевицы, реже форму цилиндра или шара. Материалом для линз служат преимущественно черные металлы. Линзы часов высокого класса с лицевой стороны обтянуты декоративным слоем тонкой латуни.

Лучшие деревянные стержни маятников изготавливают из прямослойных кусков ели или сосны, не имеющих сучков. Смолистая древесина обладает наименьшим температурным удлинением. Деревянный стержень предохраняют от проникания влаги пропиткой лаком на льняном масле. Стержень погружают в слегка подогретый лак очень медленно, чтобы из пор древесины полностью вытеснился воздух. Быстрое погружение стержня, равно как и его наружное покрытие лаком, не приведет к желаемым результатам.

В верхней части стержня укреплен двойной крюк 4 для подвеса маятника. Передача импульса на маятник от анкера осуществляется вилкой 5, закрепляемой на оси анкера 6.

В дешевых часах вилку изготовляют из проволоки, на рабочем конце вилка имеет петлю для охвата стержня; в часах улучшенных типов вилки выполнены из ленточной твердой латуни.

Основными параметрами, определяющими колебания маятника, считают период и амплитуду его колебания. *Периодом* колебания называют время одного полного размаха маятника, т. е. время, затрачиваемое маятником на перемещение из крайнего правого положения отклонения в крайнее левое положение отклонения и обратно. Период колебания принято измерять в секундах. *Амплитудой* колебания называют угол отклонения маятника от равновесного положения в одну из сторон. Амплитуда измеряется в угловых градусах. Часовой механизм должен постоянно передавать на маятник импульс, энергия которого восполняла бы потери энергии маятника на преодоление сил сопротивления. Законы зависимости периода колебания от импульса сформулированы в теоремах Эри:

1. *Действие импульса на период колебания тем больше, чем дальше от положения равновесия происходит передача импульса.*

2. *Импульс, действующий в направлении движения маятника, переданный до равновесия, уменьшает, а переданный после равновесия, увеличивает период колебания.*

3. *Импульс, действующий против направления движения маятника, переданный до равновесия, увеличивает, а переданный после равновесия, уменьшает период колебания.*

Колебания маятника тем более *изохронны\**, чем меньше амплитуда колебания. Однако если маятник колеблется с малой амплитудой, то он чрезвычайно чувствителен к случайным толчкам и сотрясениям, такие часы требуют строго стационарных условий для работы. Увеличение амплитуды колебания маятника приводит к изменению периода его колебаний.

В прецизионных часах с длинным маятником (порядка 100 см) амплитуда колебания не превышает 1,5—2°. Увеличение амплитуды вызывает отставание часов. В часах с коротким маятником амплитуду колебаний приходится выдерживать в пределах 8—15°. Для уменьшения влияния большой амплитуды колебания на период колебаний маятника применяют пружинный подвес 7.

В простых маятниковых часах применяют проволочный подвес — «качалку» (рис. 71, б). Пружинные же подвесы (рис. 71, в) находят применение в улучшенных конструкциях. Одинарные подвесы А, выполненные в виде небольшой плоской пружины, закрепленной в латунных колодках, применяют сравнительно

---

\* *Изохронность колебаний* — свойство колебательных систем сохранять период колебаний при изменении амплитуды. При больших амплитудах колебания маятника неизохронны.

редко, так как при использовании одинарной пружины маятник может отклоняться от плоскости колебания. При использовании двойных пружин *Б* или широких пружин с отверстием *В* это исключается при условии, что толщина обеих пружин одинакова и они не имеют изгибов по плоскости. Толщину пружин подбирают в зависимости от веса линзы. Наиболее распространены пружины, толщина которых находится в пределах от 0,05 до 0,2 мм, а ширина и длина составляют соответственно 2 и 10 мм.

Пружины подвеса крепят в колодках миниатюрными заклепками. У одинарных подвесов это крепление упрощено и пружина удерживается в колодке только штифтами, используемыми для крепления подвеса в механизме часов. Колодки имеют отверстия диаметром от 1 до 2 мм, куда запрессовывают стальной штифт, выступающий концами по обе стороны колодки. Крючок маятника надевают на нижний штифт колодки, а верхний штифт подвеса закрепляют в разрезном кронштейне *8*, установленном на задней стенке *9* корпуса часов, либо на задней пластине механизма (рис. 71, *г*). Маятник в положении равновесия должен занимать строго вертикальное положение, а зазор между стержнем маятника и рожками вилки должен быть минимальным и равным по обе стороны стержня.

В часах устаревших конструкций, имеющих металлические стержни маятников, иногда применяют составные стержни, верхняя половина которых жестко сопряженная с подвесом и проходящая через рожки вилки имеет стремя для соединения с широким плоским крючком, закрепленным на нижней половине стержня и развернутым в плоскости качания маятника (рис. 72, *а*). Такой маятник принято называть переносным.

К ремонту пружинного подвеса прибегают сравнительно часто. Основные дефекты подвеса заключаются в деформации или

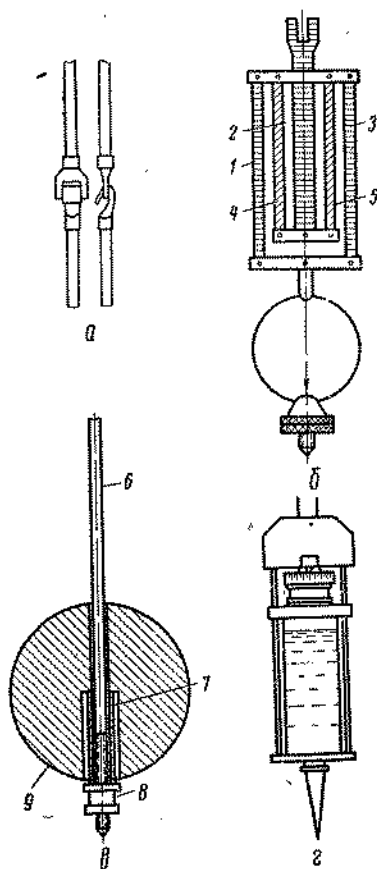


Рис. 72. Компенсаторы маятников

обрыве его пружин. При замене пружин подвеса необходимо тщательно следить за соответствием размеров новой пружины старой. Обе пружины подвеса должны быть абсолютно равной длины. Диаметры отверстий в пружинах не должны превышать диаметров отверстий в латунных колодках. Штифты, закрепляемые в колодках, должны быть цилиндрическими. Конусность допускается лишь у самого края штифта для облегчения его запрессовки. Колодки подвеса должны свободно, но без какого-либо зазора входить в пазы кронштейна и двойного крючка стержня маятника. При наличии зазора кронштейн и крючок слегка обжимают. Пружинный подвес не подлежит восстановлению. В случае любых самых незначительных дефектов заменяют обе пружины.

Наиболее распространенным способом регулирования периода колебания маятника является подъем или опускание его линзы относительно стержня. Перемещают линзу поворотом гайки, поддерживающей линзу. В часах высокого класса каждому обороту гайки соответствует определенная величина изменения суточного хода часов в секундах. Обычно гайки этих часов имеют деления для контроля угла поворота гайки относительно неподвижного указателя, закрепляемого на линзе или стержне маятника.

В некоторых конструкциях маятников (преимущественно для прецизионных часов общетехнического назначения) период колебаний регулируют прибавлением к маятнику добавочных грузов, помещаемых на специальную полочку, установленную в средней части стержня. Дополнительный груз приводит к некоторому смещению (подъему) центра тяжести всей системы маятника, т. е. к изменению приведенной длины\*. Чем больше вес груза, тем короче приведенная длина и меньше период колебания.

Период колебания маятника подвержен воздействию внешних факторов и прежде всего изменениям температуры и атмосферного давления. Таким образом, при повышении температуры стержень маятника удлиняется, а при снижении температуры укорачивается, изменяя таким образом ход часов. Изменение суточного хода часов с изменением температуры на  $1^{\circ}\text{C}$  называется температурным коэффициентом маятника. Температурный коэффициент маятника с деревянным стержнем равен  $0,2 \text{ сек.}$ , со стальным стержнем —  $0,5 \text{ сек.}$  Маятники со стержнями из инвара (специальный сплав, мало подверженный тем-

---

\* Приведенная длина определяется расчетом и предполагается равной длине такого «математического» маятника, который имеет тот же период колебаний, что и рассчитываемый реальный («физический») маятник. Под «математическим» маятником понимается идеализированная система из тяжелой материальной точки, подвешенной на нерастяжимой нити, вес которой несомненно мал по сравнению с весом точки.



пературным изменениям) имеют температурный коэффициент порядка 0,05 сек.

При повышении атмосферного давления плотность воздуха увеличивается, а следовательно, увеличивается и сопротивление воздуха, оказываемое маятнику.

Для устранения температурных влияний на ход часов в конструкции маятника вводят специальные устройства, благодаря которым приведенная длина маятника остается постоянной независимо от изменений температуры окружающей среды. Наибольшее распространение имеют: маятники со стержневой компенсацией (маятник Гаррисона), инварные маятники (маятник Грифлера) и ртутные маятники (маятник Грахама).

Маятник со стержневой компенсацией (рис. 72, б) имеет стальной стержень 1, в нижней части которого на перекладине установлены два цинковых стержня 4 и 5. В верхней части цинковых стержней также установлена перекладина (с отверстием для свободного прохода центрального стального стержня), к которой подвешена пара наружных стальных стержней 2 и 3. Иногда вместо цинковых стержней применяют стержни из латуни. Исходные длины стальных и латунных (цинковых) стержней подбирают так, чтобы с изменением температуры удлинение стальных стержней компенсировалось удлинением латунных (цинковых) стержней и чтобы линза маятника оставалась на одной высоте.

В практике ремонта часовой мастер встречается с исправлением деформаций стержней компенсационного подвеса и закреплением их ослабевшей посадки. Выправлять стержни рекомендуется без применения молотка; нельзя стержни также подвергать нагреванию, чтобы не изменить структуру металла и не нарушить компенсационных свойств подвеса. Заменять стержни не следует. В случае крайней необходимости заменяют оба стержня компенсационной пары.

Инварный маятник (рис. 72 в) имеет прямой цилиндрический стержень 6 из инвара, в нижней части которого расположена латунная трубка 7, опирающаяся на гайку 8. Линза 9, свободно сидящая на стержне, опирается на верхний конец трубки. Сущность компенсации в этом случае заключается в том, что температурное изменение длины инварного стержня компенсируется температурным изменением длины трубки (насколько удлинится или укоротится стержень, настолько трубка поднимет или опустит линзу).

Иногда для улучшения компенсации трубку делают составной: нижняя часть — латунная, а верхняя, свободно лежащая на нижней, из стали. Маятники подобной конструкции практически не требуют ремонта.

Ртутные маятники (рис. 72, г) имеют линзу, выполненную в виде стакана, наполненного ртутью. Сущность

температурной компенсации этого маятника в том, что температурные изменения длины стержня маятника и деталей, удерживающих стакан, компенсируются объемным расширением ртути, уровень которой изменяется в стакане пропорционально изменению температуры.

Для секундных маятников (период колебания 2 сек), имеющих приведенную длину около 994 мм, высота уровня ртути должна составлять: при стальном стакане — 145 мм и при стеклянном — 140 мм.

Часы с барометрической компенсацией в практике ремонта почти не встречаются. Сущность барометрической компенсации (т. е. влияния изменений атмосферного давления) состоит в установке на стержне маятника миниатюрного ртутного барометра или барометрической анероидной коробки. При изменении атмосферного давления изменяется высота подъема ртути в трубке барометра или, соответственно, высота подъема дополнительного груза, установленного на анероидной коробке, чем и компенсируется изменение периода колебаний маятника.

**Балансовый регулятор.** В переносных приборах времени и в частности в карманных и наручных часах применяют регулятор, представляющий собой колебательную систему в виде баланса со спиралью.

Точность показаний часового механизма определяется состоянием системы баланс-спираль и условиями ее работы и обеспечивается лишь в том случае, если баланс совершает строго определенное число колебаний в единицу времени (т. е. колеблется с постоянным периодом). Увеличение периода колебаний баланса, т. е. уменьшение количества колебаний за единицу времени, приводит к отставанию часов; уменьшение периода колебаний, т. е. увеличение числа колебаний баланса, приводит к опережению. Система баланс — спираль при тщательном изготовлении и внимательной регулировке может совершать почти изохронные колебания, чем выгодно отличается от маятникового регулятора.

Баланс (рис. 73, а) представляет собой тонкий круглый обод 1 с одинарной или, реже, тройной перекладиной, предназначенной для его крепления на оси 2. В обод баланса ввинчены винты 3. На верхнюю часть оси баланса запрессована колодка 4, в боковом отверстии которой закреплен внутренний конец спирали 5. Спираль представляет собой упругую, весьма тонкую и чувствительную пружинку, изготовляемую из бронзы или специальных сплавов, обладающих предельно малым температурным коэффициентом. Наружный конец спирали заштифтован в отверстии колонки 6, предназначенной для крепления спирали в балансовом мосту. На нижнюю часть оси баланса запрессован двойной ролик 7, несущий эллипс 8.

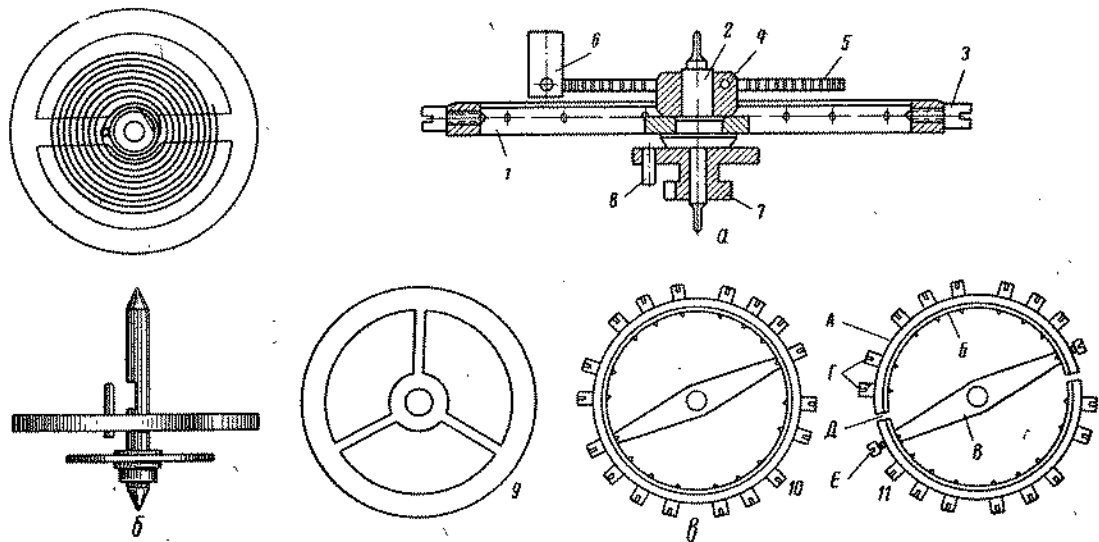


Рис. 73. Конструктивные схемы — узлы баланса со спиралью

Вторая система баланс-спираль (рис. 73, б) применяется в крупногабаритных часах, в основном в будильниках. Эта конструкция, описанная при рассмотрении функционирования штифтового спуска, не требует дополнительных пояснений.

В современных часах применяют балансы с самой различной конструкцией обода. Среди них можно отметить два основных типа: балансы с монометаллическим безвинтовым 9 (рис. 73, в) и винтовым 10 ободом, а также балансы с биметаллическим 11 ободом, т. е. ободом, изготовленным из двух колец различных металлов, соединенных сваркой или пайкой. Наружный обод А обычно изготовляют из латуни, внутренний В — из стали. Биметаллический обод, закрепленный на одинарной перекладине В, разрезан в двух диаметрально противоположных местах Д. Обод баланса превращается, таким образом, в пару биметаллических дуг. Такой баланс служит для компенсации влияния изменений температуры на ход часов.

Температурное воздействие на балансовый регулятор проявляется в том, что при изменениях температуры изменяются линейные размеры спирали (длина, ширина, толщина) и соответственно изменяется ход часов. Кроме того, на изменение хода от воздействия температуры оказывает влияние также термоэластический коэффициент спирали. С увеличением температуры спираль становится менее упругой, с падением температуры жесткость спирали возрастает. Последнее свойство спирали оказывает наибольшее воздействие на ход часов. Например, часы с монометаллическим латунным балансом и стальным волоском будут отставать примерно на 11 сек в сутки при увеличении температуры на 1°С.

*Компенсационный баланс* с биметаллическим разрезным ободом устраняет эту погрешность, так как металлы, составляющие биметаллическую пластину, при изменениях температуры удлиняются различно. Это вызывает прогиб биметаллической пластины. Например, при возрастании температуры латунь удлиняется больше, чем сталь, и биметаллический обод прогибается, приближая свободно висящий конец к центру вращения баланса. Это приводит к уменьшению радиуса вращения обода баланса, от которого зависит момент инерции, являющийся одним из факторов, определяющих период колебания баланса. Соответствующее уменьшение момента инерции баланса ускоряет ход часов, рассчитываемый таким образом, чтобы компенсировать отставание, возникающее от снижения модуля упругости материала спирали.

При снижении температуры более сильное сжатие латуни, чем стали, приводит к отходу свободного конца дуги обода от центра вращения. Возникающее при этом увеличение момента инерции обода компенсирует возросшую жесткость спирали.

Чтобы можно было регулировать компенсационную способность баланса, на его ободе в резьбовых отверстиях устанавливаются винты *Г*, переставляя которые ближе к разрезу, можно увеличить компенсационную способность (в монометаллическом балансе винты служат для уравнивания обода и для регулировки периода при подборе спирали). Кроме винтов *Г* обод биметаллического баланса у концов перекладки завинчивают винтами *Е* для регулировки периода. Если часы спешат, оба винта вывинчиваются на одинаковое количество оборотов, если отстают — завинчивают. При уравнивании баланса эти два винта не следует переставлять или облегчать.

В современных конструкциях часов большое распространение получила температурная компенсация при помощи специальной спирали из сплава, модуль упругости которого почти не зависит от температуры. Были созданы сплавы, относящиеся к группе никелевых сталей: элинвар, метэлинвар, ниварокс и др. В дальнейшем эти сплавы были усовершенствованы и усложнены по своему составу. Современные термокомпенсационные сплавы, имея в основе железо и никель, содержат, кроме того углерод, марганец, вольфрам, молибден, кремний, бериллий и другие компоненты в их различных сочетаниях. Ход часов, имеющих такую спираль, почти не зависит от температуры в гораздо более широких пределах, чем у часов с разрезными биметаллическими балансами. В настоящее время изготавливают спирали, у которых температурный коэффициент (т. е. суточное отклонение хода на  $1^{\circ}\text{C}$ ) меньше  $0,5 \text{ сек}$ . Однако качество температурной компенсации, создаваемой такими спиралями, в большой мере зависит от технологии их производства и подвержено изменениям в зависимости от процесса плавки металла. Поэтому термокомпенсированные спирали находят применение преимущественно в карманных и наручных часах, но не используются для прецизионных приборов времени, в которых, как например в морских хронометрах, предпочтение отдается температурной компенсации посредством баланса.

В часах с термокомпенсированной спиралью используют монометаллические балансы из мельхиора или бериллиевой бронзы. В последние годы монометаллические безвинтовые балансы находят все более широкое распространение. Применяемые в наручных часах безвинтовые балансы имеют ряд преимуществ по сравнению с винтовыми. Отсутствие винтов позволяет увеличить наружный диаметр обода, а следовательно, и момент инерции баланса без увеличения веса. При равенстве моментов инерции безвинтовые балансы имеют по сравнению с винтовыми меньший вес, что снижает трение в опорах баланса и, следовательно, уменьшает погрешность хода часов при изменении их положения. Обод безвинтовых балансов более прочен и меньше подвержен деформациям.

Однако применение безвинтовых балансов затрудняет регулировку часов. Наиболее точной регулировки периода колебаний при юстировке системы баланс — спираль достигают изменением момента инерции баланса (в балансах старой конструкции заменяют или переставляют винты). Необходимость регулировать момент инерции и для безвинтовых балансов несколько усложнила их конструкцию; момент инерции изменяют, передвигая вспомогательные грузы, размещенные на ободе или перекладине баланса, но не выступающие за пределы наружного диаметра обода. Рассмотрим несколько наиболее распространенных типов этих балансов.

*Безвинтовой баланс с поворотными шайбами* (рис. 74, а) (Швейцария, фирма «Патек Филипп»). Шайбы 1, имеющие разрез, фрикционно укреплены на штифтах 2, запрессованных в пазы обода 3 баланса параллельно его оси. Момент инерции обода изменяют поворотом шайб. Если вырез шайб повернут к оси баланса, то момент инерции и соответственно период колебания баланса увеличиваются. Чтобы уравновешенность баланса не нарушалась, необходимо, поворачивая одну регулировочную шайбу, поворачивать на точно такой же угол другую, диаметрально противоположную.

*Баланс, момент инерции которого изменяют при помощи двух пар плоских пружин* (Швейцария, патент № 884270). Концы пружин 4 (рис. 74, б) упираются в стенки кольцевой проточки 5 на внутренней стороне обода баланса. Через отверстие в центре каждой пружины свободно проходит винт 6, которым пружины крепятся к ободу. При помощи этих винтов пружины приближают к ободу или удаляют от него, изменяя таким образом момент инерции баланса. Недостатком этой конструкции является некоторая сложность контроля величины взаимного смещения диаметрально противоположных винтов, что приводит к нарушению уравновешенности баланса при изменениях момента его инерции.

*Безвинтовой баланс со сменными шайбами* (США, патент № 339574). Регулировочные шайбы 7 (рис. 74, в) размещены на выступах внутренней стороны обода баланса. Шайбы, надетые на штифты 8, удерживаются плоской пружиной 9. Момент инерции баланса изменяют путем замены двух диаметрально противоположных шайб одинакового веса. Достоинство этой конструкции заключается в том, что регулировочные шайбы можно точно подбирать по весу, чем исключается возможность нарушений уравновешенности баланса.

*Баланс, в котором момент инерции изменяют при помощи двух вспомогательных грузов* 10 (рис. 74, г), одновременно перемещаемых по фигурной перекладине 11 пружинным указателем 12 (США, фирма «Элджин»). При повороте указателя вокруг оси баланса грузы приближаются или удаляются относи-

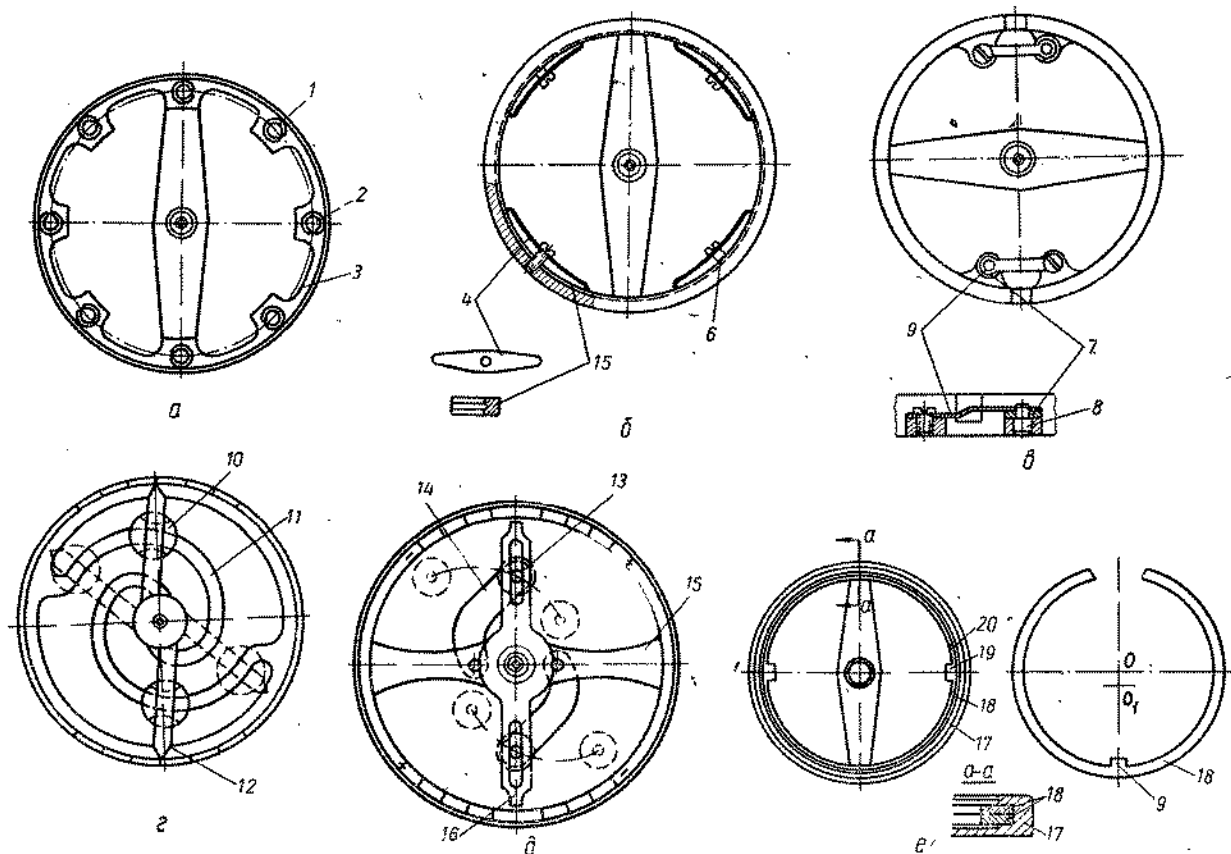


Рис. 74. Безвинтовые балансы

тельно центра вращения в зависимости от направления поворота указателя. Удобство регулировки повышается благодаря шкале, нанесенной на торец обода.

*Безвинтовой баланс с подвижными грузами* (Англия, фирма «Смитс»). Грузы 13 (рис. 74, д), установленные диаметрально противоположно относительно оси баланса, закреплены на рычагах-пружинах 14. Эти рычаги шарнирно установлены на перекладине 15 баланса. Пружинящий рычаг 16 закреплен фрикционно на оси баланса и своими пазами захватывает выступы грузов. При вращении этого рычага, положение которого контролируется по шкале, нанесенной на торце обода, грузы приближаются или удаляются от оси вращения баланса.

*Безвинтовой баланс с кольцами* (Чистопольский часовой завод, авторское свидетельство № 149714) показан на рисунке 74, е. Обод 17 этого баланса имеет внутреннюю кольцевую проточку, в которую установлены два фрикционных разрезных кольца 18. Каждое кольцо имеет выступ 19. Этот выступ, а также разрез 20, придающий кольцу необходимую эластичность; смещают центр тяжести кольца из точки  $O$ , совпадающей с центром вращения баланса, в точку  $O_1$ . В этой конструкции изменение момента инерции баланса невозможно. Перемещением колец 18 добиваются такого положения, чтобы центр тяжести всей системы, образованной неуравновешенным ободом и обоими кольцами, совпал с центром вращения баланса и узел баланса оказался уравновешенным. Кроме того, описываемый баланс позволяет при соответствующем перемещении колец, производимом в процессе регулировки хода часов в двух взаимно перпендикулярных вертикальных положениях, достичь равенства суточных ходов в различных положениях часов. Последнее достигается тем, что момент сил, возникающий от специально внесенной неуравновешенности в узел баланса, компенсирует момент сил, возникающий от неуравновешенности системы баланс-спираль\*.

Во всех часах старых типов и во многих часах современных конструкций период колебаний баланса (суточного хода часов) регулируют изменением активной длины спирали. Устройство, предназначенное для изменения длины спирали, называется градусником или регулятором.

Градусник (рис. 75, а) состоит из стрелки-указателя 1, посадочного кольца 2, которое имеет разрез 3, обеспечивающий пружинящую посадку градусника под верхнюю накладку 4, закрепляемую на балансовом мосту. Конус накладки при ее притягивании к мосту винтами плотно входит в кольцо градусника, разжимая его. Этим обеспечивается фрикционность крепления градусника на мосту. В выступе градусника запрессо-

\* Более детально этот процесс будет рассмотрен на стр. 237.



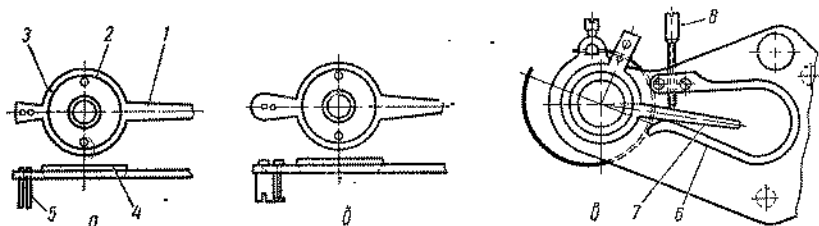


Рис 75. Градусники

ваны штифты 5; в зазор между ними вводят наружный виток спирали, колонку которого закрепляют винтом в гнезде балансового моста. Обычно на балансовом мосту имеется шкала, по краям которой нанесены знаки + и — или буквы П и У, что означает «прибавить» и «убавить». При перемещении указателя градусника в сторону знака + (П) штифты градусника удаляются от колонки, укорачивая активную длину спирали. Жесткость спирали возрастает и период колебаний уменьшается — часы идут с опережением. При противоположном перемещении указателя возрастает активная длина спирали и ход часов замедляется. Этот градусник применяют в часах с плоской спиралью, все витки которой лежат в одной плоскости. Для спиралей, у которых наружный виток поднят над общей плоскостью, применяют *градусник с замком* (рис. 75, б), в которых наружный штифт заменен фигурной деталью, поворачивающейся на оси крепления и перекрывающей своим рожком выход из зазора, в котором размещается наружный виток спирали. Замок открывают при помощи отвертки, для чего на торце фигурной детали замка предусмотрен шлиц.

Шкала на балансовом мосту предназначена лишь для относительной ориентации направления и величины смещения градусника. Но так как деления шкалы безразмерны, их нельзя использовать для точной регулировки хода часов. В прецизионных часах иногда применяют *градусник с микрометрическим винтом* (рис. 75, в). Указатель 7 этого градусника находится под воздействием пружины 6, в стойку которой ввернут винт 8, упирающийся в указатель градусника с другой стороны. При вращении винта градусник плавно перемещается в соответствующую сторону, обеспечивая высокую точность регулировки.

Также находят применение регуляторы с роликовой подачей спирали. В этих регуляторах вместо штифтов градусник несет два миниатюрных ролика, один из которых снабжен столь же миниатюрной рукояткой для его вращения. При вращении роликов наружный виток спирали, зажаты между роликами, соответственно укорачивается или удлиняется. В этой конструкции спираль не имеет колонки; свободный конец спирали при помощи

направляющего штифта отводится в сторону от действующих витков спирали, не мешая их работе. Равновесное положение баланса регулируют поворотом градусника на накладке. Суточный ход регулируют вращением роликов.

В обычных конструкциях наружный виток спирали закреплен в неподвижной колонке; между штифтами градусника необходим зазор, достаточный для перемещения градусника вдоль наружного витка спирали. Лучшим считается зазор, равный утроенной толщине спирали. Однако этот зазор отрицательно

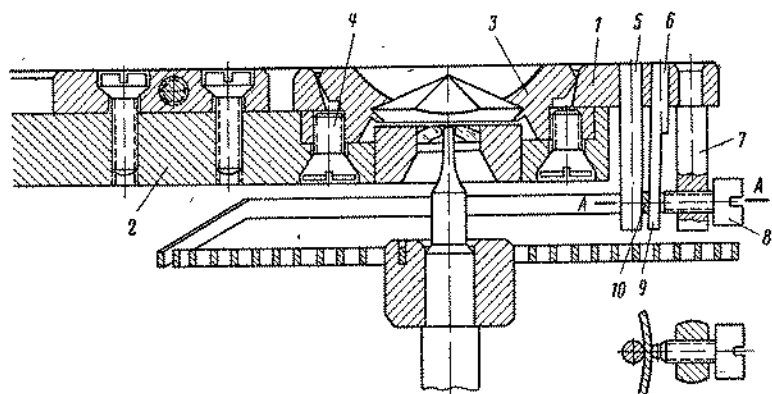


Рис. 76. Градусник с жестким зажимом

влияет на ход часов. В процессе работы часов спираль непрерывно скручивается и раскручивается, перемещается («играет») между штифтами градусника, попеременно прикасаясь то к одному, то к другому штифту. В результате активная длина спирали непрерывно изменяется в те моменты, когда спираль касается штифтов; она имеет некоторую активную длину, заключенную между штифтом градусника и точкой закрепления внутреннего витка спирали в колодке; когда же спираль не касается штифтов, ее активная длина возрастает на отрезок, заключенный между колонкой и штифтами градусника. В современных конструкциях этот недостаток устраняют применением *градусников с жесткими замками*. Одно из таких устройств показано на рис. 76.

Градусник 1 установлен на балансовом мосту 2, где удерживается накладкой 3, закрепленной винтами 4. В градуснике установлен штифт 5, а также колонки 6 и 7; в колонку 7 ввернут винт 8. Колонка 6 в нижней части срезана по толщине до половины диаметра; ее эластичный хвостовик 9 при помощи винта 8 может зажимать наружный виток 10 спирали. При регулировке винт 8 вывинчивают, освобождая спираль, передвигают градусник и вновь зажимают спираль. Описанное устройство

применяют в крупногабаритных прецизионных часах, например хронометрах, в которых активную длину волоска измеряют не только при регулировке суточного хода в обычном смысле этой операции, но и в целях некоторых специальных регулировок. В частности, вносят в систему баланс-спираль некоторую неизохронную погрешность, при помощи которой компенсируют остальные погрешности периода колебаний системы баланс-спираль.

Аналогичные устройства находят применение и в современных наручных часах. Например, американская фирма «Генрилайн Ватч» описывает устройство, показанное на рис. 77. К массивному замку 1 наружный виток спирали прижимается качающимся штифтом 2, имеющим коническую головку, свободно лежащую в коническом гнезде гладусника 3. На градуснике установлена деталь 4, перемещающаяся фрикционно вдоль

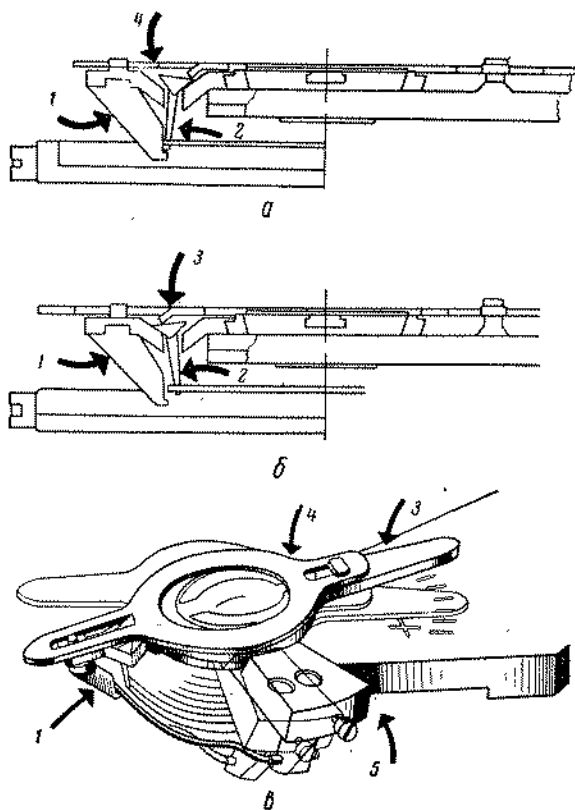


Рис 77. Градусник с качающимся зажимом и крепление спирали на подвижной колонке

градусника. Небольшой крючок этой детали взаимодействует с конической головкой штифта 2 таким образом, что при одном крайнем положении детали 4 штифт 2 зажимает спираль, при другом положении детали 4 штифт 2 освобождает спираль.

Эта же фирма применяет еще одно техническое усовершенствование — *подвижное крепление колонки спирали* (рис. 77, в). Колонка спирали закрепляется в миниатюрном мостике 5, фрикционно закрепленном на балансовом мосту с возможностью поворота относительно центра вращения баланса. Такой способ крепления дает возможность уравнивать правую и левую амплитуды колебания баланса («выкачку»), не извлекая баланс из механизма. Подвижное крепление колонки спирали в настоящее время находит все большее распространение.

При ремонте часов часто встречаются различные дефекты регулятора хода: ослабление крепления градусника, коррозия градусника, повреждения штифтов или замка. Большинство этих дефектов могут нарушать ход часов и подлежат обязательному устранению. Поврежденный регулятор обычно заменяют, однако в отдельных случаях и особенно при ремонте устаревших конструкций часовой мастер вынужден эти детали исправлять.

Слабую посадку градусника устраняют легкой шлифовкой нижней плоскости верхней накладки на мелкозернистом камне. Для этого накладку прижимают к поверхности камня пробкой и несколькими равномерными движениями проводят шлифовку. Накладной камень при шлифовке должен быть удален из накладки, так как в противном случае можно повредить его рабочую поверхность.

Коррозию градусника устраняют последовательными шлифовкой и полировкой, которые производят аналогично вышеописанной операции.

Деформированные штифты градусника подлежат замене. Простые штифты изготавливают из проволоки (твердая латунь), опиливаемой слегка на конус, полируемой и запрессовываемой в отверстия градусника. После запрессовки наружные концы штифтов слегка сжимают, обеспечивая параллельность их сторон, обращенных друг к другу.

При ремонте штифта замка из градусника прежде всего удаляют поврежденный штифт. После этого бархатным напильником опиливают слегка на конус латунный стержень несколько большего диаметра, чем отверстие в градуснике; стержень должен туго входить в отверстие градусника (рис. 78, а). Затем на стержень надевают шайбу, толщина которой соответствует толщине градусника, и опиливают штифт до нужного диаметра. Шайба ограничивает по высоте шейку штифта. Готовый штифт доводят полировальником. Сняв шайбу и очистив штифт от

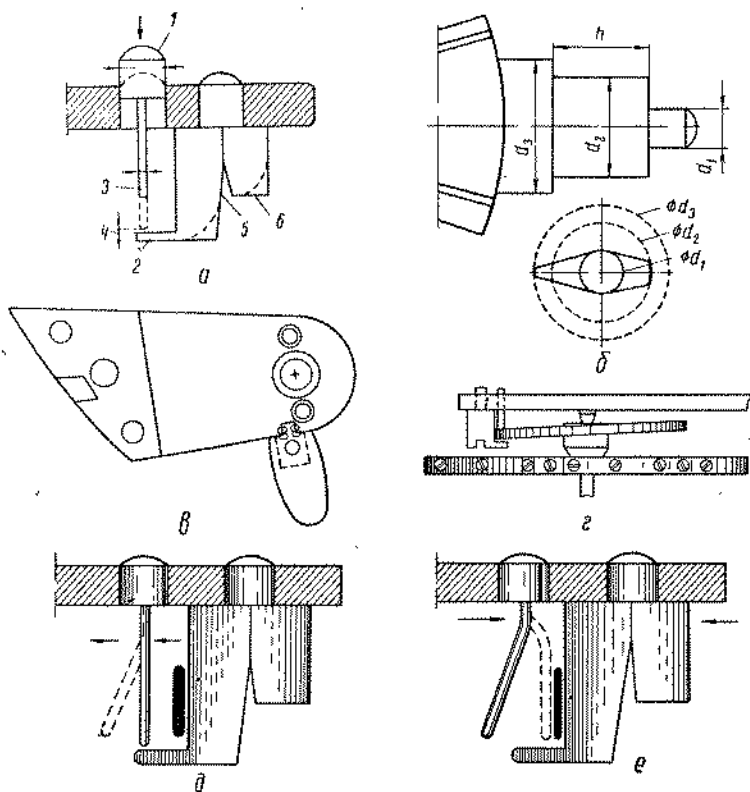


Рис. 78. Исправление замка градусника

заусенцев, обрезают излишек стержня и закругляют головку 1. Открыв замок, запрессовывают штифт. Повернув замок носиком 2 к штифту, отмечают точку касания 3 носиком 2 штифта и, отведя замок от штифта, опиливают штифт, чтобы между концом штифта и носиком замка образовался некоторый минимальный зазор 4.

При изготовлении замка на токарном станке обтачивают латунный стержень (рис. 78, б), диаметр  $d_3$  которого равен удвоенному расстоянию между центрами отверстий замка и штифта. Затем обтачивают часть стержня, диаметр  $d_2$  который равен удвоенному расстоянию от центра отверстия замка до отверстия штифта, и высотой  $h$ , равной длине штифта, увеличенной на ширину зазора между торцом штифта и носиком замка. Диаметр цапфы  $d_1$  равен отверстию в градуснике, высота закругленной части цапфы должна равняться высоте закругленной части головки штифта.

Зажав обточенный стержень в ручные тиски, опиливают торец наибольшего диаметра до тех пор, пока толщина остающейся части не достигнет требуемой толщины носика замка. Далее обрабатывают напильником боковые стороны замка, закругляя острые углы. Готовый замок полнруют.

Запрессовку и заклепку замка производят на латуинной наковальне, опирая замок на пятку. Шлиц 5 и заплешико 6 (см. рис. 78, а) обрабатывают после установки замка в градусник.

Наиболее часто встречающийся дефект верхней накладки — повреждение резьбы под винты. Этот дефект устраняют стягиванием отверстий под винты. Еще лучше подобрать новые винты несколько большего диаметра.

В случае если градусник перемещается на накладке слишком туго, следует слегка шлифовать нижнюю сторону градусника. Эту операцию следует производить осторожно, оберегая штифты градусника от повреждения.

Иногда оказывается поврежденной опора колонки спирал. Основными дефектами в этом случае является срыв резьбы в отверстии под винт крепления колонки, а также поломка этого винта, сопряженная с невозможностью извлечения обломка. Стянуть это отверстие практически невозможно. Опору колонки с поврежденным отверстием следует удалить, на месте среза пропилить паз и закрепить в нем латуинную пластинку (рис. 78, в). Пластинку припаивают с нижней стороны моста, прогревая только самую припаиваемую пластинку, чтобы не повредить покрытие моста. После пайки сверлят отверстие под колонку, производят необходимую опиловку, сверление под резьбу и нарезку резьбы. На исправленном участке моста рекомендуется восстановить покрытие.

Более распространен способ удаления обломка винта путем его растворения квасцами (см. стр. 408) или просверливания дополнительного отверстия под винт под углом  $90^\circ$  к поврежденному отверстию. Последний способ имеет один недостаток: оставшееся неисправленным поврежденное отверстие портит внешний вид моста.

При установке в часовой механизм узла баланс-спираль необходимо тщательно следить за положением спирали в штифтах (замке) градусника. Спираль должна быть параллельна плоскости баланса, в случае перекоса (рис. 78, г) этот дефект устраняют легким нажимом на спираль в непосредственной близости от точки ее закрепления в колонке.

Зазор в штифтах градусника контролируют визуально (с помощью лупы). Увеличенный зазор уменьшают осторожно, подгибая штифт, чтобы не нарушить параллельность. Штифт подгибают в два приема: сначала его изгибают наружу, примерно на расстоянии  $\frac{1}{3}$  от его основания (рис. 78, д), затем, вторым

изгибом, сделанным вблизи от основания, зазор приводят к нужной величине (рис. 78, *е*). Параллельность штифтов или штифта и грани замка в этом случае будет сохранена.

**Спираль.** Является важнейшим узлом колебательной системы часов.

При использовании плоской спирали ее центр тяжести, как правило, не совпадает с осью вращения баланса, чем нарушается общая уравновешенность системы баланс-спираль. Уста-

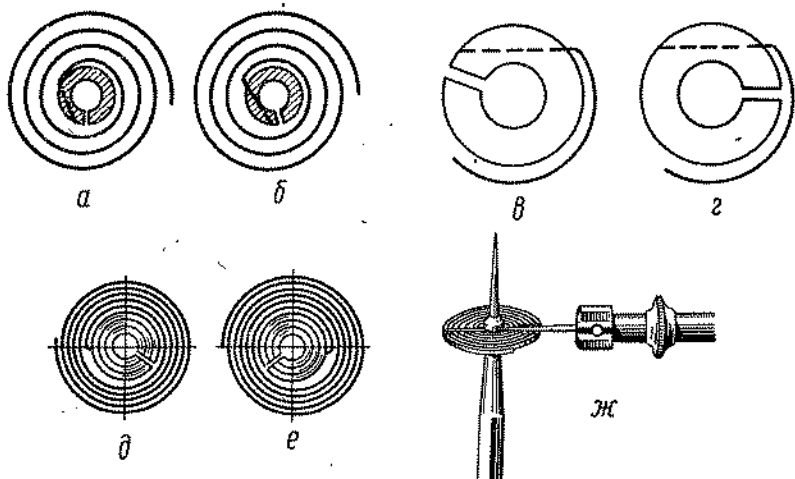


Рис. 79. Заштифтовка спирали

новлено, что если внешний и внутренний витки спирали не изготовлены по специальным кривым, то центр тяжести спирали при его раскручивании и закручивании непрерывно перемещается относительно оси вращения баланса, внося погрешность в ход часов. Эта неуравновешенность в особо сильной мере проявляется при проверке часов в вертикальных положениях.

Большое значение имеет правильность заштифтовки внутреннего витка спирали в колодке. Существуют две наиболее часто встречающиеся ошибки в креплении внутреннего витка: в первом случае (рис. 79, *а*) спираль расположена слишком близко к колодке и в точке заштифтовки резко изогнута. В результате при закручивании спирали во время работы часов внутренний виток будет прилегать к колодке тем плотнее, чем больше амплитуда колебания баланса. Прилегание спирали к колодке приведет к периодическому изменению активной длины спирали, которое в некоторой мере будет зависимо от амплитуды. В результате при полном заводе часы будут спешить, а при

малом заводе — отставать. Острый перегиб спирали в точке крепления приведет к быстрому ее обрыву.

Во втором случае (рис. 79, б) спираль слишком удалена от колодки, которая оказывается эксцентрично установленной по отношению к виткам спирали. Эта ошибка в закреплении спирали приведет к ее несимметричному раскручиванию во время работы часов, что также вызовет ошибки хода.

Правильное крепление внутреннего витка в колодке показано на рис. 79, в: спираль, выходящая из колодки, имеет плавный изгиб, не соприкасается с колодкой. Минимальное расстояние между колодкой и внутренним витком спирали равно шагу спирали. Здесь же (рис. 79, г) показан случай, когда колодка установлена разрезом, направленным к витку. Такое крепление также недопустимо, так как явится серьезной помехой при выравнивании положения спирали на оси баланса. В тех случаях, когда необходимо подобрать или изготовить новую колодку необходимо учитывать направление навивки спирали. Штифтовку левых спиралей (рис. 79, д) осуществляют слева от центрального отверстия колодки, правых (рис. 79 е) — справа от него.

Для установки и закрепления новой спирали на колодке необходимо предварительно удалить лишние внутренние витки спирали, чтобы между первым внутренним витком и колодкой было такое же расстояние, как между двумя последовательными витками (шаг спирали). Внутренний конец спирали выпрямляют на длину, достаточную для заштифтовки. Изгиб спирали выравнивают на переходе от внутреннего витка к прямолинейному штифтуемому участку.

Закрепляют спираль латунным штифтом. Проволоку, зажатую в ручных тисках, опиливают на конус. Колодку надевают на какую-либо оправку и вводят в нее штифт. На штифт наносят две риски, отмечающие начало и конец части штифта, находящегося в колодке. Штифт извлекают из колодки и в местах отметок зашлифовывают острым надфилем на глубину, равную примерно  $\frac{1}{4}$  его диаметра. На штифте по всей его длине зашлифовывают лыску, освобождая место для спирали.

Колодку надевают на граненый конический стержень, одна из граней которого входит в разрез колодки; предотвращая ее вращение. Спираль кладут сверху на колодку и, слегка оттянув вниз конец штифтуемого внутреннего витка, вводят его в отверстие колодки. Полностью штифтуемый конец спирали вводят в отверстие колодки одновременно со штифтом (рис. 79, ж). Если при заштифовке спираль деформируется, необходимо извлечь штифт и увеличить его продольную лыску.

Осторожно вращая штифт, совмещают плоскости колодки и спирали (положение спирали можно контролировать по ее перпендикулярности к оправке, на которую надета колодка).



Окончательное закрепление штифта рекомендуется производить не нажимом, а вытягиванием его тонкого конца, чтобы исключить возможность изгиба штифта при запрессовке. Штифт обламывается по ранее произведенным запилам. Если обломить штифт не удастся, его можно откусить острыми кусачками.

В часах малых калибров с относительно мягкой спиралью для заштифтовки можно применять круглый штифт. Эти спирали легко деформируются и при заштифтовке принимают форму штифта без заметных наружных деформаций.

Особое внимание должно быть уделено *концевой кривой* наружного витка спирали. Филлипс сформулировал основные законы, которым должна удовлетворять концевая кривая, и дал формулы для расчета положения центра тяжести концевых кривых. Основным требованием, предъявляемым к концевой кривой, является то, что центр тяжести концевой кривой должен лежать на перпендикуляре, восстановленном от центра спирали к радиусу, соединяющему начало концевой кривой с центром спирали. Однако, определяя положения центра тяжести концевой кривой, формулы Филлипса не выражают формы самих концевых кривых, которые на практике выполняются самых различных конфигураций. В настоящее время существуют специальные справочные таблицы, позволяющие выбрать наиболее выгодную форму концевой кривой по условному соотношению  $R_0/R$ , где  $R_0$  — радиус спирали в штифтах регулятора при его среднем положении, а  $R$  — радиус в точке конца основной спирали. На рисунке 80, а в качестве примера показаны формы двух кривых Филлипса, удовлетворяющие соотношениям

$$\frac{R_0}{R} = 0,5 \text{ и } \frac{R_0}{R} = 1.$$

Необходимо отметить, что кривые Филлипса преимущественно применяются в прецизионных часах с цилиндрическими спиралями, например в хронометрах.

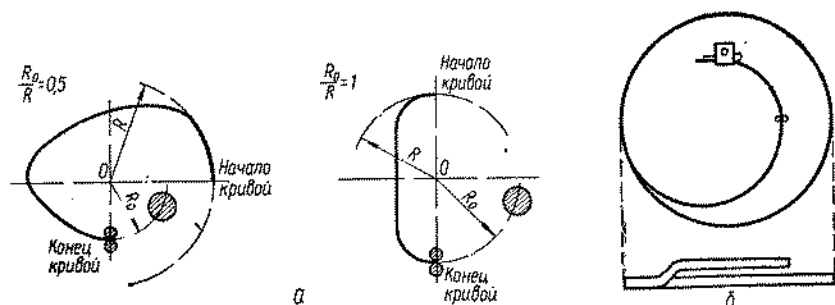


Рис. 80. Изготовление концевой кривой

В карманных и наручных часах наибольшее распространение получила концевая кривая Бреге, отличающаяся простотой и легкостью изготовления (рис. 80, б).

Наиболее простым способом изготовления концевой Бреге является тот, при котором используют специальный пинцет (см. рис. 20, б), позволяющий двумя нажимами, приложенными попеременно с двух сторон спирали, образовать необходимый изгиб спирали, поднимающий концевую кривую над ее плоскостью. Способ этот надежный и не требует больших затрат

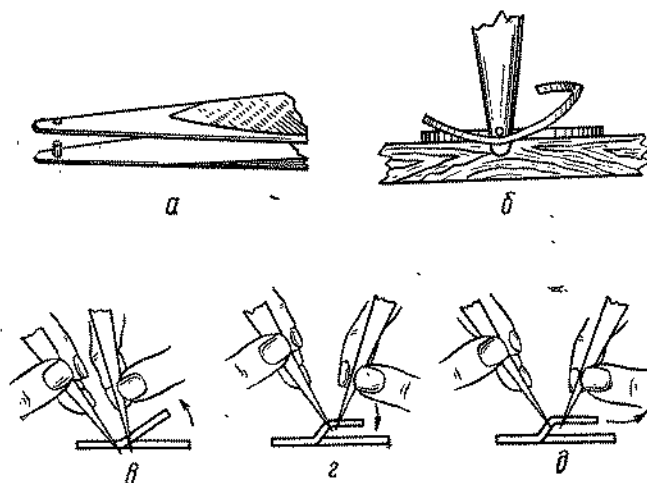


Рис. 81. Изготовление концевой кривой Бреге

времени. Его можно с успехом применять для обработки спиралей из относительно мягких сплавов (инвар, элинвар).

Вторым способом, применяемым для обработки спиралей из более твердых сплавов, является способ, при котором используют пинцет, показанный на рисунке 81, а. На конце одной из губок пинцета помещен латунный штифт, свободно входящий в отверстие на второй губке. Положив спираль на брусок мягкого дерева, захватывают пинцетом в месте первого изгиба и, сжав пинцет достаточно плотно (но так, чтобы спираль все же могла перемещаться между его концами), медленно и осторожно вкалывают концы пинцета в дерево (рис. 81, б). Спираль при этом изогнется концами вверх. Угол изгиба зависит от диаметра штифта; чем меньше диаметр штифта, тем острее будет угол изгиба. Перевернув спираль, находят место второго изгиба и повторяют операцию. В результате поднятый наружный виток спирали опустится и станет параллельным остальным виткам. При изгибании спирали любым из двух описанных способов следует соблюдать большую осторожность, так как резкий нажим может привести

к обрыву спирали. Изгибая спираль, следует добиваться получения в отдельных ее коленах плавных переходов.

При отсутствии специальных пинцетов концевую кривую можно выгнуть от руки. В этом случае спираль кладут на плотную белую бумагу и на расстоянии, равном  $\frac{3}{4}$  витка от свободного конца, захватывают спираль сильным пинцетом. Вторым пинцетом захватывают конец спирали. Затем, прижав к верстаку первый пинцет, его концы вкалывают в бумагу, а второй поднимают вверх, отгибая конец спирали (рис. 80, в) несколько выше, чем это требуется для готовой концевой кривой. От полученной точки изгиба спирали отступают на  $25^{\circ}$ — $30^{\circ}$  и захватывают спираль в этой точке первым пинцетом. Отступив еще на  $10$ — $15^{\circ}$ , спираль захватывают вторым пинцетом. Первый пинцет держат неподвижно, а второй поворачивают вниз, сгибая спираль (рис. 80 г). Переместив первый пинцет на место нового изгиба, держат его неподвижно, а вторым пинцетом придают надлежащий изгиб поднятому над плоскостью спирали витку. Этот изгиб не должен выполняться за одно движение. Пинцет постепенно перемещают вдоль витка, одновременно слегка поворачивая и защемляя спираль (рис. 80, д). Изгибая таким способом концевую кривую, необходимо следить за правильностью перемещения пинцетов; малейшие их отклонения от плоскости, в которой производят изгиб, сразу вызовут деформацию спирали, устранить которую будет трудно.

После изготовления концевой кривой следует приступить к заштифтовке спирали в колонке. Для этого колонку закрепляют в мосту баланса, а спираль устанавливают на баланс. Устанавливать колодку на ось баланса рекомендуется на потансе с соответствующим пуансоном. В крайнем случае эту операцию можно выполнить пинцетом, установив нижнюю часть оси баланса на подставке с отверстием, диаметр которого позволяет балансу опираться на нижнюю часть двойного ролика. Необходимо по возможности сразу правильно ориентировать спираль на балансе, соблюдая правильное взаимное расположение между эллипсом и наружным витком спирали, подлежащим заштифтовке в колонке.

Баланс со спиралью устанавливают в механизм и закрывают мостом. Осторожно поворачивают баланс так, чтобы конец спирали прошел между штифтами градусника и вошел в отверстие колонки (спираль при этом слегка приподнимают снизу вверх). Если спираль не проходит между штифтами градусника, баланс следует извлечь из механизма и провести корректировку концевой кривой. То же надо сделать, если спираль, пройдя штифты градусника, не попадает в отверстие колонки. Если это смещение велико, можно на конце спирали выгнуть дополнительное колено (рис. 82, а) располагае-

мое возможно ближе к колонке. Спираль должна входить в отверстие совершенно свободно. Нельзя проталкивать спираль в это отверстие, так как при этом можно нарушить центровку спирали или испортить форму концевой кривой.

После этого можно приступить к заштифтовке спирали. Вынув спираль из механизма, ее снимают с баланса. Изготавливают штифт, который должен быть несколько длиннее штифта для закрепления спирали в колодке. Нанеся метки, определяющие длину штифта, штифт прорезают. Положив

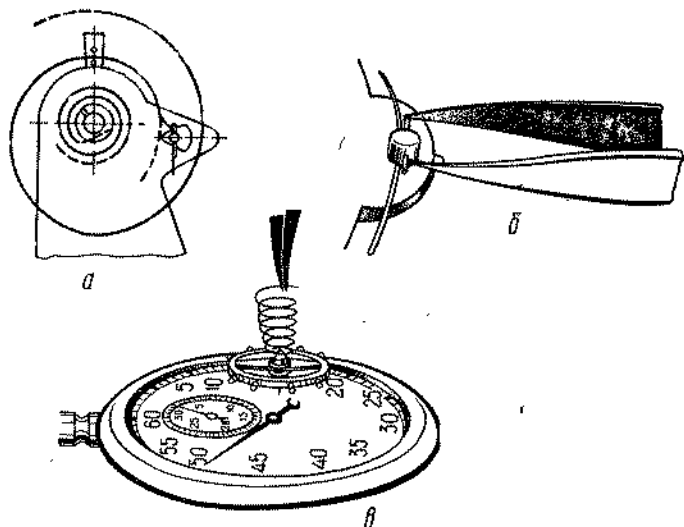


Рис. 82. Вибрация спирали

мост баланса на верстак, конец спирали вводят в отверстие колонки. Проверив положение спирали, вводят штифт и обламывают его концы по ранее произведенным прорезам. Запрессовывают штифт специальным пинцетом (рис. 82, б), одна из ножек которого укорочена или имеет продольный разрез. Короткое прямое отверстие в колонке может после заштифтовки несколько исказить дугообразность наружного витка спирали. В этом случае спираль выпрямляют, изгибая ее как можно ближе к колонке. Необходимо проверить правильность расположения концевой кривой: в зоне перемещения штифтов градусника кривизна спирали должна точно соответствовать дуге окружности, описываемой штифтами градусника. Если при перемещении градусника его штифты деформируют спираль, следует откорректировать концевую кривую.

Исправление деформированных спиралей весьма сложная операция, не всегда дающая желаемые результаты. Сильно деформированная спираль исправлению не подлежит.

Правку и центрирование слабдеформированной спирали производят двумя пинцетами, положив спирали на матовое стекло. Одним пинцетом удерживают спираль, вторым выгибают виток в желаемом направлении. Исправлять спираль при боковом освещении не рекомендуется, так как тени, лежащие между витками спирали, искажают ее форму. Наиболее удобен слабый нижний подсвет матового стекла.

При замене спирали предварительно определяют основные параметры спирали: толщину и ширину, измеряемые микрометром, число витков, а также наружный диаметр спирали, который ориентировочно должен быть равен половине диаметра балаиса.

Если неизвестен период колебания балаиса ремонтируемых часов, число колебаний балаиса в час определяют по формуле

$$N = 2 \frac{Z_n Z_n Z_c Z_x^*}{Z_n' Z_c' Z_x'}$$

Затем корректируют длину спирали, определяя место заштыфтовки в колонку. Эта операция носит название вибрации спирали, и производят ее обычно на вибрационной машинке. При отсутствии машинки эту операцию можно выполнить при помощи секундомера или хорошо выверенных часов с центральной секундной стрелкой. Балаис со спиралью помещают на стекло секундомера и, захватив внешний виток спирали пинцетом, поднимают его, придавая балаису колебательные движения. Поддерживать колебания балаиса в процессе вибрации можно непрерывными легкими вертикальными перемещениями пинцета, в котором удерживается спираль, в такт с колебаниями балаиса (рис. 82, в).

Балаис, удерживаемый пинцетом за спираль, должен лишь слегка касаться стекла секундомера нижней цапфой. Колебания балаиса подсчитывают путем наблюдения за перемещением какой-либо заметной части обода балаиса, например одного из винтов. Можно также следить за перемещениями перекладки. Колебания балаиса подсчитывают в течение какого-либо заранее определенного отрезка времени. Наиболее удобны интервалы в 10, 20 или 30 сек. Точность вибрации повышается с увеличением длительности интервала подсчета.

Вибрацию спирали можно также осуществить при помощи прецизионных часов, период колебания балаиса которых соответствует периоду колебания балаиса, подвергаемого вибрации. Эталонные часы со снятой крышкой кладут на верстак циферблатом вниз и накрывают стеклом. Проверяемый балаис, удерживая пинцетом за наружный виток спирали,

\* Число 2 в формуле показывает, что на каждый зуб ходового колеса приходится два колебания балаиса.

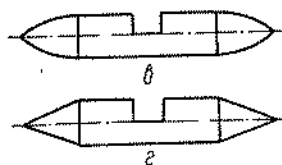
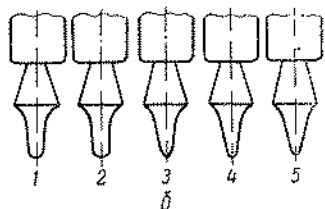
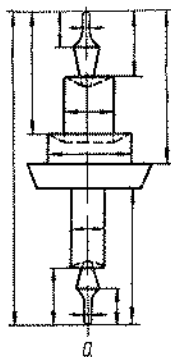


Рис. 83. Ось баланса

опускают нижней цапфой на стекло. Сам процесс проверки аналогичен проверке на вибрационной машинке.

При помощи эталонных часов крупного калибра можно изготовить удобное приспособление для вибрации спирали, не требующее подсчета колебаний баланса или наблюдения за совпадением переключений эталонного и вибрируемого балансов. Для этого у эталонных часов удаляют накладной камень верхней цапфы баланса, а саму цапфу заменяют новой, несколько удлиненной и выступающей над поверхностью балансового моста. На цапфе закрепляют латунную втулку, имеющую на верхнем торце коническое гнездо, центр которого точно совпадает с осью баланса.

Вибрируемый баланс опускают нижней цапфой в это гнездо. Колебания эталонного баланса вследствие трения конического гнезда о цапфу проверяемого баланса приводят последний в движение. Если длина вибрируемой спирали не соответствует требуемой, вибрируемый баланс будет перемещаться рывками. По мере приближения длины вибрируемой спирали к требуемой величине продолжительность

и равномерность колебаний вибрируемого баланса будут возрастать. При соответствии длины вибрируемой спирали искомому периоду колебаний движения вибрируемого и эталонного балансов станут синхронны. Вибрируемый баланс будет колебаться равномерно с большой амплитудой.

Установив точку крепления спирали в колонке, обрезают лишний участок наружного витка, оставляя припуск, равный от  $\frac{1}{4}$  до  $\frac{1}{8}$  оборота витка. Инструмент для этого можно изготовить из швейной иглы. Закрепив иглу острым концом в деревянной рукоятке, ушко иглы обламывают таким образом, чтобы на оставшемся конце иглы сохранились два рожка. Удерживая спираль на стекле пинцетом, спираль захватывают рожками иглы в месте обрезки и, вращая иглу вперед и назад, обламывают виток. После вибрации изготовляют концевую кривую так, как это было описано выше.

Неисправности оси баланса обычно влекут за собой замену поврежденной оси новой. При изготовлении оси ба-

ланса требуются особая точность и внимание\*. Наиболее ответственные размеры оси показаны на рис. 83, а. Особое значение имеет правильность конфигурации цапф. Цапфа оси баланса должна иметь правильную сферическую пятку, цилиндрический рабочий участок и плавный радиусный переход к утолщенной зоне 1 (рис. 83, б). Наиболее часто встречающимися ошибками при обработке цапф являются: притупление 2 пятки, заострение 3, асимметрия 4 и конусность цапфы 5. Наиболее частые дефекты оси: износ, деформация и поломка цапф; устранение этих дефектов было описано выше.

При замене оси баланса поврежденную ось удаляют с особой осторожностью, так как эта операция может привести к неустраняемому повреждению отверстия в перекладине баланса. Рекомендуется предварительно установить баланс в патроне токарного станка (в цанге зажимают ось баланса) и сточить запле-чико оси, удерживающее перекладину. После этого баланс устанавливают на нитбанк и выбивают ось легким ударом молотка по соответствующему пуансону.

Оси балансов крупногабаритных часов и в частности будильников, имеющие конфигурацию цилиндрического стержня с пазом, не имеют цапф и с обеих сторон заточены на конус. Эти оси в основном подвержены двум дефектам: притуплению конусов и поломке в зоне паза. Сломанную ось следует заменить. Ось с притупленными конусами исправляют, вновь затачивают конусы. Острие конуса промышленно изготавливаемых осей колеблется в пределах 0,015—0,03 мм. Правильная заточка конусов показана на рис. 83, в. Такая форма конусов способствует задержанию масла в опорах. Заточка оси с прямосторонними конусами (рис. 83, г) допустима, но значительно ухудшает свойства оси, способствуя растеканию масла и снижая прочность конусов.

Конусы затачивают в токарном станке, зажав ось в цангу соответствующего диаметра и придав шпинделю по возможности большее число оборотов. Предварительно конус шлифуют камнем миссисипи, затем тщательно полируют. Поскольку после заточки конусов обычно нарушается уравновешенность баланса, ее следует восстановить. Балансы будильников уравновешивают, высверливая в точке перевеса в ободе баланса незначительные глухие отверстия. Отверстия высверливают с той стороны обода, которая обращена к циферблату часов.

Сборка узла баланса — операция, требующая большого внимания. Первоначально баланс закрепляют на оси, которая должна плотно, но без значительных усилий входить в отверстие перекладки баланса. Запечико оси, имеющее торцовую подрезку для расклепывания, должно слегка выступать над поверхностью перекладки. Баланс 1 (рис. 84, а)

\* Процесс изготовления новой оси описан на стр. 83.

с установленной в нем осью 2 помещают на наковальню 3, положив на нее предварительно латунную прокладку 4 с отверстием для предохранения оси баланса от забоя. Пуансоном 5 наносят ровный удар по торцу заплечика, расклепывая его выступающую над перекладной частью.

Затем приступают к запрессовке двойного ролика (рис. 84, б). Для этого баланс 1 с осью устанавливают на наковальню 3, закрепленную в верстачных тисках. Двойной ролик 6 надевают на ось, чтобы эллипс расположился на перпендикуляре к перекладной баланса, и легким ударом плоского пуансона 7 с отверстием напрессовывают ролик до упора.

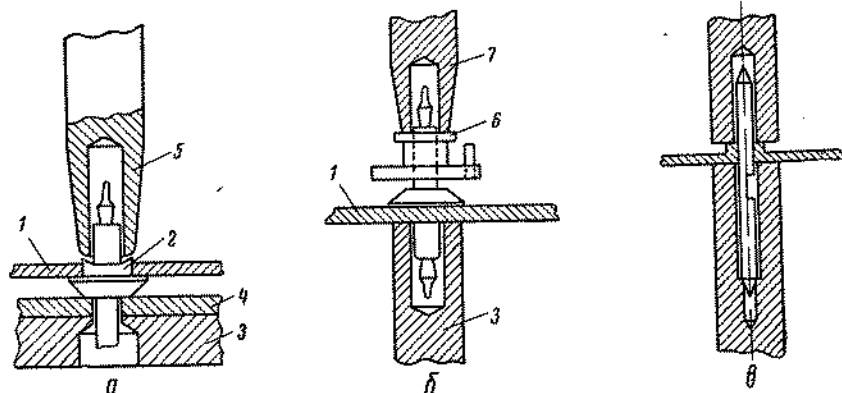


Рис. 84. Сборка узла баланса

Большую трудность представляет запрессовка оси баланса будильника, поскольку эта ось не имеет заплечиков для ее упора, а наличие паза в средней части оси создает опасность ее поломки. Наиболее удобным является способ, показанный на рис. 84, в. В этом случае ось устанавливают в специальную наковальню с глубоким отверстием, охватывающим ось на участке паза, имеющую второе отверстие меньшего диаметра, создающее надежную опору для конуса без опасности повреждения его острия.

Посадку баланса производят плоским пуансоном с глубоким отверстием, достаточным для свободного прохода верхнего конца оси.

После сборки узла баланса необходимо проверить и выправить обод баланса. Плоскостное и радиальное биение обода контролируют визуально, установив баланс в специальный циркуль (см. рис. 21, з и и). Плоскостное биение обода исправляют легкой подгибкой перекладки баланса при помощи специальных щипцов (рис. 21, б). Радиальные биения баланса, а также различные местные деформации его обода устраняют при помощи



специальных рычагов (см. рис. 27, б), плавно выгибая обод в требуемом направлении. Эта операция требует особой аккуратности при выправлении обода винтового баланса, так как отверстия для винтов сильно снижают прочность этих мест обода и могут явиться причиной резкого перегиба или поломки обода при резком нажатии рычага.

Баланс с хорошо выправленным ободом должен свободно вращаться в опорах специального циркуля (рис. 85, а) без за-

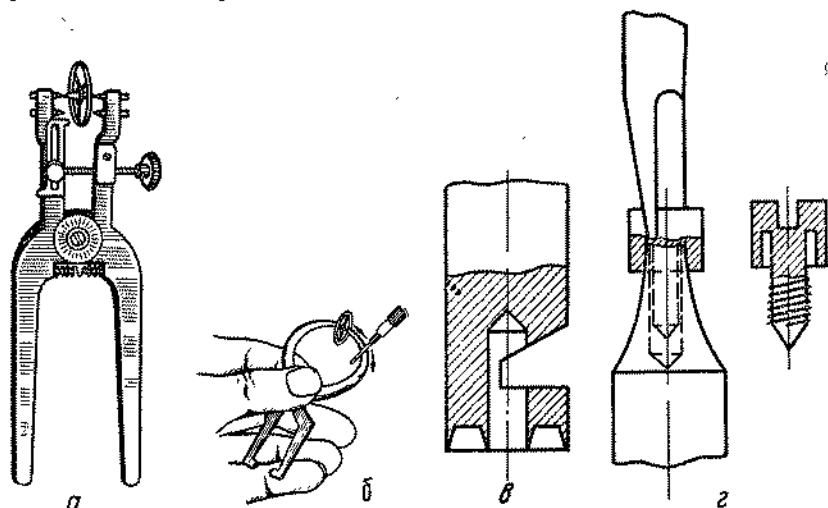


Рис. 85. Контроль биения обода и уравнивание баланса

метного изменения зазора между торцом обода и концом контрольной стрелки циркуля.

После того как обод баланса выправлен, следует уравновесить баланс относительно оси его вращения. Проверять уравнированность необходимо и у балансов, не подвергавшихся замене оси, так как причиной неуравновешенности могут оказаться: слегка отвернувшийся винт обода, застрявшая в шлице винта грязь, попавшая на обод баланса и засохшая капля масла и т. п.

Баланс можно также уравновесить в циркуле (рис. 85, б), у которого для этой цели на одной из кромок выполнены мелкие насечки. Проводя по этим насечкам отверткой или ребром пинцета, создают вибрацию опор, под действием которой баланс при наличии неуравновешенности стремится повернуться утяжеленной стороной вниз. Уравновешенный баланс будет слегка колебаться в опорах циркуля, и его можно легко остановить в любом положении.

Для уравнивания баланса более удобно пользоваться перевес-машинкой (см. рис. 26, в).

Уравновешивая баланс с биметаллическим разрезным ободом, следует избегать прикосновений к нему руками. Тепло пальцев, передаваемое ободу, может вызвать его деформацию и явится причиной ошибки уравновешивания. При уравновешивании монометаллического неразрезного баланса металл с утяжеленной части снимают, высверливая небольшие углубления с нижней стороны обода при помощи остро заточенного трехгранника. Если баланс снабжен винтами, а утяжеленный участок обода находится между какими-либо двумя винтами, в этом случае необходимо слегка облегчить оба эти винта. Когда утяжеленная точка обода совпадает с одним из винтов, производится облегчение этого винта.

В часах, уже подвергавшихся ремонту, иногда можно встретить баланс, который был испорчен при выполнении уравновешивания небрежно или неправильно произведенной опиловкой. Нельзя снимать излишек металла путем опиловки обода баланса или косой опиловки головок винтов. Такое устранение излишка металла неисправимо портит внешний вид механизма.

В отдельных случаях баланс уравновешивают не снятием излишка металла, а при помощи замены одних винтов другими, более тяжелыми или более легкими, или подкладывая миниатюрные шайбы под головки винтов. Эти шайбы вырезают из тонкой латуной фольги при помощи специального пуансона (рис. 85, в).

Излишки металла лучше всего снимать, уменьшая вес винтов баланса. Для этого существует много способов: сверление конического углубления на торце головки винта, сверление цилиндрического углубления на торце винта, уменьшение диаметра головки винта (обтачивается на станке), углубление шлица винта, проточка глубокой фаски на нижнем торце головки винта, точение глубокой фаски на верхнем торце головки, уменьшение высоты головки, коническая подрезка нижнего торца головки (выполняется острым резцом на станке) и цилиндрическая подрезка нижнего торца головки.

Последний способ наиболее прогрессивный, так как менее всего портит внешний вид баланса и выполняется относительно легко и быстро при помощи специальной фрезы (рис. 85, г). Эту фрезу часовой мастер может легко изготовить сам. Фрезу зажимают в верстачные тиски, обрабатываемый винт, установленный на фрезу, вращают отверткой до образования прорези требуемой глубины.

Опоры баланса требуют от часового мастера такого же большого внимания, что и цапфы. В качестве опор балансы крупногабаритных часов с коническими цапфами имеют центровые винты с коническим гнездом. Обычно эти винты изготавливаются из стали, несколько реже применяют латунные винты с запрессованными в торце их стержня камневыми опорами.

Состояние конического гнезда этих винтов сильно сказывается на ходе часов; малейший дефект гнезда влечет за собой прогрессирующий износ конусов оси.

В случае одностороннего износа конического гнезда рекомендуется слегка повернуть винт, предоставив возможность конусам оси работать на новом, сохранившемся от износа участке гнезда. Если износ гнезда велик, а замена винта не представляется возможной, то следует отпустить винт, острым трехгранником выправить конус, вновь закалить и отпустить до светло-соломенного цвета и затем тщательно отполировать поверхность конического гнезда.

Центровые винты с камневыми опорами применяются в основном в будильниках отечественного производства. Повреждение камневой опоры центрального винта вызывает необходимость замены винта, так как замена камней практически невозможна. Недостаток этих опор состоит в том, что они не подлежат разборке, что делает невозможной их чистку или промывку.

Опорами баланса карманных и наручных часов являются, как уже известно, сквозные и накладные камни, запрессованные соответственно в платину или балансный мост, а также в накладки. Запрессовка сквозного камня в платину или мост с перекосом уменьшает радиальный зазор цапфы и нарушает соосность отверстий верхней и нижней опор. При перекосе накладного камня (рис. 86, а) масло, находящееся в опоре, затягивается сужившейся стороной зазора и отходит от цапфы.

Для устранения пристука мастера иногда вносят в опору искусственное трение, слегка притупляя пятки цапфы. Способ этот допустим, но к нему надо прибегать в тех исключительных случаях, когда устранить пристуки другими способами не представляется возможным. Притуплять цапфу следует лишь посредством увеличения радиуса закругления пятки. Притуплять пятку, создавая на ней плоскость, не рекомендуется.

Прежде чем приступить к устранению пристука, необходимо проверить амплитуды при изменении положения часов с вертикального на горизонтальное. Измерять амплитуду необходимо при двух вертикальных положениях оси баланса — циферблатом вверх и вниз (в первом случае удобно пользоваться зеркалом) и двух горизонтальных — заводной головкой вверх и вниз. Если пристуки наблюдается при положении часов циферблатом вверх или вниз, а перепад амплитуды при изменении положения оси из вертикального в горизонтальное не превышает  $80^\circ$ , исправляют такой пристуки, уменьшая крутящий момент пружины (заменяя ее более слабой). Если перепад амплитуды меньше  $80^\circ$  или пристуки наблюдается только при одном положении часов (например, циферблатом вниз) — цапфу притупляют. Весьма радикальной мерой является смена смазки оси баланса и применение смазки с большей вязкостью.

В настоящее время в карманных и наручных часах применяют в основном *противоударные опоры* узла баланса.

В часах отечественного производства наиболее распространены противоударные опоры, в которых (рис. 86, а) цапфы 1 баланса 2 работают как обычно в сквозном и на накладном камнях, закрепленных в бушоне (оправа камня) 3, наружная поверхность которого выполнена конической. Бушон с камнями вложен в коническое гнездо накладки 4, закрепляемой на мосту баланса. Нижняя накладка аналогичной конструкции запрессовывается в платину. Бушон в гнезде накладки удерживается эластичной пружиной 5, усилие которой рассчитано таким образом, что в спокойном состоянии она плотно удерживает бушон в гнезде, а при ударе, испытывая давление цапфы, прогибается, допуская

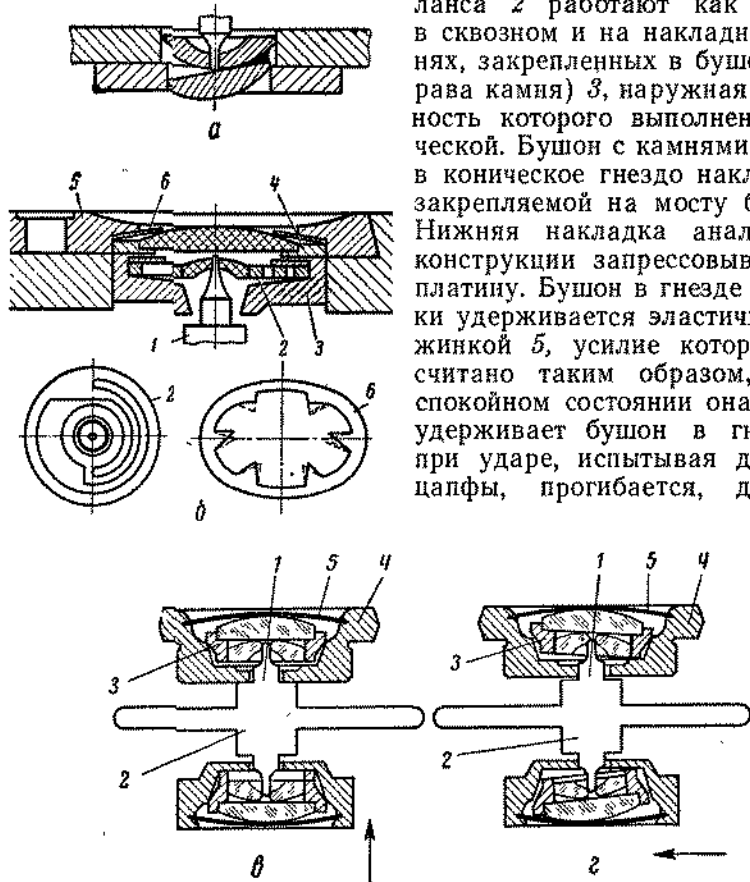


Рис. 86. Опоры баланса

смещения бушона. В случае осевого удара (рис. 86, в) бушон с камнями отрывается от конической поверхности гнезда и широкое заплечко оси баланса ложится на торец накладки, предохраняя этим цапфу от воздействия удара.

В случае если удар имеет направление, перпендикулярное оси (рис. 86, г), бушон 3 скользит по конической поверхности накладки, давая возможность балансу 2 несколько сместиться в направлении удара. При этом утолщенная цилиндрическая часть цапфы принимает удар, ложась на край отверстия накладки.

При ударе произвольного направления оба движения накладки происходит одновременно, что в результате также приводит к соприкосновению с накладкой усиленных частей цапфы или оси баланса.

Кратковременность соприкосновения оси баланса с накладкой исключает погрешности хода, которые могли бы возникнуть при подобных перемещениях баланса. Коническое гнездо накладки обеспечивает точную фиксацию конического бушона при его вращении на место под воздействием пружинки 5.

На рис. 86, б показана другая, более сложная, но весьма интересная конструкция амортизатора оси баланса, применяемая некоторыми зарубежными фирмами. Ось баланса 1 входит своей цапфой в сквозной камень, закрепленный в спиральной пружинной шайбе 2, которая в свою очередь закреплена в бушоне 3, запрессованном в платину или мост. Накладной камень свободно лежит в гнезде накладки 4, удерживаемый там шайбой 5 и пружиной 6. В случае осевого удара прогиб пружины и смещение накладного камня позволяют заплечику оси лечь на торец бушона 3. В случае радиального удара деформация пружинной шайбы 2 вызывает смещение сквозного камня и соприкосновение цилиндрического участка оси с краем отверстия бушона. При ударе в произвольном направлении оба движения совмещаются.

Противоударные устройства в большинстве случаев надежно защищают цапфы баланса от сравнительно сильных ударов. Баланс с амортизатором выдерживает удар, возникающий при падении часов на ребро с высоты порядка 1,2 м на деревянный пол.

Поскольку основную опасность для часов представляют радиальные удары, были созданы упрощенные конструкции амортизаторов, защищающие цапфы оси баланса только от ударов в этом направлении. В основном такие амортизационные устройства имеют на платине и мосту баланса глубокие цилиндрические гнезда, в которые частично углублены верхний торец колдки спирали и нижний торец малой предохранительной рольки. Цапфы оси баланса в этом случае сильно удлинены, благодаря чему обладают высокой эластичностью. При радиальном ударе возникает упругий изгиб цапфы, причем предохранительная ролька и колдка спирали соприкасаются со стенками гнезд, защищая цапфы от более сильного прогиба и поломки. Эти устройства широкого распространения не получили, но встречаются в отдельных конструкциях часов зарубежного производства.

В настоящее время промышленность выпускает десятки различных типов противоударных устройств, а количество патентов на них исчисляется тысячами. Такое обилие противоударных устройств исключает возможность их детального описания

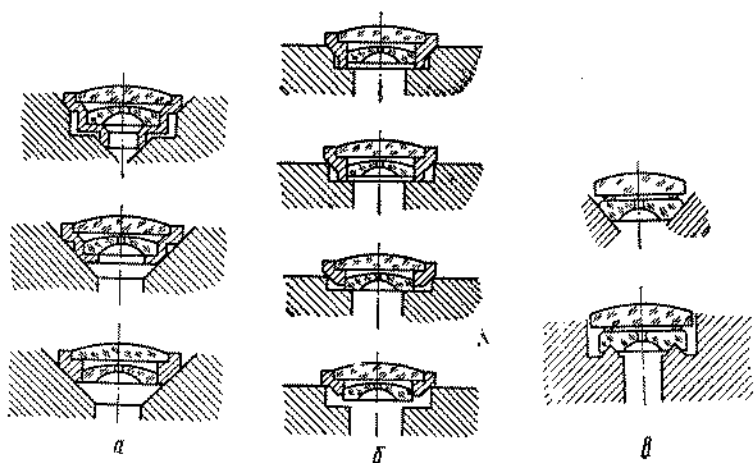


Рис. 87. Схемы противоударных опор

в пределах данной книги. Основные типы противоударных устройств построены, как правило, по некоторым определенным конструктивным схемам и отличаются друг от друга лишь отдельными конструктивными деталями, не имеющими принципиального значения. Ниже приводятся три основные конструктивные группы противоударных устройств с их наиболее часто встречающимися конструктивными схемами, знакомство с которыми позволит часовому мастеру в каждом отдельном случае ремонта правильно понять принцип действия амортизированной опоры. Первая группа противоударных устройств (рис. 87, а), работающая по принципу «конус—конус», имеет три основных конфигурации конических бушонов и накладок с коническим гнездом. Вторая группа этих устройств (рис. 87, б), работающая по принципу «конус — плоскость», в качестве направляющих поверхностей имеет указанные элементы. Третья группа устройств (рис. 87, в) имеет фасонные камни. В первом случае применяют плавающий конический сквозной камень, лежащий в коническом гнезде и сопряженный с накладным камнем через тонкую шайбу, посредством которой между камнями сохраняется необходимый зазор. Во втором случае сквозной камень имеет кольцевую проточку, которая, взаимодействуя с кольцевым выступом гнезда бушона, фиксирует камень в рабочем положении после его смещений в моменты ударов.

При ремонте противоударных устройств наиболее частой операцией является замена одного из камней, что не представляет труда. Разборку амортизационного блока обычно начинают со снятия пружинки, удерживающей накладной камень. Пружинку извлекают из своего гнезда острым пинцетом или тонкой иг-

лой. В некоторых конструкциях эти пружинки полностью из накладки не извлекаются и после освобождения одного из лепестков откидываются на шарнире, освобождая камень. После удаления пружины все детали противоударного устройства легко вынимаются.

Кроме замены камней возможна замена пружинки, удерживающей накладной камень, а также (но весьма редко) замена бушона, который в случае необходимости можно выточить на станке в строгом соответствии со старым.

При сборке противоударных устройств их смазку осуществляют с наружной стороны при снятом накладном камне. Необходимо избегать попадания масла на стенки отверстия накладки или под бушон, чтобы не нарушить работу амортизационного блока.

## РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ ОФОРМЛЕНИЯ

Под деталями внешнего оформления подразумевают корпус, циферблат и стрелки.

**Корпус часов.** В большинстве случаев корпус состоит из четырех деталей: корпусного кольца, крышки и стекла с ободком. В часах устаревших конструкций встречаются корпуса с двумя задними крышками. Некоторые карманные часы, ставшие в настоящее время время антикварной редкостью, имеют третью крышку, закрывающую корпус со стороны стекла.

Схема корпуса современных карманных часов показана на рис. 88.

Массивное корпусное кольцо 1 неразъемно соединено с втулкой 2, через которую проходит заводной вал с головкой 3. Задняя крышка 4 и ободок 5 сопряжен с корпусным кольцом тугей посадкой, обеспечиваемой конусностью сопрягаемых мест этих деталей. В ободок запрессовано стекло 6. На втулке корпуса карманных часов шарнирно закреплена серьга, предназначенная для закрепления часов на цепочке. В практике ремонта встречаются карманные часы с фасонной или с круглой серьгой. Прежде чем приступить к разборке часов, надо осмотреть корпус, чтобы обнаружить на крышке или корпусном кольце небольшую прорезь, предназначенную для ввода ножа; обычно эта прорезь расположена немного правее заводной головки, если смотреть на механизм со стороны задней крышки. Крышку корпуса или ободок стекла рекомендуется снимать при помощи специального короткого ножа с треугольным клинком либо универсальным ключом, если крышка имеет резьбовое соединение с корпусом.

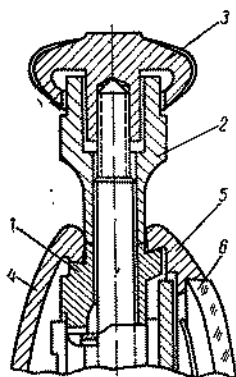


Рис. 88. Корпус карманных часов

Вводя нож в прорезь, необходимо строго контролировать движение инструмента, избегая резких нажимов. Сорвавшийся нож может повредить корпус или поранить руку.

Крышки с резьбовым соединением при использовании соответствующих ключей вскрываются без затруднений. Некоторое исключение составляют гладкие крышки карманных часов, не имеющие гнездовых углублений под ключ. Такие часы следует положить на ладонь левой руки стеклом вниз, накрыть правой ладонью заднюю крышку и, слегка сжимая часы, отвернуть крышку.

Частым дефектом корпуса карманных часов является деформация задней крышки. Для выравнивания измятой или согнутой крышки в тисках укрепляют деревянный или стальной полированный грибок, кладут на него крышку и легкими ударами деревянного молотка ее исправляют. Если крышка имеет отдельные сильные вмятины, их выглаживают стальными или агатовыми гладилками (см. рис. 24, е), положив крышку на твердый деревянный брусок; гладилкой обрабатывают также внутреннюю сторону крышки.

Карманные часы устаревших конструкций имеют *крышки на шарнире*, который легко деформируется, в результате чего крышка перекашивается или плохо закрывается. Если крышка слегка отогнута назад, между основанием крышки (около шарнира) и корпусным кольцом вкладывают толстую жесткую нить, полоску ткани или тонкую проволоку, равную по толщине шарнирному штифту, и несколько раз открывают и закрывают крышку, не доводя ее до упора.

Если деформированная крышка не поддается исправлению указанным способом, выбивают шарнирный штифт, выправляют отверстие шарнира и закрепляют крышку новым штифтом. Шарнирный штифт должен быть цилиндрическим и иметь конус лишь у самого входного торца. Штифт запрессовывают обычно справа налево, если часы обращены крышкой к мастеру и развернуты шарниром вверх. Выбивают штифт в обратном направлении при помощи тонкой иглы. Для устранения соскальзывания иглы с торца шарнира рекомендуется на торце шарнирного штифта предварительно сделать небольшую зенковку.

Если шарнирная крышка закрывается слабо, крышку упирают основанием в деревянный брусок и деревянным молотком по верхнему краю крышки наносят легкий удар.

Зачастую причиной дефектов является плоская полукруглая пружина, вкладываемая в корпусное кольцо старинных карманных часов с откидывающейся при нажатии заводной головки крышкой. Верхний конец пружины имеет крючок, запирающий крышку; нижний конец снабжен жестким отростком, упирающимся в крышку около шарнира. Пружины с изношенными крючками и отростками необходимо заменить. Регулируя вза-



имодействие пружины с крышкой, следят, чтобы крышка не качалась и чтобы действие пружины на крышку не прекращалось до полного открытия последней.

Деформацию ободка стекла исправляют деревянным молотком на деревянном грибке. Значительные деформации устраняют плоскогубцами с латунными прокладками на губках. После правки ободка следует проверить паз под стекло и в случае необходимости несколько углубить его штихелем. В тех случаях, когда стекло в ободке держится слабо, а заменить стекло нечем, стекло следует проклеить бесцветным лаком или клеем БФ-2.

Серьга корпуса карманных часов должна перемещаться на шарнире относительно туго. Ослабевшую серьгу следует снять, вточить в отверстие втулки корпуса латунный футер и вновь установить серьгу.

Корпусы наручных часов отличаются большим разнообразием размеров и форм. Наиболее распространены круглые корпуса с проволочными стационарными и штифтовыми съёмными ушками, квадратные и прямоугольные, многогранные корпуса с ушками под круглый ремень с жесткими браслетами, а также в виде кулонов, брошей и даже перстней.

По своим защитным свойствам корпуса наручных часов подразделяются на пыле-, влаго- и водонепроницаемые. Пыленепроницаемый корпус надежно защищает механизм от попадания мельчайшей пыли. Считают, что корпус часов обладает достаточными пылезащитными свойствами, если он после прогрева до  $+30^{\circ}\text{C}$  был остужен до  $+18,5^{\circ}\text{C}$  в бункере с цементной пылью, после чего внутри корпуса не было обнаружено следов запыления. Влагонепроницаемый корпус предохраняет часы от коррозии в помещениях с высокой влажностью, от проникания дождевых капель и т. п. Это наиболее распространенный тип защитного корпуса. Водонепроницаемый корпус часов должен надежно защищать часы от проникания в них воды. Такие часы, называемые иногда герметичными, в основном предназначены для любителей подводного спорта, так как могут достаточно долго находиться в воде.

Методы испытания этих корпусов уже были описаны в разделе «Приборное оборудование». В конструктивном же отношении все три этих типа корпусов мало отличаются друг от друга; все они имеют резьбовую крышку с уплотняющей прокладкой и втулку-уплотнитель в отверстии корпуса для вывода заводного валика. Различные свойства корпусов в основном зависят от качества уплотняющих прокладок и их конструкции. Чем надежнее уплотнение, тем выше защитные свойства корпуса.

Принципиальная схема корпуса наручных часов показана на рис. 89. Корпусное кольцо 1 не имеет ободка для стекла 2, которое запрессовано непосредственно в проточку корпусного

кольца. Крышка 3 сопряжена с корпусным кольцом резьбой и имеет уплотняющую прокладку 4. Заводной вал 5 с головкой 6 введен в отверстие корпусного кольца через сальниковую втулку 7.

Встречаются корпуса, у которых нет задней крышки, а имеется съемный ободок со стеклом. В этом случае механизм устанавливают в корпус со стороны стекла. Кроме того, в часах последних выпусков герметичные корпуса имеют не резьбовое, а байонетное соединение задней крышки с корпусным кольцом.

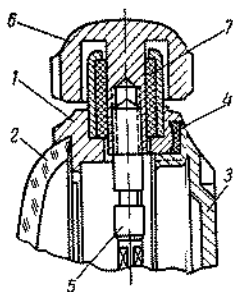


Рис. 89. Корпус наручных часов

Любое из соединений, применяемых для сопряжения крышки с корпусным кольцом, должно обеспечить в местах соединения значительный натяг. В часах с влагонепроницаемым корпусом плотность соединения повышают при помощи прокладок из хлорвинила или мягких металлических сплавов (например, свинец-олово). Наиболее распространены простые резьбовые крышки с прокладками, уложенными в кольцевой паз корпусного кольца (рис. 90, а); несколько реже встречаются крышки, закрепляемые в корпусном кольце при помощи дополнительного резьбового кольца (рис. 90, б).

В последнее время появились крышки, сопрягаемые с корпусом «под натягом», т. е. снабженные, как в конструкциях старых типов, конусностью в местах сопряжений. Здесь также применяются уплотняющие кольца круглого сечения, повышающие надежность соединения (рис. 90, в).

Деформированное или поврежденное уплотняющее кольцо необходимо заменить. В крайнем случае соединение крышки с корпусом уплотняют специальной смазкой, приготовленной из небольшого количества пчелиного воска с вазелином. Эту смесь нагревают и тщательно размешивают до образования однородной массы. Полученную смазку наносят тонким слоем на край корпусного кольца, после установки крышки слой воска герметизирует соединение.

Наиболее уязвимым местом влагонепроницаемых корпусов является узел: корпусное кольцо—заводной вал—заводная головка. Это соединение уплотняют либо при помощи втулок, установленных в отверстия корпусного кольца (см. рис. 89), либо в расточке заводной головки (рис. 90, г). Иногда для усиления упругих свойств уплотняющей втулки некоторые конструкции подобного рода имеют дополнительное пружинное кольцо, надеваемое на уплотняющую втулку.

Уплотняющие втулки подвержены относительно быстрому износу. Попытки избавить уплотняющую втулку от этого недо-

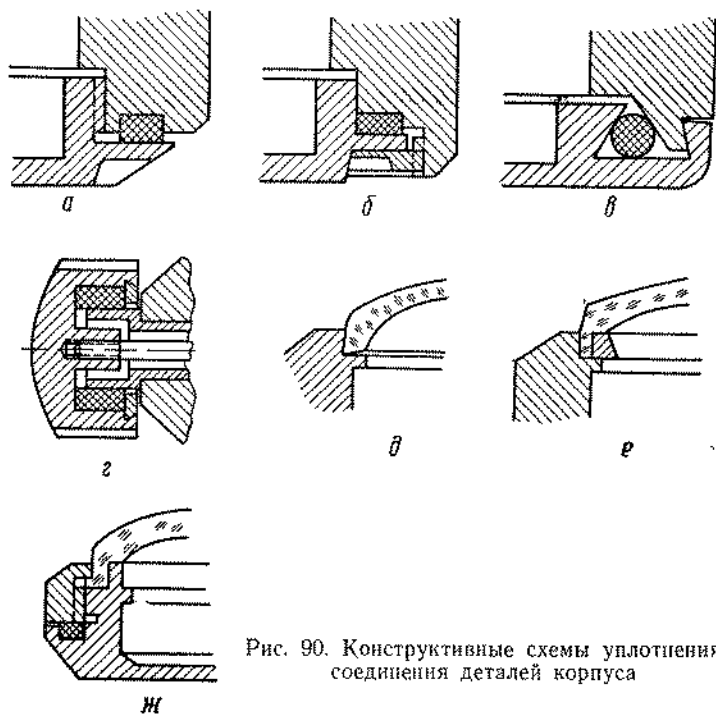


Рис. 90. Конструктивные схемы уплотнения соединения деталей корпуса

статка привели к созданию своеобразной конструкции, в которой заводная головка навинчивается на шейку корпусного кольца. В нерабочем состоянии такая головка в сущности представляет резьбовую пробку. Когда требуется завести часы или перевести стрелки, головку отворачивают и слегка вытягивают из корпуса, после чего она функционирует как обыкновенная заводная головка.

Часовой мастер, обнаружив дефект уплотняющих втулок, должен немедленно заменять неисправную деталь. Обычно применяют стекла из синтетического материала, чаще всего из плексигласа. Несмотря на положительные качества силикатных стекол, их в настоящее время почти не применяют из-за малой упругости и так как они не допускают плотных прессовых посадок, необходимых для герметизации соединения. Однако даже стекла из плексигласа, вставленные под натягом в корпусное кольцо или ободок, не обеспечивают необходимой степени герметичности соединения. Если для влагозащитных корпусов простая прессовая посадка стекла (рис. 90, д) еще и допустима, то при использовании водонепроницаемых корпусов для создания необходимой герметичности применяют дополнительное металлическое или пластмассовое кольцо прямоугольного, трапецидального, а иногда круглого сечения,

создающее натяг в стыке между стеклом и корпусным кольцом (рис. 90, е).

В корпусах, в которых крышка и корпусное кольцо выполнены как одна деталь, механизм устанавливают в корпус со стороны стекла, что выдвигает новые дополнительные требования к усилению герметичности соединения стекла с корпусным кольцом. Край стекла (рис. 90, ж) зажимают между выступом корпусного кольца и ободком, соединенным с корпусным кольцом резьбой. Герметичность этого соединения повышают также при помощи уплотняющих или натяжных колец.

Кроме того, плексиглас гигроскопичен, т. е. поглощает влагу. В условиях сильной влажности плексиглас может пропустить влагу в часы. Если же окружающий воздух становится более сухим, плексиглас отдает ему часть своей влаги, причем избыток влаги в корпусе часов также уменьшится. Избыток влаги внутри часов — явление нежелательное, так как в результате внезапного охлаждения часов на внутренней стороне корпуса и стекла часов осядут капельки воды, могущие вызвать коррозию стальных деталей. Поэтому в водонепроницаемых часах повышенной герметичности в последнее время стали снова применять силикатные стекла.

Органические стекла с царапинами и трещинами, а также покрывшиеся «морозом» (мельчайшие трещины, создающие на стекле отдельные матовые пятна) необходимо заменить или тщательно отполировать. Небьющиеся фасонные стекла (квадратные и прямоугольные) изготавливает мастер. Для этих стекол промышленность выпускает заготовки, которые перед установкой в корпус мастер подгоняет в соответствии с формой и размером посадочного места. При изготовлении фасонного стекла сначала обрабатывают одну из продольных сторон, а затем одну из поперечных с подгонкой угла. Закончив обработку первых двух сторон, обрабатывают вторую продольную сторону до тех пор, пока стекло не будет с трудом входить на место; в заключение обрабатывают последнюю сторону. Боковые грани стекла полируют. При отсутствии заготовки фасонное стекло можно изготовить из листа. Для этого вырезают квадратную или прямоугольную заготовку с некоторым припуском, изготавливают выпуклый шаблон (по форме будущего стекла). Поверхность шаблона должна быть отполирована. Затем из тонкой латуни выгибают рамку, размеры которой должны быть несколько больше размеров шаблона. Заготовку из оргстекла нагревают в кипящей воде до размягчения, кладут на рамку и прижимают выпуклой стороной шаблона; шаблон снимают после полного остывания заготовки.

Силикатные стекла, встречающиеся в настоящее время в часах устаревших конструкций, заменять органическими не рекомендуется, так как это сильно портит внешний вид этих часов.

Если часовой мастер располагает заготовками силикатных стекол, то он выбирает заготовку соответствующей выпуклости, диаметр которой незначительно превышает посадочный размер, после чего эту заготовку шлифует на мелкозернистом корундовом оселке при обильном смачивании стекла водой. Стекло держат немного наклонно к поверхности оселка между большим и средним пальцами правой руки и, непрерывно вращая стекло указательным пальцем, легкими короткими взмахами проводят по поверхности камня. Обработанное стекло должно свободно, но с легким щелчком входить в проточку ободка.

Фасонные силикатные стекла также могут быть изготовлены мастером, хотя эта операция требует большого внимания и опыта. Для изготовления таких стекол целесообразно использовать осколки колб электроламп. Предварительно из тонкой жести изготавливают невысокую (4—5 мм) рамку, размеры которой лишь незначительно превышают размеры будущего стекла. Выбрав кусок стекла нужного размера, рамку помещают на березовый уголь и накрывают стеклом так, чтобы выпуклостью оно было направлено вниз. Затем стекло начинают осторожно прогревать, направляя на него широкий, но не коптящий язык пламени февки (в противном случае на стекле останется неустранимый дымчатый след). По мере разогревания стекла струю пламени усиливают, продолжая прогрев до тех пор, пока наружные части стекла не провиснут вокруг рамки, раскалившись докрасна. Средняя часть стекла в это время должна принять очертания рамки, сохранив хорошую выпуклость. Остывшее стекло снимают с рамки и кладут выпуклостью вверх на чугуиную плитку, покрытую мелкозернистым порошком карбида бора, смоченным водой, или на мелкозернистый корундовый оселок. Легкими круговыми движениями шлифуют стекло по плоскости. В результате этой шлифовки места изгиба стекла по рамке окажутся утонченными, что позволит без особого труда обломить излишки стекла и получить заготовку требуемой формы. Все стороны фасонного стекла шлифуют до необходимого размера.

Некоторые иаручные, и особенно женские иаручные часы часто изготавливают в корпусах, не обеспечивающих даже пылезащиты, поскольку они имеют значительный паз для прохода заводного вала. Эти корпуса изготовлены в виде квадратных или круглых, плотно закрывающихся коробочек. В нижнюю половину плотно введен механизм, верхняя половина корпуса, несущая стекло, надета на нижнюю и прикрывает циферблат. Часто при вскрытии этого корпуса и попытке извлечь механизм последний вследствие перекоса застревает в нижней половине корпуса. В этом случае необходимо осторожно вернуть механизм на место, после чего снова осторожно извлечь механизм, подводя нож или отвертку последовательно под

лапки платины, выступающие над кромкой нижней половины корпуса. Приподнимать механизм за края циферблата нельзя.

В водо- и влагонепроницаемых корпусах механизмы часов обычно лежат свободно. Иногда для лучшей фиксации механизма в корпусе часов применяют пружинное кольцо, лапки которого упираются в заднюю крышку часов и в бортик платины. В отдельных конструкциях эти пружинные кольца выполняют функции амортизаторов механизма, являясь таким образом как бы дополнительным противоударным устройством. Такое пружинное кольцо называют «парашют». Кольцо достаточно плотно надевают на платину часов. Механизм вместе с кольцом помещают в корпус часов, причем посадочное место в корпусном кольце допускает некоторые перемещения механизма в осевом и радиальном направлениях. Пружинящие лапки кольца, поднятые над мостами, упираются в крышку корпуса. При закрытой крышке лапки упруго изгибаются, удерживая механизм часов в корпусе. При случайном ударе прогиб лапок кольца частично снимает ударную нагрузку с механизма.

Встречаются часовые механизмы, которые перед установкой в корпус закрывают со стороны мостов тонким латунным защитным кожухом. В большинстве случаев кожух сидит на механизме свободно и его удаление не вызывает затруднений. Реже кожух закрепляют одним-двумя винтами.

В часах устаревших конструкций, а также и в некоторых современных часах крепление механизма в корпусе осуществляют двумя винтами. Для освобождения механизма винты с нормальной головкой следует вывернуть полностью. Если механизм закреплен винтами с частично срезанной головкой, эти винты достаточно повернуть на полоборота, чтобы их срез был направлен к корпусному кольцу.

Корпусы настольных, настенных и напольных часов изготавливаются в основном из дерева и пластических масс; настольные и настенные часы несколько реже имеют корпуса из металла.

Будильники в большинстве случаев имеют корпуса из металла и пластических масс.

Замена стекол в этих корпусах не представляет затруднений. Самы корпуса этих часов в условиях часовых мастерских ремонту практически не подвергаются. Однако часовой мастер должен проверить и при необходимости устранить ослабшие сопряжения отдельных деталей корпусов, очистить загрязненные или потускневшие металлические детали, уничтожить по возможности вмятины и царапины на поверхности металлических корпусов. Если металлический корпус окрашен нитроэмалью, то любые работы, связанные с деформациями корпуса, следует проводить с большой осторожностью, так

как это может привести к сколам слоя краски. Лопнувшие швы деревянных корпусов необходимо аккуратно залить столярным клеем. Незначительные трещины на поверхности деревянного корпуса можно заделать окрашенным воском.

**Циферблаты.** Их закрепляют боковыми винтами 1 (рис. 91), зажимающими ножки циферблата в отверстиях платины. Реже применяют циферблаты, крепящиеся винтами 2 непосредственно к платине. В часах устаревших конструкций для крепления циферблатов применяют фигурные винты 3, врезающиеся в ножку острой кромкой головки.

Циферблат снимают очень осторожно, так как на циферблатах с гальваническим покрытием от грязных пальцев остаются

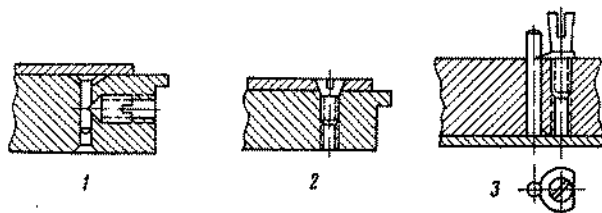


Рис. 91. Крепление циферблата

неустранимые пятна и их поверхность может быть легко оцарапана. Тонкий циферблат при неосторожном обращении может быть легко согнут. Циферблаты с эмалевыми покрытиями, встречающиеся в часах старых типов и используемые в настоящее время рядом зарубежных фирм, от легкого нажима получают трещины и сколы.

Боковые винты следует отвернуть лишь настолько, чтобы можно было снять циферблат без усилия. После снятия циферблата эти винты следует завернуть, чтобы не потерять их во время последующей чистки платины. Фигурные винты достаточно повернуть так, чтобы срез острой кромки головки винта освободил ножку циферблата.

Эксцентricность циферблата подлежит обязательному устранению. Если ось секундной стрелки не совпадает с центром секундной шкалы циферблата, то при отсчете времени может возникнуть ошибка в несколько секунд. В часах с прямоугольными или квадратными циферблатами эксцентricность может привести к тому, что при проверке времени по разным делениям циферблата будут получены весьма существенные отклонения. В будильниках плохо сцентрированный циферблат усиливает погрешность подачи сигнала. Исправлять дефекты центрирования можно только в ограниченных пределах. У металлических циферблатов можно осторожно подогнуть ножки.

Для этого циферблат устанавливают на платине и наносят по соответствующей стороне циферблата легкие удары молотком, предварительно положив на циферблат деревянную пластинку.

Отверстия в циферблате должны быть достаточно большими и обеспечивать надежный зазор между циферблатом и втулками стрелок. Если отверстие в циферблате теснит втулку секундной или часовой стрелки, но сам циферблат не смещен, следует расширить отверстие при помощи тонкого круглого бархатного надфиля. Пропилы нужно производить лишь при движении надфиля вперед. Циферблат при этом следует поддерживать сзади пальцами. Чтобы не поцарапать циферблат при срывах конца надфиля, опиловку следует проводить с нижней стороны циферблата.

Расширять отверстие лучше всего, работая надфилем как разверткой, т. е. осторожно вращать его влево, слегка вдавливая в отверстие (при правом вращении надфиль врежется в отверстие и может его повредить). Расширяя отверстие на эмалевом циферблате, необходимо предварительно снять зенковкой эмаль с обеих сторон обрабатываемого отверстия, а поверхность циферблата смазать скипидаром.

На современных циферблатах с гальваническими и лаковыми покрытиями замена ножки практически невозможна, так как самый незначительный нагрев циферблата вызовет появление на его поверхности неустраняемых пятен. Если у такого циферблата сломается ножка, а заменить его нечем, следует возможно ближе к краю циферблата засверлить отверстие с глубокой зенковкой, а в соответствующем месте платины засверлить резьбовое отверстие. Для крепления циферблата можно использовать винт нижней накладки карманных часов.

Эмалевые циферблаты хорошо выдерживают пайку ножек. На циферблате очищают место, где должна быть установлена новая ножка. При этом циферблат поддерживают снизу пальцем, устраняют возможные прогибы его поверхности и трещины на лицевой стороне. На втулку часового колеса надевают латунную втулку, входящую без зазора в центральное отверстие циферблата; циферблат надевают на втулку и сквозь соответствующее отверстие платины размечают места пайки. Ножки изготавливают из медной проволоки, диаметр которой равен диаметру отверстия платины. Для пайки наиболее удобно пользоваться специальным приспособлением (см. рис. 28, г). Пайку необходимо производить быстро, без прогрева большой площади циферблата. Пламя направляют преимущественно на проволоку ножки, нагревая ее до полного расплавления припоя.

Эмалевые циферблаты чистят бензином; если он имеет трещины или сильно загрязнен, его промывают, натирая мылом



и промывая теплой водой. Грязь из трещин удаляют, протирая циферблат срезом сырой картофелины, перемещая ее вдоль трещин. После промывки циферблат сушат, завернув в папиросную бумагу.

Эмаль, которой покрывают циферблаты, представляет собой твердое стеклообразное вещество, получаемое обжигом и расплавлением минеральных смесей с красителями — окислами тяжелых металлов. Сколы на поверхности эмалевых циферблатов следует заделать шпаклевочной массой, называемой часовыми мастерами «эмаль». Шпаклевочную эмаль изготавливают следующим образом: бело-желтый пчелиный воск растапливают на медленном огне, непрерывно помешивая. После расплавления в воск добавляют свинцовые белила высокого качества. С увеличением количества белил возрастает густота «эмали». Нельзя перегревать массу, так как она при этом теряет белый цвет. В холодном состоянии масса твердеет, приобретая глянцевитую поверхность. Цветную «эмаль» получают путем добавления минеральных красок.

Сколы на циферблатах исправляют, положив на место повреждения небольшой кусочек «эмали». Затем циферблат осторожно слегка подогревают, чтобы «эмаль» расплавилась и залила всю поверхность скола. После остывания излишки «эмали» удаляют острым ножом. В крайнем случае сколы на эмалевом циферблате можно заделать гипсом.

Печатные циферблаты, а также циферблаты с серебрянным поля плохо переносят чистку. Эти циферблаты могут быть лишь на короткое время опущены в моющий раствор, после чего их следует немедленно прополоскать в воде. Бензин или спирт для чистки этих циферблатов применять нельзя.

В последние годы большое распространение получили циферблаты с накладными знаками. Накладные штрихи и цифры необходимо полировать на тонкой коже с обязательным последующим покрытием бесцветным лаком.

Не менее распространены циферблаты с углубленными знаками, создающими впечатление рельефности, вследствие высокой чистоты обработки граней углубленных штрихов.

Следует упомянуть также об оригинальном циферблате, примененном в часах «Супер» (Швейцария, фирма «Груен Ватч»). На циферблате часов вместо цифр размещены окошечки. Под циферблатом помещен диск с цифрами от 1 до 24. После 12 часов диск автоматически поворачивается и циферблат приобретает оцифровку от 13 до 24. После 24 часов возвращается первоначальная оцифровка.

Многие часы, поступающие в ремонт, имеют циферблаты и стрелки, покрытые светомассой постоянного действия, обладающей радиоактивностью. Исследования показали, что пользование часами со светящимися стрелками и циферблатами не

представляет опасности для владельца часов. Однако приготовление значительных количеств светомассы на заводах, ее нанесение на циферблаты, захоронение отходов и хранение большого количества часов с этими покрытиями представляет в условиях производства известную вредность. В результате как в нашей стране, так и во многих зарубежных странах в настоящее время выпуск часов со светомассой постоянного действия прекращен.

Применяемая в часах светомасса временного действия, т. е. обеспечивающая свечение в течение нескольких часов после светового облучения, безвредна. Эта светомасса изготавливается в виде порошков, разводимых перед нанесением на циферблат или стрелки даммаровым лаком. Растирать порошок при разведении лаком не следует, так как это нарушит некоторые физические свойства составляющих порошок веществ и уменьшит яркость свечения.

При приемке в ремонт часов со светящимися циферблатами необходимо руководствоваться следующими правилами:

1. Определить, какой тип светомассы применен для покрытия циферблата и стрелок. Светящийся состав постоянного действия можно определить просмотром часов в темном помещении после их выдержки в темноте в течение 4—5 часов. Если свечения не будет, значит часы покрыты безвредной светомассой.

2. Снимать и устанавливать циферблат и стрелки при ремонте часов со светомассой постоянного действия нужно очень аккуратно. Нельзя допускать осыпания или соскабливания светящегося состава. Необходимо полностью устранить возможность попадания светомассы постоянного действия в организм человека.

3. Не восстанавливать нарушенные покрытия циферблатов и стрелок светомассой постоянного действия.

4. Хранение светомассы переменного действия, а также циферблатов и стрелок с нанесенной на них такой светомассой безвредно и может допускаться в любых количествах.

При ремонте часов часовой мастер должен по возможности восстановить утраченные знаки на циферблате, если заменить последний нет возможности. Для нанесения знаков применяют черную тушь или черную типографскую краску. Писать знаки наиболее удобно острозаточенным твердым деревянным стержнем.

При аккуратном выполнении этой работы восстановленные знаки почти не отличаются от заводских.

**Стрелки.** Должны быть не только определенной длины и прочно удерживаться на осях, но также соответствовать внешнему оформлению часов как по форме, так и по цвету, чтобы не нарушился внешний вид часов.

Стрелки не должны соприкасаться одна с другой или задевать циферблат или стекло. Центральные секундные стрелки должны обязательно иметь противовес.

Стрелки снимают специальными пинцетами и рычагами. Правильная посадка стрелок достигается в том случае, если посадочные размеры стрелок соответствуют диаметрам осей, несущих эти стрелки. Посадочное отверстие стрелки может иметь наибольший конус, но обратный конус недопустим.

При расширении отверстий в стрелках необходимо закреплять стрелки только в специальных щипцах или пинцетах. В противном случае стрелка будет сломана. Если отверстие в стрелке требует значительного расширения, его сверлят в несколько проходов, постепенно применяя сверла большего диаметра. Обработку отверстия в часовой стрелке наиболее удобно производить круглым бархатным надфилем, вращая надфиль, как при обработке отверстия в циферблате.

Расширение отверстий в секундной стрелке — чрезвычайно тонкая операция, выполняемая с максимальной осторожностью тонким колезваром. Сузить втулку секундной стрелки можно, зажав ее в цанговом патроне токарного станка.

Нормальной длиной минутной стрелки является такая, при которой ее острие перекрывает от  $\frac{1}{2}$  до  $\frac{2}{3}$  ширины минутной шкалы. При подгонке длины концы стрелок обрезают либо острозаточенными бококусами, либо при помощи острого ножа, положив стрелку на толстое стекло. Последний способ обеспечивает более чистый срез. При ремонте часов высокого качества конец стрелки после обрезки необходимо выправить бархатным надфилем. Конец часовой стрелки не должен перекрывать более  $\frac{1}{3}$  цифр.

Секундную стрелку лучше устанавливать на ходу часов, так как это дает возможность контролировать затирание стрелки о циферблат или платину часов. Трубка секундной стрелки не должна доходить до платины или прикасаться к стенкам отверстия циферблата. Секундная стрелка (боковая) должна быть совершенно плоской и проходить над циферблатом с минимальным зазором; центральная секундная стрелка имеет изогнутый конец и устанавливается с зазорами относительно стекла и минутной стрелки. Зазор между стрелками проверяют по всей окружности циферблата.

Часовую стрелку запрессовывают плоским латунным пуансоном, диаметр отверстия которого меньше диаметра втулки часового колеса. После запрессовки часовую стрелку устанавливают строго параллельно плоскости циферблата. Подгибать конец часовой стрелки не рекомендуется.

При запрессовке минутной стрелки ось центрального колеса должна опираться верхней пяткой на специальную наковальню (см. рис. 24, а). Рекомендуется применять для этой цели

специальный потанс (см. рис. 24, д). Конец минутной стрелки плавно изгибают к циферблату.

В часах с неплоским циферблатом минутная стрелка обычно сильно сближается со стеклом в зоне цифр 6 и 12 и с циферблатом у цифр 3 и 9. Эти точки необходимо тщательно проверить.

Необходимо тщательно проверять зазор часового колеса. Если перемещения часовой стрелки в осевом направлении велики, следует усилить подциферблатную пружинную шайбу, увеличив ее изгиб.

При ремонте часов необходимо реставрировать покрытия стрелок. Позолоченные стрелки следует слегка отполировать и покрыть бесцветным лаком. Для синих стрелок восстановить воронение. Покрыть красным лаком секундную стрелку, если она имела это покрытие. Восстановить на стрелках покрытие светомассой временного действия. Светящуюся массу наносят на стрелки стеклянной палочкой, держа стрелку на кусочке сердцевины бузины. Нанесение массы производят с нижней стороны стрелки, не давая светомассе растечься по лицевой стороне.

## ЧИСТКА, СМАЗКА И РЕГУЛИРОВКА

**Чистка.** Чистить часы следует только после устранения всех дефектов и подбора заменяемых деталей. Детали разобранного механизма на несколько минут погружают в бензин. Рекомендуется применять бензин только высокой очистки марки «Галоша». В бензин сначала кладут платину, а затем все остальные детали, переходят от более крупных и грубых к более мелким. Если в сосуде остался использованный однажды бензин, загрязненный незначительно, его можно использовать повторно. Нельзя заливать свежий бензин в сосуд с остатками загрязненного бензина. Перед заливкой нового бензина сосуд необходимо тщательно протереть. Наполнять сосуд бензином до уровня более 1,5 см не рекомендуется. Сильно загрязненные детали механизма перед промывкой в бензине предварительно промывают в специальном составе. В случае если латунные детали имеют следы окисления, эти детали необходимо некоторое время продержать в составе, нагретом до температуры 70—80° С, но ни в коем случае до кипения.

Щетки, применяемые при очистке деталей, должны быть с жестким и мягким ворсом. Необходимо тщательно следить за чистотой щеток. Чистку щеток осуществляют периодически. Сильно загрязненные щетки промывают с мылом в теплой воде. Сушат щетки в естественных условиях, так как ускоренная сушка вблизи нагревательных приборов приводит к короб-

лению рукоятки и порче ворса. При необходимости ускорения процесса сушки щетку после промывки прополаскивают спиртом. После сушки остатки грязи со щетки удаляют, протирая ворс по гладкой бумаге, положенной на край верстака (до тех пор, пока бумага не будет оставаться чистой). Обезжиривают ворс щеток, протирая его сухими крошками белого хлеба или обожженной костью. Протирать щетки мелом не рекомендуется, так как мел отрицательно влияет на покрытия деталей.

Очищать мосты и платины только щеткой недостаточно, так как в углах деталей и гнездах камней остается некоторое количество грязи, которую удаляют чуркой, заточенной на три грани. Плоские поверхности каменных опор и масленки прочищают чуркой, заточенной в форме перового сверла. Отверстия опор очищают остро заточенной чуркой с многократной заточкой последней, пока она не будет выходить из отверстия совершенно чистой.

К очищенным деталям можно прикасаться только пинцетом, так как следы от потных пальцев вызывают окисление поверхности деталей и вредно влияют на часовое масло. Если более крупные детали трудно удерживать пинцетом, их держат рукой в папиросной бумаге.

Никелированные детали с ярко выраженными штрихами следует чистить щеткой по направлению штрихов. Если штрихи расположены по кругу (ажуровка), щетку перемещают круговыми движениями.

Цапфы осей очищают сердцевинной бузины, после чего туго натягивают в пальцах левой руки папиросную бумагу и цапфой несколько раз прокалывают ее. Зубья трибов тщательно протирают чуркой, заточенной плоской лопаточкой. Зубья трибов чистят жесткой щеткой.

Анкер оставляют в бензине только на небольшое время, так как некоторые сорта шеллака не выдерживают воздействия бензина. Анкер кладут на верстак, подложив папиросную бумагу, и, не вытирая от бензина, прочищают мягкой щеткой. Все плоскости палет осторожно протирают чуркой до полного удаления жировых следов. После очистки анкер обдувают грушей.

Балансы с зашеллаченными эллипсами также не следует долго держать в бензине. Чистят баланс мягкой щеткой с большой осторожностью. Особой аккуратности требуют балансы с разрезными ободами.

Сушат спираль легким постукиванием мягкой щетки по папиросной бумаге, в которую закладывают спираль.

Винты и другие мелкие детали крепежа вынимают из бензина и еще мокрыми хорошо чистят. Протирать головки винтов о бумагу не рекомендуется, так как хлопья бумаги засоряют шлиц.

Накладные камни тщательно чистят с обеих сторон сердцевинной бузины, после чего протирают дочиста чуркой. Вычищенные детали хранят под стеклянным колпаком\*.

Сборку часов производят на специальных подставках. В зависимости от системы механизма определяют последовательность установки деталей. Обычно сборку начинают с установки центрального и промежуточного колес. Затем ставят заранее собранный и смазанный узел барабана, устанавливают минутный триб и все ремонтные колеса, предварительно смазав маслом их зубья, прокладку заводного колеса и ось центрального триба (под минутным трибом). Собрав полностью ангренаж, поворачивают заводную головку на 1—2 оборота и проверяют скат колес. Если спуск не разлажен, то достаточно проверить работу палет с ходовым колесом. В противном случае до установки ходового колеса необходимо проверить взаимодействие анкера с балансом. Палеты заранее слегка смазывают маслом, для чего достаточно провести импульсной плоскостью палеты по пропитанной маслом бумаге.

Для проверки правильной работы анкера необходимо при малом заводе пружины медленно переводить анкер острой чуркой, после чего установить баланс без спирали и завести пружину на пол-оборота. Взаимодействие баланса с анкером должно быть отрегулировано таким образом, чтобы анкер свободно отбрасывал баланс на полный оборот. В хорошо слаженном механизме баланс может работать без спирали, не останавливаясь некоторое время. Необходимо тщательно проверить все зазоры между деталями анкера и двойным роликом.

Сборку завершают установкой спирали и регулировкой ее положения на балансе. В часах больших и нормальных калибров перед установкой баланса смазывают цапфы анкера, прокалывая цапфой промасленную бумагу, положенную на кусочек сердцевинной бузины. Опоры анкера малогабаритных (женских) часов смазывать нецелесообразно.

В практике ремонта еще встречаются малогабаритные часы с небольшим числом камней и металлическими опорами оси анкера. В этом случае смазка необходима.

В заключение сборки проверяют ход часов. Если при правильно слаженном ходе часы остановились на импульсе или покое, надо найти причину и устранить ее. Остановку на импульсе и покое необходимо проверить на обеих палетах. Если окажется, что часы останавливаются только на одной палете, следует проверить правильность установки спирали, так как в большинстве случаев причиной такой остановки является боковая выкачка (неравенство амплитуд). Второй причиной

---

\* Аппаратура и способы машинной очистки были описаны в разделе «Приборное оборудование».

может явиться излишне большой угол притяжки на проверяемой палете.

Цапфы баланса смазывают до установки узла баланса в механизм. Смазку подают маслodosировкой в отверстие сквозного камня. Цапфы ангренажа смазывают с подциферблатной стороны до установки деталей оформления. Заключительную смазку производят со стороны мостов.

После пуска часов следует обратить внимание на чистоту хода. Шумы хода могут быть вызваны следующими причинами, которые необходимо устранить.

- 1) плохо отполированы цапфы и пятки оси баланса;
- 2) пятка оси баланса имеет неправильную форму;
- 3) отсутствует смазка в опорах баланса;
- 4) имеется трещина в одном из камней опоры баланса;
- 5) повреждена плоскость накладного камня;
- 6) спираль задевает обод центрального колеса, мост баланса, колонку, штифт градусника, или витки спирали касаются друг друга;

7) обод баланса задевает анкерный мост, колонку или замок градусника;

8) качается один из камней в опорах или эллипс;

9) колодка спирали трется о мост баланса или задевает излишне длинный винт накладки;

10) эллипс касается платины или излишне длинного винта нижней накладки;

11) эллипс теснит в рожках вилки или трется о копые;

12) анкер трется о свой мост;

13) анкер задевает ролик баланса;

14) неравный радиальный зазор в верхней и нижней цапфах баланса, перекося одного из накладных камней.

Окончанием сборки является установка циферблата, стрелок и закрепление механизма часов в корпусе.

**Смазка.** Ассортимент часовых масел и смазок, применяемых для смазывания часовых механизмов, весьма разнообразен. В нашей стране часовые масла насчитывают до 6 наименований (из применяемых для бытовых часов). Это масла марок: МБП-12, МЗП-6, МЦ-3 (ГОСТ 7935—56), масло МЧМ-5 (ВТУ) и смазки РС-1 и ПС-4 (ГОСТ 7936—56).

Индексы этих масел в некоторых случаях указывают на их назначение, а цифры — на номера рецептуры, по которым они изготовлены. Например, МБП-12: масло (М) для баланса (Б) и палет (П); МЗП-6: масло (М) для зубчатых (З) передач (П); РС-1: ремонтурная (Р) смазка (С) и МЧМ-5: масло (М) часовое (Ч) маловязкое (М) и т. д.

Крупногабаритные часы — настольные, настенные и напольные, будильники и другие в основном смазывают маслом МЦ-3. В мужских наручных часах накладные и сквозные камни

баланса, анкеры и палеты смазывают маслом МБП-12, камни ангренажа — более вязким маслом МЗП-6, пружину и ось барабана — высоковязким маслом МЦ-3, а детали ремонтара — густой смазкой РС-1. Масло МЧМ-5 применяют для смазки малогабаритных часов во всех их точках.

Все масла и смазки вносят в детали часового механизма при помощи специальных маслodosировок. Лопаточные маслodosировки при правильно выполненной рабочей части (лопаточки) обеспечивают хорошее постоянство и правильность дозирования. При смазке необходимо следить за чистотой лопаточки и правильностью ее погружения в контейнер (под углом  $60^\circ$  к поверхности масла). Чертеж лопаточки маслodosировки показан на рис. 92, размеры приведены в табл. 4.

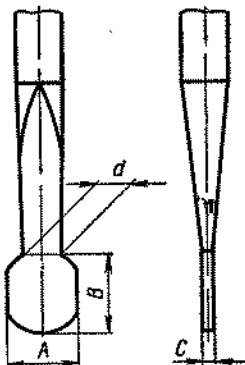


Рис. 92. Размеры лопаточных маслodosировок

Часовые масла, вступая в контакт с воздухом, окисляются и густеют. Масло можно использовать только в том случае, если со дня его выпуска прошло не более одного года. Масло должно храниться в плотно закупориваемых флаконах при комнатной температуре (от  $15$  до  $25^\circ\text{C}$ ) и в темноте. Флаконы из светлого стекла следует хранить в светонепроницаемых картонных коробках, желательнее в шкафу или другом затемненном помещении. Не следует хранить масла около источников тепла, а также в местах с повышенной влажностью.

Специально охлаждать масла нецелесообразно, но если в результате случайного охлаждения они застыли, то, подержав флакон в теплой воде ( $40$ — $45^\circ\text{C}$ ) до тех пор, пока масло станет подвижным и прозрачным, его надо несколько раз сильно встряхнуть, чтобы масло было пригодно к употреблению.

**Регулировка.** В разделе «Приборное оборудование» были рассмотрены некоторые способы регулировки хода часов, наиболее часто примененные. Выявление отдельных недостатков работы часового механизма и качественную регулировку, обеспечивающую стабильный ход в заданных пределах точности, выполняют при амплитуде колебания баланса  $150$ — $180^\circ$  и  $240$ — $300^\circ$ . Основную регулировку часового механизма производят при амплитуде  $150$ — $180^\circ$ , что соответствует примерно одному обороту вала барабана. При этой амплитуде наиболее резко выявляются ошибки хода в вертикальных положениях часов, вызванные неуравновешенностью системы баланс—спираль. По окончании работ с балансом и после подбора и установки спирали необходимо определить максималь-



Размеры маслodoзирoвoк

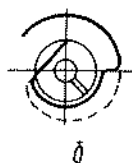
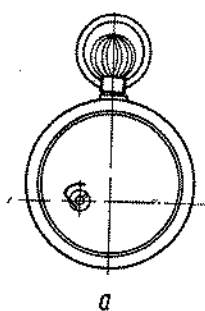
Индекс маслodoзирoвoк	Тип часов	Размеры маслodoзирoвoк, мм				Вес капли масла, $\times 10^{-4}$ г
		A	B	C	d	
МД-0	Наручные	0,15 <sub>-0,035</sub>	0,20 <sub>-0,04</sub>	0,08 <sub>-0,02</sub>	0,08 <sub>-0,02</sub>	0,06
МД-1	То же	0,20 <sub>-0,04</sub>	0,30 <sub>-0,04</sub>	0,10 <sub>-0,03</sub>	0,10 <sub>-0,03</sub>	0,09
МД-2	» »	0,25 <sub>-0,04</sub>	0,50 <sub>-0,04</sub>	0,15 <sub>-0,03</sub>	0,15 <sub>-0,03</sub>	0,19
МД-3	Наручные и малогабаритные будильники	0,03 <sub>-0,05</sub>	0,70 <sub>-0,05</sub>	0,15 <sub>-0,03</sub>	0,20 <sub>-0,04</sub>	0,30
МД-4	То же	0,40 <sub>-0,05</sub>	0,90 <sub>-0,05</sub>	0,20 <sub>-0,04</sub>	0,30 <sub>-0,04</sub>	0,63
МД-5	» »	0,55 <sub>-0,05</sub>	1,20 <sub>-0,05</sub>	0,20 <sub>-0,04</sub>	0,40 <sub>-0,05</sub>	0,74
МД-6	Настенные, напольные, настольные	1,00 <sub>-0,10</sub>	1,20 <sub>-0,10</sub>	0,20 <sub>-0,06</sub>	0,75 <sub>-0,20</sub>	1,70
МД-7	То же	1,50 <sub>-0,10</sub>	1,70 <sub>-0,10</sub>	0,30 <sub>-0,06</sub>	1,00 <sub>-0,20</sub>	4,16
МД-8	» »	2,00 <sub>-0,10</sub>	2,20 <sub>-0,10</sub>	0,30 <sub>-0,06</sub>	1,20 <sub>-0,20</sub>	8,20
МД-9	» »	3,00 <sub>-0,10</sub>	3,20 <sub>-0,10</sub>	0,40 <sub>-0,06</sub>	1,55 <sub>-0,20</sub>	21,20

ную амплитуду колебания баланса. Для этого часы заводят на 2,5—3 оборота вала барабана, останавливают баланс и отпускают его, наблюдая за колебаниями переключателя. Через 20—30 сек баланс должен достигнуть максимума амплитуды (в противном случае часовой механизм имеет какие-либо дефекты, подлежащие выявлению и устранению). Если часы работают удовлетворительно, то амплитуда колебания баланса должна быть не меньше  $265\text{--}270^\circ$  при положении часов циферблатом вверх или вниз и  $220\text{--}230^\circ$  при их вертикальном положении.

Хотя в процессе работы система баланс—спираль подвергалась вибрации и уравниванию, все же статическое уравнивание баланса и вибрация волоска на вибрационной машинке, производившиеся в условиях, когда даже цапфы баланса были избавлены от трения в опорах, не обеспечивает достаточной точности регулирования хода часов. Часы должны быть подвержены позиционной регулировке, т. е. регулировке в различных положениях (в соответствии с ГОСТ 10733—64).

Существует несколько способов корректировки хода в зависимости от изменения положения часов. Рассмотрим основные из них.

Предположим, что карманные часы проходят проверку в положении головкой вверх (рис. 93, а). Проведем мысленно



Положение точки заштыфтовки	Положение заводной головки:			
	вверх	вправо	влево	вниз
	+	+	+	-
	-	+	+	+
	+	+	-	+
	+	-	+	+
	-	+	+	+
	+	+	+	-
	+	-	+	+
	+	+	-	+

в

Рис. 93. Ошибки, вызванные смещением точки заштыфтовки

линию через заводную головку часов и цифру 6 на их циферблате и перпендикулярно к ней проведем линию через накладной камень баланса. Спираль баланса должна отходить вверх от этой линии. Спираль может выходить из колонки слева или справа в зависимости от положения колонки, но, с какой бы стороны она не вышла, она должна выходить вверх. Отсюда следует, что, изменяя положение точки заштыфтовки, можно откорректировать позиционную погрешность часов. Например, часы подвергались испытанию в положении циферблатом вверх и показали суточную ошибку +5 сек. Затем в положении головкой вверх они показали отставание на 30 сек. Остановив часы, проверяют положение заштыфтовки спирали. Сместив точку заштыфтовки (рис. 93, б), следует вновь проверить часы в указанных положениях. Если спираль отходит

вверх от предполагаемой осевой линии, а в ходе имеются погрешности, значит они вызваны другими факторами. На рис. 93, *в* показаны ошибки, вызванные смещением точки заштифтовки спирали.

Если изгиб концевой кривой выполнен достаточно точно, то период колебания баланса практически не должен зависеть от амплитуды, колебания баланса должны быть изохронны. Однако часы с правильной концевой кривой не обязательно обладают одинаковым ходом во всех положениях. Если часы отстают в вертикальном положении, концевую кривую следует переместить ближе к центру. Сделать это можно двумя способами. Первый состоит в образовании выгиба в средней части концевой кривой (рис. 93, *г*), что придает концевой кривой некоторую дополнительную жесткость; второй — в придании наружному витку формы (рис. 93, *д*), приближающей изгиб витка к центру колебания. Оба рассмотренных способа являются оптимальными и ими рекомендуется пользоваться при ремонте наручных часов высокого класса.

Разность трения в опорах оси баланса при изменении положения часов с горизонтального на вертикальное также может быть использована для выравнивания погрешности часов в различных положениях. Например, если часы отстают в положении заводной головкой вверх, то, увеличив трение в опорах баланса для горизонтального положения часов, можно уменьшить разницу между ошибками часов в горизонтальном и вертикальном положениях, произведя затем их соответствующую регулировку на точность хода. Эту операцию можно выполнить двумя способами: во-первых, уменьшают диаметр цапф и подбирают новые камневые опоры, снижая трение при вертикальном положении часов, а следовательно, уменьшая, или совершенно устраняя отклонение суточного хода в вертикальном положении. Во-вторых, уменьшают радиус скругления пятки цапфы оси баланса, чем вводят дополнительное трение для горизонтального положения часов, сближая погрешности часов для обоих из положений.

Имеется возможность корректировки погрешностей хода в различных положениях путем соответствующего нарушения уравновешенности баланса. Например, если часы отстают в положении заводной головкой вверх, нужно утяжелить баланс в самой низкой точке. Для этого следует открыть заднюю крышку и заметить положение эллипса, когда часы находятся в положении заводной головкой вверх и баланс неподвижен. У часов с винтовыми балансами более удобно запомнить соответствующий нижнему положению винт обода. Эллипс должен находиться в пазу анкера. Необходимо точно определить его положение: находится ли он в середине паза, в правой или левой его стороне.

Заметив положение эллипса, вынимают баланс, снимают спираль и помещают баланс на перевес-машинку. Если эллипс был, например, смещен к правой стороне паза, когда часы находились в положении заводной головкой вверх, надо утяжелить ту часть обода, которая обеспечит сохранение эллипса в правой стороне паза. Степень утяжеления баланса определяют рядом проб, для чего под один из винтов баланса подкладывают шайбы различного размера из фольги.

Позиционная регулировка проводится также несколькими способами, которые обобщил известный английский специалист Дональд де Карль (корректировочные таблицы 5 и 6). Способы корректировки указаны в таблицах под условными номерами, соответствующими порядковым номерам нижеперечисляемых способов.

Способы корректировки:

1. Изменение формы концевой кривой спирали. Если изгиб сделан меньше или ближе к центру, часы спешат в вертикальном положении.

2. Соблюдение правильной точки заштифтовки спирали.

3. Изменение формы концов цапф. Притупление концов для получения опережения для часов в вертикальном положении.

4. Уменьшение диаметра цапф баланса для получения сравнительного опережения для часов в вертикальном положении.

5. Регулировка штифтов градусника: увеличение расстояния между штифтами и отклонение спирали до соприкосновения с одним из штифтов для получения опережения часов в вертикальном положении.

6. Уравновешивание баланса таким образом, чтобы центр тяжести находился снизу для получения опережения часов в вертикальном положении.

7. Корректировка изгиба концевой кривой, т. е. увеличение ее диаметра и отклонение от центра, для получения отставания часов в вертикальном положении.

8. Заострение или затупление концов цапф оси баланса для получения сравнительного отставания часов в вертикальном положении.

9. Установка новой оси баланса с цапфами большого диаметра и новых камней с большими отверстиями для получения отставания часов в вертикальном положении.

10. Увеличение расстояния между штифтами градусника так, чтобы спираль баланса оказалась посередине между штифтами для получения отставания часов в вертикальном положении.

11. Смещение центра тяжести баланса для получения отставания часов в вертикальном положении, учитывая амплитуду колебания.

## Способы устранения ошибки опережения

Позиционные ошибки, сек	Полная ошибка, сек	Рекомендуемые способы корректировки	Примечания
1. Циферблатом вверх +5, заводной головкой вверх +15	+10 завод- ной головкой вверх	Способы 7 или 2 для часов первого класса, 10 или 11 для часов вто- рого класса	Следует принимать во внимание ка- чество часов
2. Циферблатом вверх +5, заводной головкой вверх +20	+15 завод- ной головкой вверх	Способы 7 и 2 для часов первого класса, 8 и 10 для часов второго класса	Способ 5 допустим в часах первого класса
3. Циферблатом вверх +5, заводной головкой вверх +25	+20 завод- ной головкой вверх	Способы 7 и 2, затем 8 и кончить способом 10 для часов первого класса. Для часов второго класса способы 10 и (или) 11	Способ 8 позволяет откорректировать остаточную ошибку; если нет, ре- комендуется применять способы 10 или 11 для устранения всей ошибки
4. Циферблатом вверх +5, заводной головкой вверх +30	+20 завод- ной головкой вверх	Способы 7 и 2, затем 8, кончить способом 10. Для часов второго класса способы 10 и (или) 11	Приведенные выше замечания дей- ствительны и для данного случая
5. Циферблатом вверх +5, заводной головкой вверх +35	+30 завод- ной головкой вверх	Способы 7 и 2, затем 9 и закончить способом 10. Для часов второго класса способы 10 и 11	Способ 9 позволяет откорректиро- вать остаточную ошибку; если нет, то следует применить способ 10. Для часов второго класса всю ошибку устраняют способом 10 или 11
6. Циферблатом вверх +5, заводной головкой вверх +40	+35 завод- ной головкой вверх	Так же, как в предыдущем случае	Если наручные часы не могут пройти испытание в трех вертикальных положениях, рекомендуется при- менить 11 способ
7. Циферблатом вверх +5, заводной головкой вверх +45	+45 завод- ной голов- кой вверх	Так же, как в п. 5	Приведенные выше замечания дей- ствительны и для данного случая

Позиционные ошибки, <i>сек</i>	Полная ошибка, <i>сек</i>	Рекомендуемые способы корректировки	Примечания
8. Циферблатом вверх +5, заводной головкой вверх +50	+45 заводной головкой вверх	Так же, как в п. 5	Приведенные выше замечания действительны и для данного случая
9. Циферблатом вверх +5, заводной головкой вверх +55	+50 заводной головкой вверх	» » » » » 5	То же

Приведенные в таблице рекомендации не исключают возможности и других способов корректировок.

Таблица 6

## Способы устранения ошибки отставания

Позиционные ошибки, <i>сек</i>	Полная ошибка, <i>сек</i>	Рекомендуемые способы корректировки	Примечания
1. Циферблатом вверх +5, заводной головкой вверх —5	—10 заводной головкой вверх	Способы 2 и 3 для часов первого класса, 5 и 6 для часов второго класса	Ошибка может быть устранена любыми из этих способов. Решающим фактором для устранения ошибки является качество часов
2. Циферблатом вверх +5, заводной головкой вверх —10	—15 заводной головкой вверх	Способы 1 и 2 для часов первого класса, 3 или 4, или 5, или 6 для часов второго класса	

Позиционные ошибки, сек	Полная ошибка, сек	Рекомендуемые способы корректировки	Примечания
3. Циферблатом вверх +5, заводной головкой вверх -15	-20 заводной головкой вверх	Способы 1 и 2, затем способ 3 и отчасти способ 5, если необходимо для часов первого класса. Способ 5 и (или) способ 6 для часов второго класса	Так как ошибка довольно большая, способ 1 окажется слишком сильной мерой, и окончательную регулировку нужно производить по способу 5
4. Циферблатом вверх +5, заводной головкой вверх -20	-25 заводной головкой вверх	Способы 1 и 2, затем способ 4, если ошибка еще достаточно велика; для часов первого класса заканчивают корректировку способом 5, а для часов второго класса способами 5 и 6	Способ 4 позволяет откорректировать оставшуюся ошибку, если нет, то применяют способ 5. В часах второго класса способ 5 устранил всю ошибку
5. Циферблатом вверх +5, заводной головкой вверх -25	-30 заводной головкой вверх	Способы 1 и 2, а затем способы 4 и 5. Для часов второго класса способы 5 и 6	Приведенные выше замечания действительны и для данного случая
6. Циферблатом вверх +5, заводной головкой вверх -30	-35 заводной головкой вверх	Так же, как в п. 5	Если часы не должны проходить испытание в трех вертикальных положениях, можно использовать способ 5
7. Циферблатом вверх +5, заводной головкой вверх -35	-40 заводной головкой вверх	» » » » » 5	Приведенные выше замечания действительны и для данного случая
8. Циферблатом вверх +5, заводной головкой вверх -40	-45 заводной головкой вверх	» » » » » 5	То же
9. Циферблатом вверх +5, заводной головкой вверх -45	-50 заводной головкой вверх	» » » » » 5	» »

# МЕХАНИЧЕ

## КРУПНОГАБАРИТНЫЕ ЧАСЫ

К крупногабаритным часам относятся часы коллективного пользования, подразделяющиеся на настольные часы и будильники, настенные и напольные часы.

Одной из особенностей механизмов крупногабаритных часов является отсутствие мостов и то, что их колеса располагаются между двумя платинами: передней и задней. Пластины в большинстве случаев имеют прямоугольную форму и снабжены для удобства большими смотровыми отверстиями, одновременно снижающими металлоемкость (вес) платин.

**Настольные часы.** Эти часы в основном имеют пружинный двигатель; их колесная передача в большинстве случаев имеет фрезерованные трибы. В современных конструкциях цевочное зацепление встречается относительно редко. Столь же редки стали настольные часы с маятниковыми регуляторами. Настольные часы весьма часто имеют штифтовый спуск и балансы с коническими цапфами, однако более качественные механизмы снабжены свободным анкерным спуском и балансом с цилиндрическими цапфами, работающими в камневых опорах.

Некоторые настольные (а также и настенные) часы отечественного производства имеют приставные хода, представляющие легко отделяемый от остального механизма узел, содержащий ходовое колесо, анкер и баланс со спиралью. Приставные хода различаются друг от друга в основном размерами баланса. Существует несколько типов приставных ходов, имеющих индексы X-3, X-5 и т. д.

Все детали приставного хода смонтированы на плоской прямоугольной пластине, снабженной тремя продолговатыми отверстиями для регулировки положения приставного хода на основной пластине часов при закреплении его винтами. При этом регулируется глубина зацепления секундного колеса с ходовым трибом, который имеет большую высоту и проходит сквозь платину приставного хода для прохода в механизм часов, поскольку приставной ход установлен с наружной стороны пластины. Ходовой триб закреплен между двумя мостами

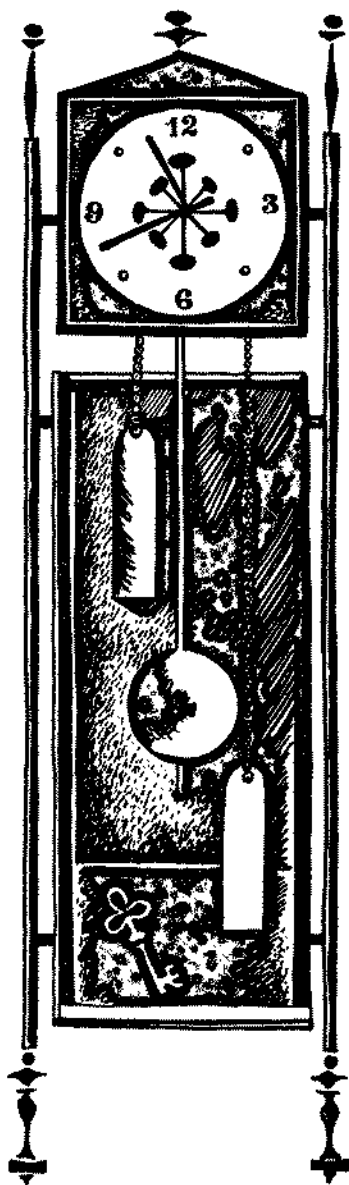


# СКИЕ

с каменными опорами, расположенными по обе стороны платины приставного хода.

Приставной ход подвержен тем же повреждениям, что и обычный, и отличается от последнего только регулировкой хода, заключающейся в том, что предварительно регулируют ангренаж. Для этого на механизм часов устанавливают платину хода только с ходовым колесом, а затем производят сборку и регулировку узла приставного хода, вновь отделенного от основного механизма. По окончании статической регулировки и проверки всех углов и зазоров приставной ход вновь устанавливают на механизм и проверяют непосредственно в работе.

В практике ремонта иногда можно встретить настольные часы с годовым заводом, называемые «годовые часы». Основу этих часов составляет весьма своеобразный регулятор хода — крутильный маятник, представляющий собой массивный тяжелый диск, горизонтально подвешенный на тонкой плоской



# Часы

пружине, близкой по своим размерам к спирали карманных часов. Период колебания крутильного маятника составляет 15—20 сек. Иногда для регулировки периода колебаний диск маятника снабжен двумя грузами в виде шаров, перемещаемых посредством спаренного (правого и левого) вивита. На верхнюю часть пружинного подвеса маятника надета колодка с длинным стержнем, выполняющим функции эллипса. При колебаниях анкера стержень проходит в его рожках. Период колебаний крутильного маятника зависит от момента инерции диска, размеров (особенно длины) и жесткости пружинного подвеса. Колебания анкера и перемещения стержня-эллипса происходят в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

Приведенный во вращение диск маятника скручивает пружину подвеса, эллипс при этом входит в рожки анкера и производит освобождение. Анкер сообщает эллипсу импульс, который вызывает некоторое дополнительное скручивание пружины подвеса, через которую импульс сообщается диску маятника. Когда диск маятника будет остановлен силой скрученной пружины подвеса, он начнет вращаться в противоположную сторону, давая возможность пружине развернуться. Вблизи от равновесного положения, т. е. тогда, когда пружина подвеса будет распрямлена, вновь возникнет импульс, направленный в сторону вращения диска. Процесс повторяется. Чрезвычайно большой период колебания крутильного маятника обеспечивает непрерывную работу часов от одной заводки пружины в течение года.

**Настенные часы.** В большинстве случаев настенные часы имеют пружинный двигатель; гиревые стали весьма редки. Колесная передача этих часов не имеет принципиальных отличий от передачи, применяемой в настольных часах. В качестве регулятора хода настенных часов почти в равной мере применяются как маятниковые, так и балансовые регуляторы.

**Напольные часы.** Прежде всего эти часы отличаются высокой добротностью и качеством своего механизма. Эти часы, как правило, имеют гиревой двигатель и маятниковый регулятор.

В последние годы за рубежом появились настенные часы с магнитным подвесом баланса. Основной конструктивной особенностью этих часов является так называемый «парящий» баланс (рис. 94). Ось баланса в этих часах расположена вертикально. Нижняя цапфа 1 оси работает в обычной каменной опоре, размещенной в центровом винте 2. Цилиндрический стакан 3, установленный на балансовом мосту, несет в нижней части сквозную опору 4. На стакан наверху втулка 5, несущая мощный цилиндрический постоянный магнит 6, создающий сильное магнитное поле. Сила магнитного поля нейтрализует действие силы тяжести, воздействующей на баланс, и по-

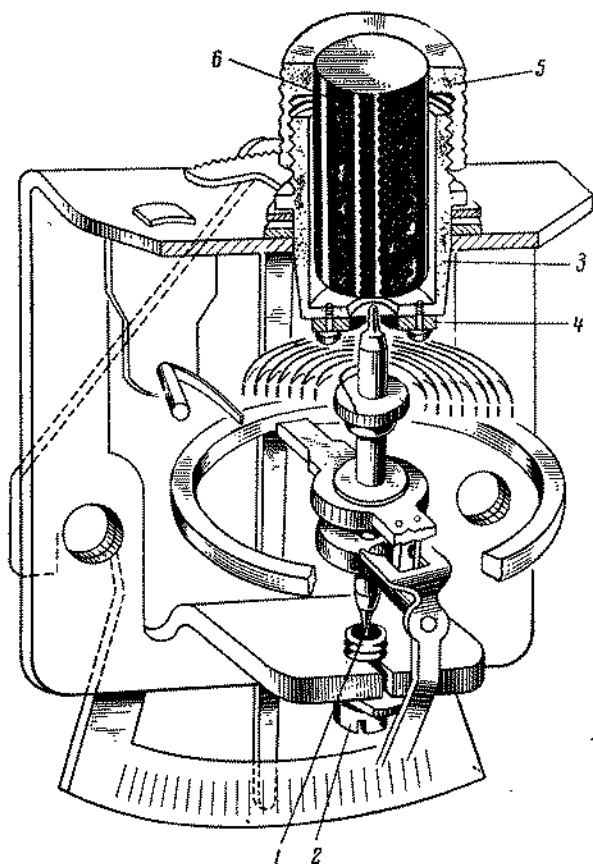


Рис. 94. Баланс с магнитным подвесом

зволяет ему «парить», не оказывая давления ни на нижний накладной камень, ни на магнит (верхняя цапфа с магнитом не соприкасается). При этом трение в цапфах становится минимальным. Спираль баланса изготовлена из специального сплава, не подверженного действию магнитного поля. Таким образом, эти часы избавлены от обычного отрицательного воздействия магнитного поля на спираль, выражающегося в намагничивании спирали и слипании ее витков.

Часы с «парящим» балансом имеют обычный штифтовый ход, анкер которого все же несколько своеобразен, так как имеет изогнутый под прямым углом хвостовик, для передачи импульса на вертикальный баланс от горизонтально расположенной колесной передачи.

На рис. 95 показана другая конструкция «парящего» баланса, в котором эффекта парения достигают, применяя специальную спираль. Функции оси баланса выполняет проволока 1 из нержавеющей стали, натянутая между мостом баланса и платиной. Проволока, работающая при ударах не на срез, а на изгиб, обладает большей ударопрочностью. Обод 2 баланса закреплен на длинной тонкостенной латунной трубке 3,

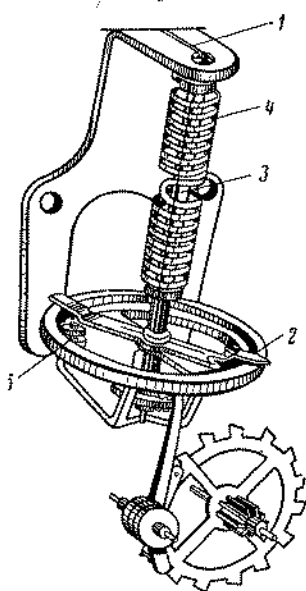


Рис. 95 Парящий баланс

в торцы которой с обеих сторон запрессованы сквозные камни (проволока 1 проходит сквозь отверстия камней). Спираль имеет цилиндрическую форму. Верхний конец спирали 4 укреплен на мосту баланса, нижний на трубке баланса. Спираль состоит из двух секций, навитых в противоположных друг другу направлениях. Баланс подвешен на спирали, вследствие чего снижается давление на нижнюю опору. Однако в процессе колебаний баланс не получает осевых смещений, так как разнонаправленная навивка секций спирали взаимно компенсирует осевые деформации (на сколько укорачивается заводимая часть спирали, на столько удлиняется раскручиваемая). Период колебания системы регулируют посредством изменения момента инерции баланса, снабженного подвижными грузами 5.

Известна и третья разновидность «парящего» баланса. В этой конструкции баланс имеет обыкновенную плоскую спираль; ось баланса, как и в предыдущем случае, заменена струной, пропущенной через полную трубку, несущую обод. Два цилиндрических магнита с отверстиями, из которых один неподвижен, а второй (верхний) укреплен на трубке баланса, повернуты друг к другу одноименными полюсами. Вес баланса уравновешивается благодаря взаимному отталкиванию одноименных полюсов магнитов.

**Механизмы боя.** Настольные, настенные и напольные часы в большинстве случаев имеют дополнительное устройство — механизм боя. Существуют механизмы, отбивающие только часы; часы и получасы; часы и четверти часа (куранты); часы, четверти часа и минуты.

Для отсчета боя в настенных часах существуют две основные конструкции: со счетным колесом и с гребенкой. Разборка и ремонт деталей этих устройств обычно не вызывает затруднений у часового мастера, освоившего основные приемы работы

с часовыми механизмами. Сборка же и особенно регулировка действия механизмов боя требуют дополнительного разъяснения.

Механизм боя со счетным колесом показан на рис. 96. В положении I механизм боя находится в состоянии покоя. Штифт 1 минутного триба 2 подошел к подъемнику 3 рычага отпирания 4. В это время рычаг запирания 5 лежит в пазу кулачка 6. Крючок 7 рычага запирания держит штифт 8 пускового колеса 9, препятствуя этим вращению колес механизма боя под воздействием гиревого или пружинного двигателя (не показаны).

По мере вращения минутного триба подъемник 3 движется вверх и рычаг отпирания 4 приподнимает рычаг запирания 5, который, в свою очередь, освобождает штифт 8 пускового колеса 9. Колеса начинают вращаться, но почти сразу же останавливаются, так как пусковое колесо 9, сделав около  $\frac{3}{4}$  оборота, ложится штифтом 8 на поднявшийся рычаг отпирания 4. Поворот колес рассчитан таким образом, что кулачок 6, установленный на оси промежуточного колеса 10, выводит свой вырез из-под рычага запирания 5. Механизм боя переходит в положение II.

Дальнейшее вращение минутного триба приводит к тому, что подъемник 3 срывается со штифта минутника и, падая под воздействием собственного веса, занимает исходное положение. Рычаг запирания 5 удерживается в поднятом положении кулачком. Рычаг отпирания 4, опустившись вместе с подъемником, освобождает пусковое колесо (положение III). Колеса приходят во вращение. Колесо 11 одним

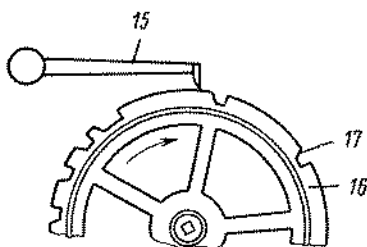
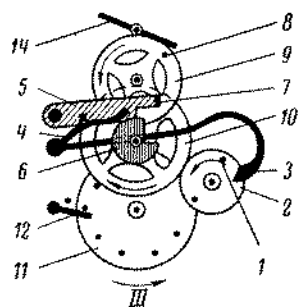
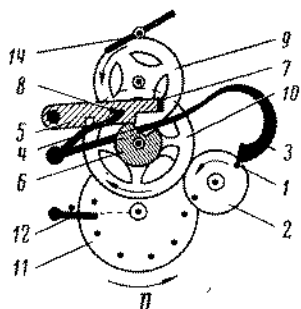
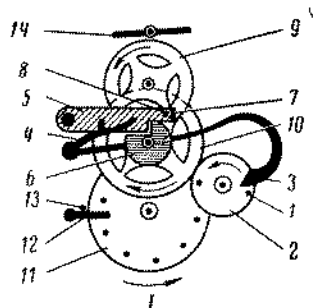


Рис. 96 Схема механизма боя

из своих штифтов захватывает рычаг 12 и отводит его от упора 13. На оси рычага 12 установлен молоток и при падении рычага часы отбивают один удар. Поскольку передача между штифтовым колесом 11 и промежуточным 10 рассчитана таким образом, что за один оборот промежуточного колеса штифтовое колесо приводит молоток в действие лишь один раз, то, произведя удар, механизм боя остановится, так как рычаг 5 упадет в вырез кулачка и затормозит пусковое колесо. Так происходит бой получасов.

Чтобы часы отбивали удары целых часов, механизм боя имеет счетное колесо, приводимое во вращение от триба штифтового колеса. Передаточное отношение между парами: счетное колесо—триб штифтового колеса и штифтовое колесо—промежуточный триб выполнено таким образом, что за один оборот счетного колеса промежуточное колесо совершит 90 оборотов, что одновременно соответствует 90 ударам боя. На рычаге запирания 5 установлено второе плечо 15, взаимодействующее со счетным колесом 16. На ободке счетного колеса имеется одиннадцать выступов, ширина которых постепенно возрастает. Самый узкий выступ соответствует двум ударам боя, самый широкий—двенадцати. Впадины 17, разделяющие выступы счетного колеса, все, кроме одной, имеют одинаковую ширину, соответствующую одному удару. Одна же впадина, разделяющая самый широкий выступ и самый узкий, имеет тройную ширину, что соответствует трем ударам боя: половине первого часа, первому часу и половине второго часа.

Плечо 15, попадая на выступы счетного колеса, не дает рычагу запирания 5 лечь в вырез кулачка во время боя часов. Когда же плечо 15 падает во впадины счетного колеса, рычаг 5 получает возможность упасть в вырез кулачка и остановить бой.

Скорость вращения колес механизма боя ограничивается при помощи регулятора-ветряка 14. Эти регуляторы чрезвычайно просты по устройству и получили широкое распространение в различных механизмах, где требуется некоторое ограничение скорости вращения, но не предьявляются требования к высокой стабильности этой скорости. Ветряки более правильно называют регуляторами с воздушным трением. К ним относятся: регуляторы с постоянным размахом крыльев (рис. 97, а, б) и регуляторы с переменным размахом крыльев (рис. 97, в, г).

Регулятор с постоянным размахом крыльев состоит из пластинки (крыла) 1, имеющей обычно прямоугольную форму и фрикционно закрепленной на оси 2. В большинстве случаев фрикционность соединения обеспечивается плоской пружинкой 3. Это делается для смягчения ударов при резкой остановке механизма.

Значительно лучше регулировать скорость вращения при помощи регулятора с переменным размахом крыльев. Подвижные подпружиненные крылья этого регулятора с увеличением скорости вращения под воздействием центробежной силы отходят от оси вращения, увеличивая момент торможения пропорционально увеличению скорости вращения. В этом случае крыло регулятора 1, закрепленное на оси 2, перпендикулярно к основной оси вращения регулятора 3. Спиральная пружина 4 прижимает крыло к упору и противодействует вращению крыла вокруг оси 2.

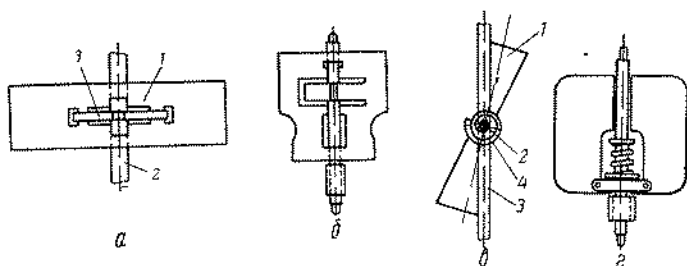


Рис. 97. Ветряки

*Основные неисправности механизма боя и причины их возникновения:*

1. Часы бьют непрерывно, не останавливаясь, — сломан штифт пускового колеса, разлажено взаимодействие рычага запираения с кулачком и одновременно со счетным колесом.

2. Часы бьют раньше или позже указанного стрелками времени — разлажено взаимодействие подъемника со штифтами минутного триба.

3. Неправильное число ударов, не соответствующее показанию стрелок, — разрегулировано взаимодействие механизма боя с основным механизмом.

4. Дребезжащий бой — молоточек после нанесения удара остается в соприкосновении со звуковым элементом.

5. Слишком быстрый бой — ослаб фрикцион ветряка.

6. Слишком медленный бой — деформирована одна из цапф колесной передачи; загустевание смазки, чрезмерно сильная пружина у молотка; нарушение зазоров в зацеплении.

7. Слабый звук боя — молоток слишком удален от звукового элемента и наносит слабый удар; крепление звукового элемента на корпусе часов ослабло.

8. Остановка боя. Заедание одной из деталей механизма; разлаженность работы подъемника и рычага запираения.

В большинстве случаев в часах с боем применяют звуковые пружины и звуковые стержни. В часах устаревших конструкций можно встретить колокольчики. Звуковая пружина

представляет собой плоскую проволочную спираль (рис. 98, а), внутренний виток которой отогнут к центру и запрессован в колодку. Эту пружину изготавливают из термообработанной стали, которую нельзя подвергать нагреванию, так как это приведет к потере звука. Большое значение имеет плотность крепления конца спирали в колодке и плотность присоединения колодки

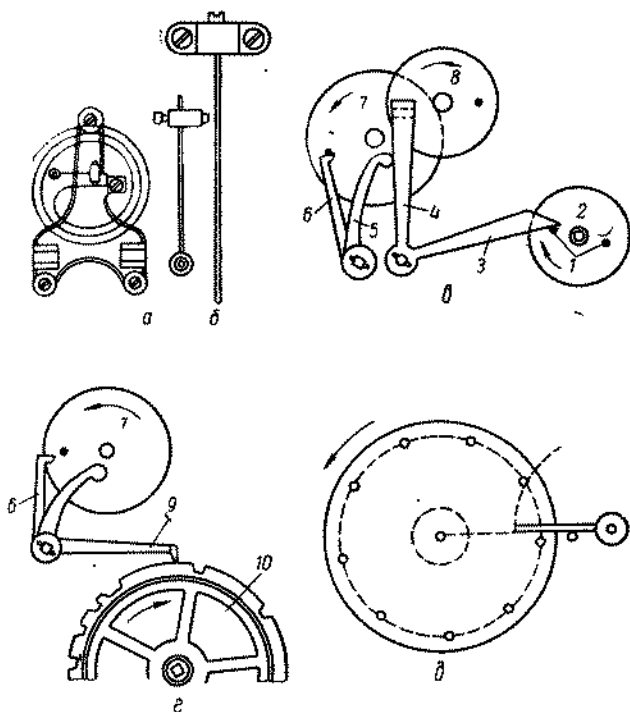


Рис. 98 Механизм боя улучшенной конструкции

к стенке корпуса. В результате ослабления одного из этих мест крепления или возникновения трещины в пружине вблизи от места крепления сила звука также уменьшается. В процессе ремонта изменять длину пружины не рекомендуется, так как это изменит тональность.

Звуковые стержни (гонги, тонфедеры) в основном изготавливают из незильбера. Тональность стержней зависит от их длины. В верхней части каждый стержень сходит на слабый конус, который оканчивается винтом, для крепления стержня в массивной чугунной колодке (рис. 98, б). Чистота и громкость звука стержня также зависят от прочности закрепления стержня в колодке и, соответственно, колодки со стержнями на стенке корпуса. Обычно в колодке закрепляют одновременно



два — четыре стержня, механизм же часов имеет соответственное количество молотков, которые одновременно наносят удар по всем стержням, чем обеспечивается красивый тембр звучания. Ударные молоточки обычно на концах имеют кожаные или замшевые выступы, создающие более мягкий и приятный звук и устраняющие неприятный лязг металла, сопровождающий бой часов с молотками без кожаных прокладок. Слегка прижимая кожу молотков или придавая ей напильником ворсистость, можно изменять окраску звука.

Известна другая, *улучшенная конструкция механизма боя со счетным колесом* (рис. 98, в). Работа этого механизма также складывается из двух этапов: подготовки (повестки) боя и непосредственно боя.

Подготовка механизма боя происходит следующим образом: за 3—5 минут до начала боя один из штифтов 1 минутного гриба 2 поднимает подъемник 3 рычага отпирания 4. Этот рычаг, поднимаясь, отводит в сторону первое плечо 5 рычага запирания, причем второе плечо 6 этого рычага освобождает штифт первого стопорного колеса 7, который до этого упирался в колено второго плеча рычага запирания. Колесная система механизма боя начинает вращаться, но, как только штифт второго стопорного колеса 8 упрется в поднятое колено рычага отпирания 4, сразу же останавливается. Второе стопорное колесо совершит при этом не более полуоборота. Одновременно с подъемом рычага запирания поднимется и рычаг отсчета 9 (рис. 98, г). На этом заканчивается первый этап работы механизма боя.

По истечении 3—5 минут, оставшихся до начала боя, подъемник соскальзывает со штифта минутного гриба и падает в исходное положение. Одновременно освобождается штифт второго стопорного колеса и колесная система приходит в действие. Механизм боя будет работать до тех пор, пока рычаг отсчета 9 не упадет в вырез между выступами счетного диска 10. На этом заканчивается второй этап работы механизма.

Разборка этого механизма, а также ремонт его деталей не вызывают затруднений. Некоторой спецификой обладает сборка и регулировка.

Для обеспечения надежного и правильного взаимодействия механизма боя его детали при сборке должны быть установлены в положение, показанное на рис. 98, в и г. Стопорное колесо 7 после того, как молоток нанесет последний удар, должно еще повернуться примерно на  $\frac{1}{8}$  оборота до того момента, как его штифт упрется в колено рычага запирания 5. Когда механизм боя уже заперт, штифт колеса 8 должен находиться примерно на  $\frac{1}{2}$  оборота от рычага 4. Неточная установка хотя бы одного из стопорных колес повлечет за собой неправильный бой.

Большое значение имеет также правильная установка штифтового колеса и рычага подъема молотка. В исходном положении рычаг молотка должен лежать на упоре, а штифт колеса отстоять от рычага на некотором расстоянии (рис. 98, д). Штифтовое колесо не всегда удается поставить в требуемое положение. Поэтому в часовых механизмах высокого качества штифтовое колесо имеет отдельный мост, позволяющий осуществлять регулировку положения штифтового колеса без нарушения положения остальных колес.

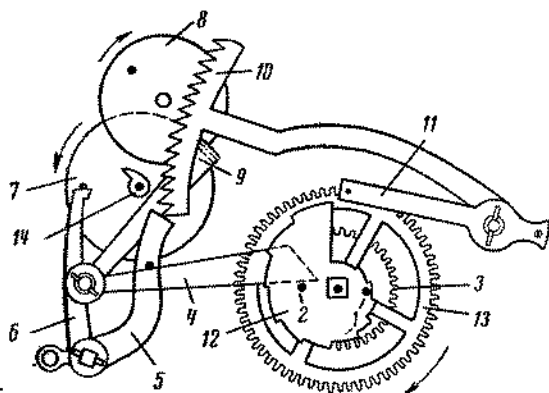


Рис. 99 Схема механизма боя с гребенкой

Механизм боя с гребенкой был создан значительно позже механизма со счетным колесом. Несмотря на некоторую внешнюю конструктивную сложность, эти механизмы вследствие своей надежности действия приобрели в настоящее время почти повсеместное применение. Принципиальная схема механизма боя с гребенкой и ступенчатым диском (улиткой) показана на рис. 99.

Этот механизм работает в двух режимах: в режиме неполного срабатывания (для боя получасов) и нормальном режиме (для боя часов). Рассмотрим работу механизма боя с гребенкой.

Штифты 1 и 2 минутного триба 3 установлены на разных расстояниях от центра вращения. Штифт 1, стоящий ближе к оси вращения, включает бой получасов; более удаленный штифт 2 — бой часов.

Когда штифт 1 подойдет к подъемнику 4 и несколько приподнимет его, то подъемник, воздействуя на штифт плеча 5 рычага запирающего, переместит это плечо на угол, достаточный для того, чтобы плечо 6 рычага запирающего освободило штифт стопорного колеса 7. Начавшееся вращение колес прекратится

вследствие того, что штифт второго стопорного колеса 8 ляжет на рычаг отпирания 9. Повестка боя завершилась.

При срыве подъемника 4 со штифта 1 минутного триба рычаг отпирания 9 освобождает второе стопорное колесо. Колеса приходят во вращение, но как только первое стопорное колесо завершит свой полный оборот, вновь останавливаются, так как штифт первого стопорного колеса ложится на плечо 6 опустившегося вместе с подъемником рычага запираания. Во время последнего поворота колес происходит один удар механизма боя, отбивающий получасы. Но механизм сработал неполностью, так как в работе участвовали не все детали.

При бое часов механизм работает следующим образом. Штифт 2 минутного триба поднимает подъемник 4 на большую высоту, чем штифт 1. В результате повестка боя сопровождается не только освобождением колеса 7 и последующим стопорением колеса 8, но и срывом гребенки 10 с торца плеча 5 рычага запираания, отклоненного в этой случае на значительно больший угол.

Падение гребенки 10 ограничивается рычагом 11, взаимодействующим с улиткой 12, установленной на часовом колесе 13. Улитка представляет собой спиральный кулачок с двенадцатью уступами. Падение рычага 11 на самый высокий уступ улитки сопровождается опусканием гребенки на величину одного шага ее зубьев. Падение рычага 11 на самый низкий уступ соответствует опусканию гребенки на величину двенадцати шагов зубьев.

При срыве подъемника со штифта 2 и освобождении колесной передачи механизм боя начинает отбивать удары. При падении подъемника рычаг запираания остается в поднятом положении, так как плечо 5 упирается в зубья опущенной гребенки. С каждым поворотом колеса 7 происходит один удар боя. В то же время однозубый кулачок 14, установленный на оси колеса 7, с каждым поворотом этого колеса поднимает гребенку на один зуб. Положения гребенки фиксируются острым концом плеча 5 рычага запираания, выполняющим по отношению к гребенке функцию собачки. Бой прекратится тогда, когда гребенка будет поднята в исходное положение и рычаг запираания, войдя под гребенку, остановит плечом 6 стопорное колесо 7. Поскольку число ударов боя и подъем гребенки взаимосвязаны через обороты колеса 7, то количество зубьев, на которое опускается гребенка в процессе повестки боя, определяет число ударов боя.

Механизму боя с гребенкой свойственны все те дефекты, которые были указаны для механизма со счетным колесом. Кроме того, рассматриваемый механизм имеет два специфических дефекта. Первый состоит в том, что получасы отбиваются вместе с часами. Это происходит в том случае, когда после

остановки колесного механизма молоток срывается со штифта штифтового колеса, нанося лишний удар. Вторым недостатком является в том, что после боя двенадцати часов механизм производит дополнительно один или два удара вследствие деформации рычага 11 и чрезмерного опускания гребенки.

При ремонте механизма боя следует помнить, что гнуть или опиливать какую-либо деталь механизма следует лишь в исключительном случае, предварительно убедившись, что данная деталь деформировалась или сработалась.

При сборке детали должны располагаться в положении, показанном на рисунке. В противном случае взаимодействие деталей будет нарушено. Улитка 12 должна устанавливаться таким образом, чтобы после падения подъемника 4 со штифтом минутного триба рычаг 11 беспрепятственно упал на двенадцатый выступ (самый низкий). В следующий час этот рычаг должен упасть точно посередине самого высокого (первого) уступа улитки. Для точной установки улитки часовое колесо выводят из зацепления с трибом вексельного колеса и переставляют в ту или другую сторону на один-два зубца.

Силу удара не всегда можно отрегулировать натяжением пружины молотка. Если пружина слишком сильна и бой часов излишне замедлен, то ослабление пружины может привести к ослаблению удара молотка и потере звучности боя. В этом случае необходимо оставить пружину молотка без изменения и слегка укоротить рычаг подъема молотка. Это регулировка оказывается более эффективной, если в механизме боя применено не штифтовое колесо, а звездочка. Тогда слегка (на 1—1,5 мм) укорачивают зубья звездочки. При необходимости рычаг подъема молотка может быть соответственно удлинен.

Рассмотрим некоторые особенности ремонта часов с боем на примере механизма настольных часов ЧБН отечественного производства. Часы балансовые настольные с боем выпускаются Орловским часовым заводом. Часы бьют каждые полчаса и час. Механизмы хода и боя расположены между двумя общими пластинами. Механизм боя (рис. 100, а) имеет собственный пружинный двигатель 1, движение от которого передается на систему колес боя через триб промежуточного колеса 2. Это колесо сопряжено с трибом распределительного (штифтового) колеса 3, на оси которого установлены две звездочки, предназначенные для подъема молотков 4. Бой часов в часах ЧБН происходит аккордом (в данном случае сдвоенным ударом, производимым сперва спаренными молотками, а затем одиночным молотком). На оси кулачкового колеса 5 установлен кулачок 6, штифт которого предназначен для подъема гребенки 7. Стопорное колесо 8 со штифтом 9 взаимодействует с рычагом отпирания 10 и рычагом запираания 11. Колесную передачу закрывает простой ветряк 12.

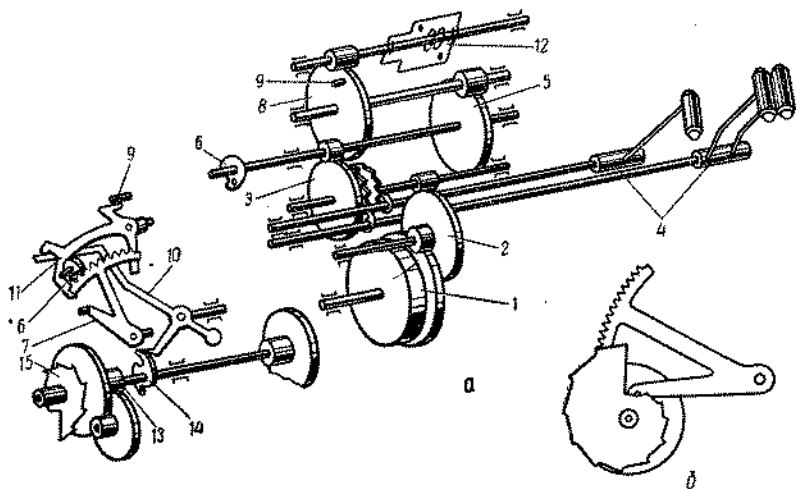


Рис. 100. Механизм боя часов ЧБН

При сборке механизма боя минутный триб 13 с жестко укрепленным на нем кулачком 14 устанавливают на ось центрального колеса в любом положении. Кулачок 14 имеет два выступа (короткий и длинный) для включения боя получасов и часов. После этого устанавливают вексельное и часовое колеса. С часовым колесом жестко сопряжена улитка 15. Часовое колесо ставят таким образом, чтобы штифт рычага гребенки (рис. 100, б) попадал на середину меньшего выступа вблизи его правого угла. В противном случае часы будут бить неправильно.

Неисправности боя в часах ЧБН могут быть следующего характера:

1) часы не бьют — коррозия рычага отпирания, штифт стопорного колеса не соскальзывает с рычага (необходимо снять коррозию и отполировать место взаимодействия рычага со штифтом); ослабла посадка рычага подъема на оси подъемника (необходимо стянуть отверстие во втулке рычага и запрессовать ось);

2) часы отбивают неправильное число ударов — деформирован штифт гребенки, падающий на улитку; велик осевой зазор для часового колеса (необходимо установить новый, более длинный, штифт, чтобы он не выходил из зацепления с улиткой и хвостовик гребенки не проваливался между улиткой и часовым колесом, проверить и исправить осевые зазоры центрального и часового колес); деформирован рычаг запирания (рычаг выпрямляют или заменяют новым);

3) часы бьют непрерывно — сломан один из штифтов стопорного колеса или кулачка, поднимающего гребенку (сломанный штифт заменяют новым).

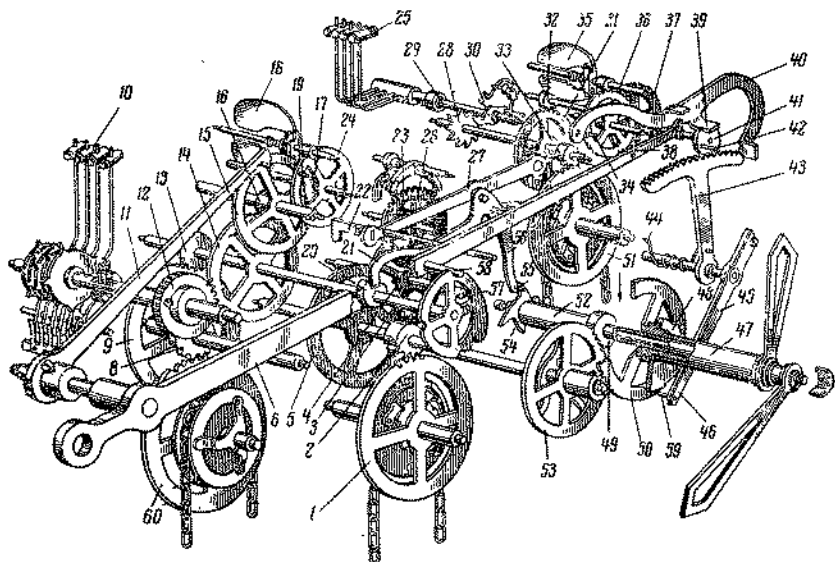


Рис. 101. Механизм часов с боем четвертей

Механизм боя с четвертями часа является одной из наиболее сложных конструкций. Полная схема механизма напольных часов отечественного производства, снабженного механизмом боя, показана на рис. 101.

Механизм напольных маятниковых часов с гиревым приводом содержит три самостоятельные кинематические цепи: механизм хода, занимающий среднее положение, механизм боя часов, расположенный справа, и механизм боя четвертей, расположенный слева от механизма хода. Эти механизмы размещены между двумя прямоугольными латунными платинами. Каждая кинематическая цепь имеет собственный гиревой привод.

В механизме хода вращение от колеса 1 двигателя передается на триб 2 дополнительного колеса 5. Колесо 5 ведет триб 4 промежуточного колеса 3, от которого вращение передается на триб 23 спускового колеса 26. Цапфы трех последних осей работают в камневых опорах. В часах применен анкер Грахама со стальными палетами. На оси дополнительного колеса 5 фрикционно установлено вексельное колесо 53, ведущее стрелочную передачу: минутный триб 49 и часовое колесо 50. На минутной оси 52 установлен кулачок 54 с четырьмя зубьями различной длины. Самый короткий зуб включает бой одной четверти, самый длинный — четырех четвертей.

С этим кулачком взаимодействует штифт 55 подъемника 56. Поворот подъемника сопровождается подъемом рычага четвертей 27, который, в свою очередь, поднимает большое плечо 6 ры-

чага запираания и жестко связанное с ним малое плечо 11, которое освобождает при этом штифт первого стопорного колеса 15. При этом колесо 60 гиревого привода механизма боя четвертей, взаимодействующее с трибом 8 дополнительного колеса 9, сообщает вращение трибу 13, установленному на оси счетного колеса 14, которое, в свою очередь, передает вращение трибу 16 первого стопорного колеса. Это колесо, сопряженное с трибом 17, приводит во вращение второе стопорное колесо 24 и регулятор-ветряк 18. Начавшееся вращение колес останавливается, так как штифт 19 колеса 24 падает на плечо 22 рычага четвертей 27.

При срыве подъемника 56 с кулачка 54 рычаг 27 падает, освобождая колеса механизма боя четвертей. При этом от колеса 14 вращение передается трибу 12, на оси которого установлены звездочки, приводящие в движение молоточки 10.

Каждая четверть отбивается аккордом в четыре удара. Каждому аккорду соответствует  $\frac{1}{10}$  оборота колеса 14. На оси этого колеса установлен счетный диск 57 с четырьмя выступами. Самый узкий выступ соответствует бою одной четверти; самый широкий — четырьмя четвертями. Со счетным диском взаимодействует штифт 58 большого плеча 6 рычага запираания. Пока длится бой, рычаг запираания удерживается счетным диском в поднятом положении. По окончании боя штифт 58 падает в паз счетного диска и плечо 11 рычага запираания останавливает бой, захватив штифт колеса 15.

На одной оси со счетным диском установлена шайба 20 с вырезом. В этот вырез падает конец 21 подъемника 56 по окончании боя трех четвертей. Такое положение подъемника необходимо для подготовки рычагов к включению боя четырех четвертей.

Взаимодействие рычагов в момент боя четвертой четверти аналогично подготовке к бою первых трех четвертей. Но в момент последних ударов четвертой четверти плечо 6 оказывается поднятым выступом счетного диска в наивысшее положение. Плечо 6, поднимаясь, своим концом упирается в выступ рычага фиксации 40 и поднимает этот рычаг. При этом выступ 39 рычага 40 выходит из выреза шайбы 41, установленной на оси первого стопорного колеса 37 механизма боя часов. Вращение колес прекращается, как только штифт 34 второго стопорного колеса 36 ляжет на выступ 38 плеча 6. Подъем рычага 40 сопровождается также освобождением гребенки 43, которая под воздействием пружины 44 падает вправо. Перемещение гребенки ограничено рычагом 45, на пружине 46 которого помещен штифт 59, взаимодействующий с выступами улитки 48 установленной на втулке 47 часового колеса 50.

Когда с последним ударом четвертой четверти штифт 58 упадет во впадину счетного диска, плечо 6 освободит колесо 36.

Вступит в действие механизм боя часов. Кинематическую цепь этого механизма составляют: колесо 51 гиревого привода, триб 33 и колесо 31, на оси которых установлена звездочка 28, взаимодействующая с рычагом 30 оси 29, несущей четыре молотка 25, которые наносят по звуковым пружинам одновременный удар, вызывая сильный низкий звук, резко отличающийся по тональности от ударов четвертого боя. Далее кинематическая цепь этого механизма образована трибом 32 и первым стопорным колесом 37, трибом (не виден) и вторым стопорным колесом 36, регулятором ветряком 35.

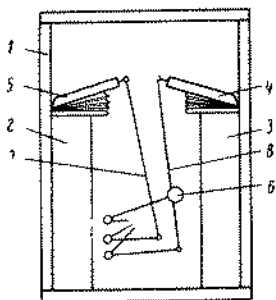


Рис. 102. Схема кукушки.

При вращении колес механизма боя часов гребенку поднимает штифт 42 шайбы 41. Полный подъем гребенки сопровождается падением рычага 40 и остановкой механизма.

Часовому мастеру, внимательно изучившему работу вышеописанного механизма боя четвертей, не представит особого труда понять работу любого механизма аналогичного назначения, выявить его дефекты, исправить детали, требующие ремонта, произвести правильную сборку и регулировку.

Таким образом, этот механизм представляет собой соединение механизмов боя двух типов: с гребенкой (для боя часов) и со счетным диском (для боя четвертей). Существуют разновидности механизмов боя, в которых и бой часов и бой четвертей осуществляется механизмами с гребенкой. В часах с боем четвертей можно встретить также еще одно небольшое усовершенствование: возможность смены мелодии. В тех часах, в которых бой четвертей производится не простым аккордом, а проигрыванием небольшой музыкальной фразы, для управления четырьмя-пятью молотками установлено два комплекта звездочек, приводящих в действие молотки. Смена мелодии обычно производится осевым смещением блока звездочек.

**Часы с кукушкой.** Особый тип боевых механизмов представляют часы с кукушкой. В этих часах механизм боя обычно отбивает часы и полчасы, однако каждый удар боя сопровождается последующим кукованием кукушки, появляющейся в окне над циферблатом.

Механизм кукушки весьма прост. В корпусе 1 (рис. 102) установлены два деревянных или пластмассовых свистка 2, 3, к верхним концам которых присоединены маленькие меха с тяжелыми крышками 4, 5, изготовленные из мягкой козловой кожи. Меха приводятся в действие поочередно при помощи проволочных рычагов 7, 8, взаимодействующих со звездочкой, уп-



равляющей одновременно и работой молотка *б*. При подъеме меха вбирают в себя воздух, при опускании меха сжимаются весом своих крышек и свистки издают звук, напоминающий кукование.

Фигурку птицы устанавливают на поворотном рычаге, приводимом в действие от рычага запираания механизма боя. С началом боя рычаг, несущий фигурку, поворачивается и выдвигает фигурку в окно, одновременно открывая дверцу. Один из мехов имеет проволочный рычаг, толкающий фигурку при каждом взмахе мехов, в результате чего фигурка производит поклоны. Клюв птицы раскрывается, а иногда и трепещут ее крылья при помощи системы простейших рычагов. Работу механизма регулируют, подгибая проволочные рычаги.

**Будильники.** Выпускаются преимущественно двух типов: крупногабаритные со штифтовым ходом и малогабаритные со свободным анкерным ходом. Все большее распространение в настоящее время получают малогабаритные будильники со свободным анкерным ходом благодаря более высокому качеству этих будильников и изящному оформлению. Малогабаритные будильники выпускают в виде настольных часов в корпусах круглой, квадратной и трапецидальной формы, а также в так называемом дорожном оформлении. Будильники в дорожном оформлении выполняют в металлических корпусах, шарнирно сопряженных с чехлом. В закрытом положении будильник имеет вид небольшого кошелька и может храниться в кармане, портфеле или чемодане. В рабочем положении створки чехла приоткрываются, корпус будильника приподнимается на шарнире из чехла и удерживается в этом положении замками створок. В таком виде будильник можно установить на столе. Некоторые типы таких будильников снабжены устройством, осуществляющим автоматический подзавод пружины при открывании створок чехла.

На рис. 103, *а* и *б* показан механизм крупногабаритного будильника. Устройство будильника столь просто, что не требует дополнительного описания. Рассмотрим более детально только специфический узел будильника — его сигнальное устройство (рис. 104).

Минутный триб *1* через вексельное колесо и вексельный триб *2* приводит во вращение не только часовое колесо *3*, но и второе колесо *4*, также совершающее один оборот за 12 часов и называемое сигнальным колесом. Сигнальное колесо установлено на валу *5* и несет втулку *6* с косым пазом. В конец оси *5* запрессован штифт *7*, скользящий по торцу втулки *6*. Ось закреплена в платине фрикционно. Фрикцион обеспечивается пружиной *8*, натяг которой регулируется гайкой *9*. Между торцом сигнального колеса *4* и платиной проходит плоская пружина *10*, стремящаяся отвести колесо от платины. Когда штифт *7*

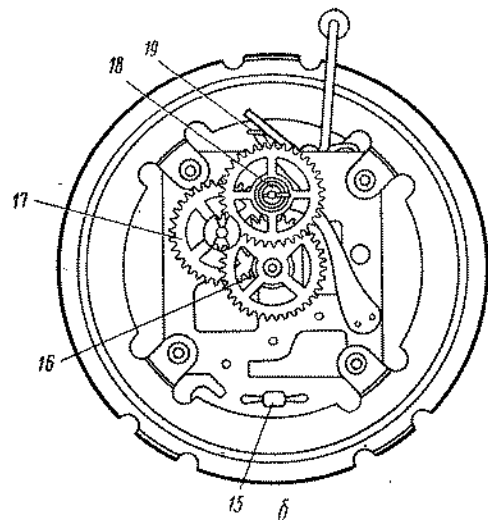
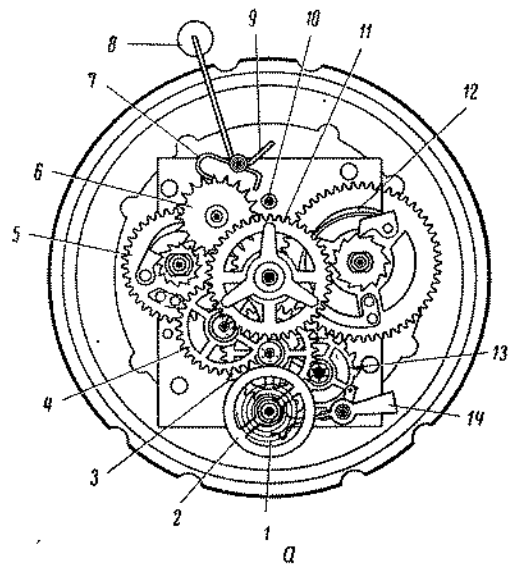


Рис. 103. Схема крупногабаритного будильника:

1 — спираль; 2 — баланс; 3 — секундное колесо; 4 — промежуточное колесо; 5 — колесо двигателя сигнала; 6 — сигнальное колесо; 7 — скобка; 8 — молоток; 9 — рычаг молотка; 10 — ось установки сигнала; 11 — центральное колесо; 12 — колесо двигателя; 13 — ходовое колесо; 14 — анкер; 15 — центральный винт; 16 — часовое колесо; 17 — вк-сельное колесо; 18 — колесо включения сигнала; 19 — запрягающая пружина

находится на торце втулки 6, колесо 4 опущено и пружина 10 удерживает хвостовик 11 молотка 12. Как только паз втулки приблизится к штифту 7, колесо 4 резко поднимется и распрямившаяся пружина 10 освободит хвостовик 11 молотка. На оси 13 молотка закреплен анкер 14, с которым взаимодействует звездочка 15, называемая сигнальным колесом. С трибом сигнального колеса сопряжено колесо 16 пружинного двигателя, свободно установленное на оси 17 и взаимодействующее с этой осью через храповое устройство 18.

Как только пружина 10 освободит молоток, прозвучит сигнал. Он продолжается до полного разворачивания пружины двигателя. Обычно будильники имеют кнопки для прерывания сигнала. Прерывание сигнала происходит либо путем захвата стержня молотка, либо стопорением сигнального колеса. В первом случае фиксацию снимают от руки; во втором случае сигнальное колесо освобождается автоматически при подзаводе пружины.

По мере хода часов штифт 7 смещается на наклонный срез паза и скользит по этому срезу, отжимая колесо 4 к платине. Колесо, опустившись, прижимает пружину 10 и стопорит молоток. Через 12 часов процесс включения сигнала повторяется.

Момент включения сигнала зависит от положения штифта 7. Установка сигнала производится поворотом сигнальной оси 5, на торце которой установлена сигнальная стрелка. В зависимости от расположения сигнальной стрелки на циферблате различают будильники: с боковой сигнальной стрелкой (вышеописанная схема) и с центральной сигнальной стрелкой, находящей применение преимущественно в малогабаритных будильниках. Центральная стрелка обладает значительным преимуществом, состоящим в большей точности установки времени сигнала.

Механизм будильников с центральной сигнальной стрелкой несколько отличается от вышеописанного. Схему такого механизма рассмотрим на примере будильника Б-84 отечественного

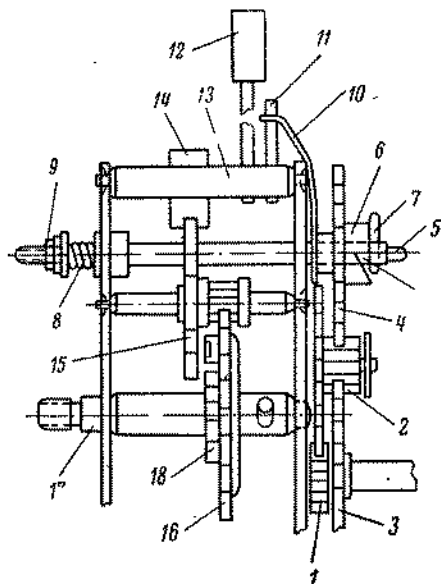


Рис. 104. Схема сигнального механизма

производства, имеющего еще одну особенность: прерывистый сигнал боя (рис. 105).

Резкий, продолжительный сигнал будильника неприятен, в будильниках с прерывистым сигналом бой повторяется через небольшие промежутки времени, снижая таким образом раздражающее воздействие сигнала. Бывают будильники, у которых сигнал выдается с последовательно нарастающей интенсивностью. Первоначально раздается несколько редких ударов, спустя 2—3 минуты звучит короткий тихий звонок, в заключение, через 4—5 минут, раздается полный, сильный сигнал.

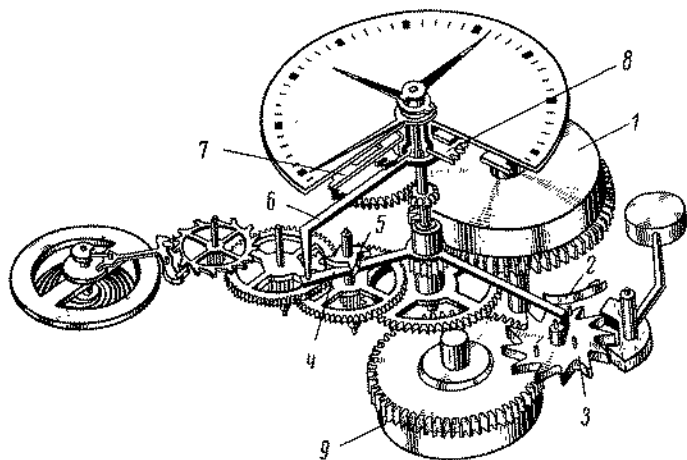


Рис. 105. Схема малогабаритного будильника

Барaban 1, в котором находится пружина хода, приводит в действие ангренаж будильника, сообщая импульсы балансу и перемещая стрелки. Сигнальное колесо 7, установленное на втулке часового колеса 8, имеет три асимметрично расположенных окна. Часовое колесо снабжено аналогичными выступами. Асимметрия окон и выступов обеспечивает однократное взаимодействие часового и сигнального колес, т. е. часовое колесо, лежащее на пружине запора боя 6, может лишь в одном определенном положении (когда выступы совпадут с окнами) подняться к сигнальному колесу, освобождая сигнал.

Пружина 6 удерживает рычаг 4, который взаимодействует с программным кулачком 5, установленным на оси промежуточного колеса ангренажа. Рычаг 4 под воздействием кулачка 5 поворачивается на оси, освобождая штифты сигнального колеса 3. Освобожденное колесо поворачивается на определенный угол. Короткий сигнал звучит в тот момент, когда рычаг 4 под воздействием пружины 2 отводится в крайнее положение и не взаимодействует с кулачком 5. Сигнальное устройство приво-

дится в действие от собственного пружинного двигателя 9. Существуют будильники, у которых действие механизма хода и сигнала обеспечивается одним пружинным двигателем. Будильники такого типа имеют устройство для автоматического прерывания сигнала, так как в противном случае включенный сигнал полностью распустит пружину завода.

В практике ремонта иногда встречаются весьма сложные механизмы с боем и репетицией, т. е. повторением боя по вызову. В настоящее время эти часы стали уникальными, но вследствие своего исключительно высокого качества до настоящего времени эксплуатируются их владельцами. Обычно эти часы называют «кадетным будильником», так как они предназначаются для эксплуатации в дороге и позволяют определять время по бою с точностью до минуты. Кадетный будильник обычно помещается в дополнительный прочный кожаный футляр, на крышке которого имеется кнопка репетиции (вызова боя). При нажатии кнопки будильник выдает серию сигналов, позволяющих определить время.

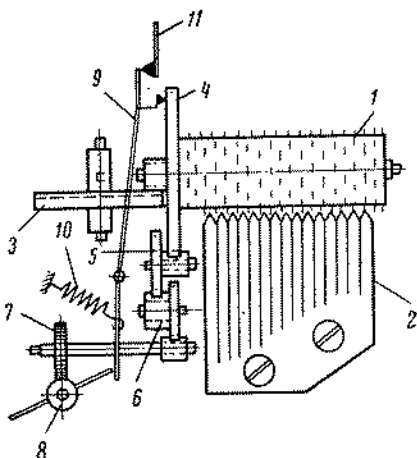


Рис. 106. Схема музыкального механизма

Кроме того, эти часы выдают обычный сигнал будильника в заранее установленное время и имеют постоянно действующий бой с четвертями. Конструкция механизма репетира будет подробно рассмотрена в разделе карманных и наручных механических часов, где он находит большее распространение.

Музыкальный механизм в последнее время стал применяться в будильниках, у которых сигнал выдается не звонком, а проигрыванием музыкальной пьесы.

Основу этого механизма (рис. 106) составляет штифтовый вал 1 и звуковая гребенка 2. Звуковая гребенка выполнена из термообработанной стали и имеет зубья различной длины. С нижней стороны зубьев имеются прямоугольные выступы, опиливая которые, каждый зуб гребенки настраивают на определенную ноту. Гребенка требует весьма осторожного обращения, так как ее зубья легко ломаются, а ремонтировать ее нельзя; в противном случае исказится проигрываемая мелодия.

Штифтовый вал представляет собой латунный цилиндр со стальными штифтами, расположение которых соответствует

требуемой последовательности звучания. Вал приводится во вращение от колеса 3 пружинного двигателя. Колесо 4 штифтового вала находится в зацеплении с колесной передачей, образованной двумя парами зацепления 5 и 6 и завершающейся миниатюрным червячным колесом 7, находящимся в зацеплении с червяком 8, на оси которого размещен ветряк.

Колесо 4 имеет отверстие, расположенное в точке, соответствующей окончанию проигрываемой мелодии. Крючок рычага 9, входя в это отверстие под воздействием пружины 10, стопорит ветряк. Музыкальный механизм включается рычагом 11, который под воздействием механизма сигнала выводит крючок рычага 9 из отверстия в колесе 4. По окончании мелодии крючок падает в отверстие колеса 4, останавливая механизм.

Ремонт музыкального механизма обычно не вызывает затруднений. К его специфическим недостаткам относятся: ослабление звучания, вызванное ослаблением крепления звуковой гребенки на пластине механизма; искажение мелодии, вызванное деформацией штифта на валу или деформацией (поломкой) зубца гребенки. Штифт следует исправить, гребенку заменить.

Контроль опор баланса — очень важная операция в ремонте будильников, так как качество его ремонта зависит не только от слаженности его хода, но и от состояния опор баланса. Существует весьма простой и эффективный способ контроля, состоящий в проверке числа свободных колебаний баланса. Для этого баланс со спиралью устанавливают в опорах (предварительно удалив из механизма анкер), отклоняют на  $180^\circ$  и отпускают. При хорошем состоянии опор баланс в нормальном положении будет совершать колебания примерно около 80—95 сек, а в вертикальном положении, когда ось баланса опирается на нижний центровой винт, — 160—170 сек. Показательным примером для определения слаженности всего механизма в целом может также служить испытание при полностью заведенной пружине. Когда механизм находится в нормальном положении, амплитуда колебания баланса должна находиться в пределах 200—270°. Превышение этой амплитуды может привести к пристуку; работа баланса на меньших амплитудах свидетельствует о некачественно выполненном ремонте.

**Шахматные часы.** Следует упомянуть о шахматных часах, сконструированных на базе двух механизмов будильников без сигнального устройства. В этих часах, предназначенных для контроля времени отдельных ходов при игре в шахматы, в одном корпусе устанавливают два механизма, сопряженные рычажным устройством с кнопками для их поочередного пуска и остановки. По своим техническим характеристикам шахматные часы не отличаются от крупногабаритных будильников и лишь незначительно выше их по точности. Шахматные часы первого класса

имеют суточный ход в пределах  $\pm 1$  мин; второго класса  $\pm 2$  мин.

В качестве дополнительных устройств в шахматных часах используют цифровые счетчики ходов. На задней стенке таких часов имеется кнопка сброса ходов и установки счетчика на любое число от 0 до 99. Счетчик ходов состоит из двух оцифрованных дисков, рычажной передачи, фиксатора и штока. Счетчик срабатывает при включении механизма часов. При нажатии на шток 6 (рис. 107) рычаги 5 и 4 поворачиваются по часовой стрелке. При этом собачка 3 смещает храповик 2 и связанный с ним оцифрованный диск 1 на один шаг. Сопряжение второго диска с первым осуществляется через триб. Триб связан с первым диском передачей с отношением 1:10. Таким образом, один полный оборот первого цифрового диска вызывает поворот триба на угол, необходимый для перестановки второго диска на один шаг.

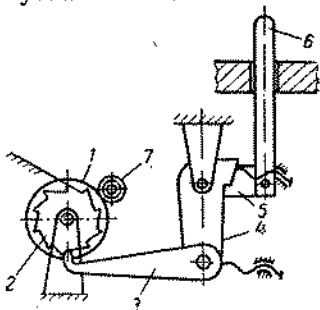


Рис. 107. Схема счетчика ходов шахматных часов

## КАРМАННЫЕ И НАРУЧНЫЕ ЧАСЫ

В предшествующих разделах был описан ремонт основных деталей карманных и наручных часов, а также характерные дефекты и способы устранения. В этом разделе будут рассмотрены основные характеристики часовых механизмов наиболее современных конструкций, а также указаны особенности ремонта ряда часов, имеющих некоторые конструктивные отличия от механизмов, выполненных по «классической» конструктивной схеме.

**Карманные часы.** Современные карманные часы имеют, как правило, круглую форму. Их калибр колеблется в пределах от 34 до 40 мм.

Калибром часов называют посадочный диаметр их механизма, т. е. тот диаметр, который является конструктивной базой для крепления («посадки») механизма в корпусное кольцо. В тех случаях, когда механизм часов имеет квадратную, прямоугольную или бочкообразную форму, пользуются условной характеристикой, называемой «приведенный калибр», который определяют расчетом. Приведенный калибр равен посадочному диаметру такого механизма круглой формы, площадь которого равна площади определяемого фигурного механизма. В отдельных случаях вместо приведенного калибра указывают площадь механизма, либо просто его размеры: длину и ширину.

Карманные часы отличаются высоким качеством и большой надежностью. Не допускается изготовление механизмов карманных часов менее, чем с 15 рубиновыми камнями.

Суточный ход карманных часов не должен превышать  $\pm 30$  сек. Как правило, карманные часы не имеют дополнительных устройств.

В нашей стране карманные часы выпускаются фактически только одного типа. Это часы «Молния» (98-ЧК).

Выпускаемые еще две модификации карманных часов («Ракета» 235-ЧН и «Ракета»-236) представляют собой механизмы наручных часов в карманных корпусах.

**Наручные часы.** Наручные часы отличаются значительно большим разнообразием конструктивных модификаций. Эти часы несколько условно подразделяют на две группы: часы нормального калибра (мужские), посадочный диаметр платины которых лежит в пределах от 21 до 30 мм и часы малого калибра (женские) с посадочным диаметром платины от 13 до 20 мм.

В часах нормального калибра преобладает центральная секундная стрелка; боковое расположение этой стрелки встречается относительно редко, поскольку такая секундная стрелка имеет больше декоративное, чем практическое значение. Без секундной стрелки часы нормального калибра почти не выпускаются. Незначительные размеры часов малого калибра сильно ограничивают возможности применения секундной шкалы. В этих часах секундная стрелка встречается редко.

В зависимости от точности хода наручные часы подразделяются на несколько классов.

Для часов нормального калибра установлены: I класс, средний суточный ход которого по абсолютному значению не должен превышать 30 сек; II класс — средний суточный ход 45 сек и прецизионный класс — часы повышенной точности с суточным ходом 20 сек.

Для часов малого калибра установлены: I класс, суточный ход которого по абсолютному значению не должен превышать 45 сек, и II класс — 60 сек.

Следует иметь в виду, что часы малого калибра вследствие своих малых размеров не позволяют применить некоторые конструктивные усовершенствования (например, бригеттированный волосок), сложны в сборке, регулировке и поэтому обладают значительно худшими точностными показателями. В часах малого калибра элемент украшения начинает преобладать над их практическим значением. Чем меньше калибр часов, тем меньше их значение как бытового прибора. Известные за рубежом конструкции калибра менее 10 мм в сущности представляют занятую безделушку.

Классы точности часов в некоторой мере взаимосвязаны с количеством камней, примененных в часах. Так, для часов повы-



шенной точности число камней должно быть не менее 19, для I класса — не менее 17, для II класса не менее 15. Часы малого калибра независимо от класса точности всегда имеют не менее 15 камней. Встречающиеся за рубежом часовые механизмы с числом камней более 20 практически не имеют преимуществ перед часами на 19 камнях.

В настоящее время часы нормального калибра выпускаются в многочисленных конструктивных модификациях, отличающихся друг от друга наличием используемых в них дополнительных устройств. В часах современных конструкций могут применяться следующие дополнительные устройства и их сочетания: противоударное устройство оси баланса, календарное устройство, автоподзавод, сигнальное устройство (будильник), антимагнитное экранирующее устройство, устройство для автоматической коррекции суточного хода. В часах устаревших конструкций встречаются: календарные устройства, механизмы боя с репетицией.

В часах малого калибра дополнительные устройства почти не применяются. В этих механизмах встречаются противоударные устройства и, почти как исключение, календарные механизмы и автоподзавод.

Рассмотрим несколько часовых механизмов *нормального калибра* на примере часов отечественного производства, отличающихся спецификой кинематической схемы, а также познакомимся с особенностями ремонта часов малого калибра.

В практике ремонта встречаются часы, своеобразие конструкции которых прежде всего заключается в относительно малой толщине механизма. Это так называемые плоские и особо плоские часы. Малая толщина механизма этих часов достигается в основном специфическим построением кинематики ангренажа и исключительно малыми осевыми зазорами, что создает при ремонте ряд весьма серьезных дополнительных трудностей.

Такими конструктивными особенностями обладают, например, часы «Мир»\*, принципиальная схема которых показана на рис. 108.

Часы «Мир» имеют центральную секундную стрелку, однако центральное колесо этого механизма смещено. Кроме того, механизм этих часов не имеет дополнительных мостов. Указанные конструктивные особенности позволили снизить высоту механизма до 3,2 мм. Калибр часов «Мир» равен 22 мм.

---

\* С 1965 г. для часов отечественного производства была установлена новая единая система наименований — по месту изготовления. Например, «Слава» для часов Второго московского часового завода, «Заря» — для Пензенского часового завода и т. д. Поскольку в ремонт поступают часы и более ранних выпусков, в тексте наряду с новыми приведены и старые наименования часов.

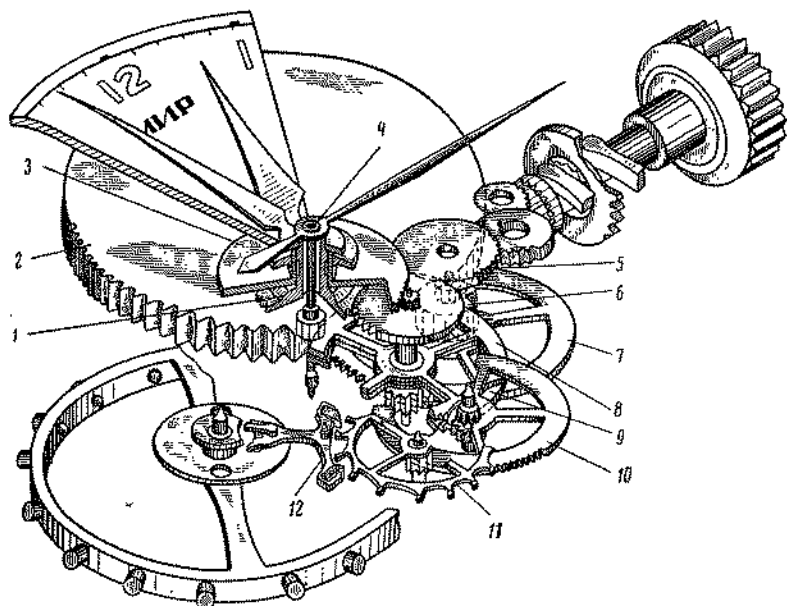


Рис. 108. Схема часов «Мир»

Движение от барабана 2 передается на триб добавочного колеса 7, которое выполняет функции центрального колеса. Колесо 7 находится в зацеплении с трибом промежуточного колеса. На оси промежуточного триба установлено два колеса. Первое промежуточное колесо 8 свободно вращается на оси триба, второе промежуточное колесо 9 жестко соединено с осью триба. Оба промежуточных колеса находятся в зацеплении с трибом центральной секундной стрелки 4. Кроме того, первое промежуточное колесо 8 сопряжено с трибом секундного колеса 10. Секундное колесо находится в зацеплении с трибом ходового колеса 11, которое в свою очередь взаимодействует с анкером 12, передающим импульсы на баланс.

Стрелочный механизм рассматриваемых часов также несколько своеобразен. На оси добавочного триба фрикционно установлен стрелочный триб 5, от которого движение передается на вексельное колесо 6. Вексельное колесо передает вращение на минутный триб 1 и на часовое колесо 3, сопряженное с трибом вексельного колеса.

В часах «Мир» применено «плавающее» вексельное колесо. Оно не имеет неподвижной оси и прижимается к стрелочному и минутному трибам специальной пружиной (не показана).

Приступать к разборке часов «Мир» следует, лишь предварительно изучив особенности этого механизма.

Вынув механизм из корпуса и установив на подставке, снимают секундную стрелку. Освободив винты крепления циферблата, его снимают вместе с минутной и часовой стрелками, часовым колесом и минутным трибом. Только после этого отделяют стрелки и извлекают минутный триб и часовое колесо. Затем от механизма отделяют вексельное колесо. Дальнейшая разборка не вызывает затруднений.

При проверке состояния деталей, а также их взаимодействия необходимо особое внимание обращать на следующие дефекты, характерные для этих часов:

а) деформация стойки минутного триба и перекося стрелок, возникающие вследствие резкого удара, разбившего стекло, или даже сильного нажима на стекло без его разрушения. Дефект устраняют выпрямлением стойки триба;

б) возникновение заусенцев на поверхности стойки вследствие трения по стойке минутного триба. Заусенцы удаляют полировкой;

в) нарушение работы стрелочного механизма вследствие ослабления посадки стрелочного триба на оси добавочного колеса. Необходимо исправить посадку, обеспечив необходимую фрикционность;

г) нарушение работы стрелочного механизма из-за заклинивания вексельного колеса между стрелочным и минутным трибами. Заклинивание вызвано избыточным натяжением пружины «плавающего» крепления вексельного колеса. Натяг пружины следует ослабить;

д) нарушение согласования часовой и минутной стрелок при их повороте в обратном направлении. Дефект вызван выходом вексельного колеса из зацепления с минутным трибом вследствие ослабления натяга пружины «плавающего» крепления. Натяг необходимо усилить;

е) прерывистое перемещение секундной стрелки в результате излишне тугий посадки первого промежуточного колеса на оси. Посадку колеса следует отрегулировать, обеспечив колесу необходимую свободу вращения.

Во остальном способы устранения всех прочих дефектов этого механизма не отличаются спецификой. Некоторую сложность представляет лишь крепление палет шеллаком при необходимости дополнительной регулировки их положения в пазах анкера. Вследствие незначительной высоты механизма даже незначительные излишки шеллака могут нарушить ход часов. Проклейку шеллаком нужно выполнять с предельной аккуратностью.

*Особенности сборки механизма часов «Мир».* После сборки ангренажа и закрепления вексельного колеса часовую и минутную стрелки надевают на часовое колесо и минутный триб вне механизма. Необходимость подобной операции вызвана опасностью прогиба весьма тонкой платины этих часов. На наковальню

или плоский пуансон устанавливают минутный триб и надевают на него часовое колесо и циферблат. Затем надевают часовую и минутную стрелки и согласовывают их показания, сводя их к цифре 12. Слегка покачивая, но не разъединяя стрелки, чтобы облегчить их вход в зацепление с вексельным колесом и его трибом, устанавливают циферблат на место и закрепляют его винтами. Правильность установки стрелок определяют наличием зацепления в колесной системе стрелочного механизма и по согласованному движению стрелок.

Рекомендации по ремонту плоских часов «Мир» справедливы и для часов, выпускающихся под маркой «Волна» и похожих по конструкции на рассмотренные часы.

Высоту механизма в зарубежных конструкциях плоских часов снижают в основном за счет уменьшения высоты платины, мостов, барабана, колес и других деталей, а в некоторых случаях и путем устранения центральной секундной стрелки. Кинематическая схема этих часов в большинстве случаев «классическая». Такие часы выпускают швейцарские фирмы «Сима», «Патек Филипп», «Вашерон Константин». Ремонт и особенно сборка механизма при таком конструктивном решении весьма затруднены из-за малых высотных зазоров между деталями.

Высоту механизма в особоплоских часах «Вымпел», высота которых составляет 2,9 мм при калибре 22 мм, снижают иным путем — применяя механизм, построенный по принципиально новой кинематической схеме, и используя детали, форма которых не повторяет традиционные.

В часах «Вымпел» движение от барабана 1 передается на центральный триб 16 (рис. 109, а). Этот триб приводит во вращение промежуточное колесо 14, ведущее триб 13 второго промежуточного колеса 12. Колесо 12 передает движение на триб 5 третьего промежуточного колеса 4, находящегося в зацеплении с центральным секундным трибом 3. Триб 3 взаимодействует с четвертым промежуточным колесом 6, расположенным на оси промежуточного триба 5, но свободно вращающемся на нем. С этого колеса усилие передается на боковой секундный триб 7, секундное колесо 8 и триб ходового колеса 9, взаимодействующего с анкером 11. Анкер, как обычно, сообщает импульсы балансу 10. Таким образом, центральное, промежуточное и секундное колеса отведены в сторону от барабана и размещены на одном с ним уровне. Вексельное колесо 17 также отведено от барабана при помощи двух плоских переводных колес 18. Над барабаном и под ним расположены только барабанное 2 и часовое 15 колеса.

Часы «Вымпел» известны в двух модификациях: без противоударного устройства и с амортизацией оси баланса. «Этажность» в узле баланса в простом механизме (первая модификация) уменьшена только за счет отвода от баланса центрального

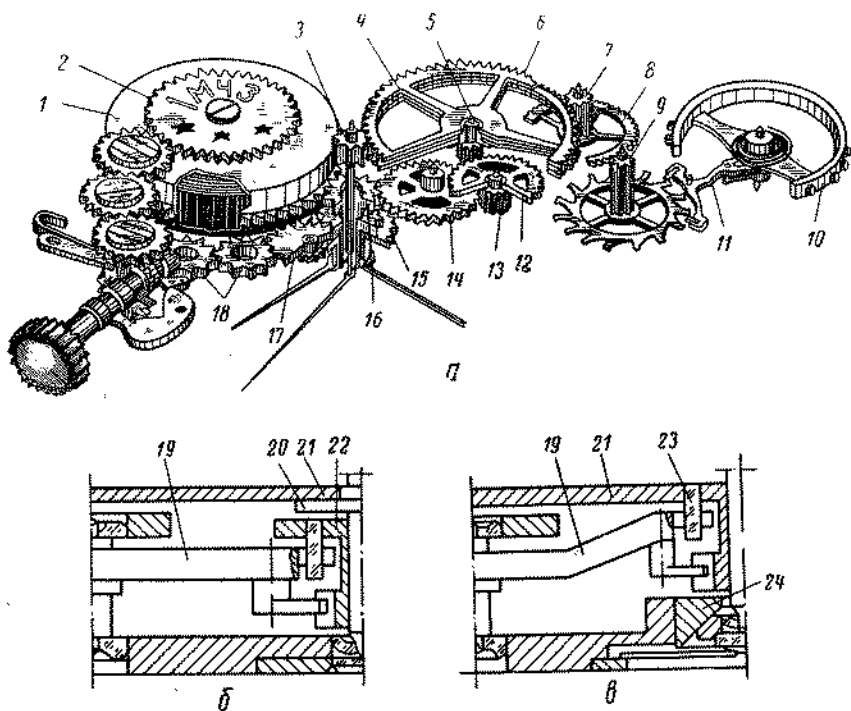


Рис. 109. Схема часов «Вымпел»

и секундного колес. Во втором случае, когда баланс установлен на противоударных опорах, «этажность» снижена также путем исключения импульсной части двойного ролика 22 (рис. 109, б) и уступа оси баланса 20. Эллипс 23 (рис. 109, в) запрессован непосредственно в перекладину баланса 21. Хвостовик анкера 19 приподнят. Такое конструктивное решение обеспечило возможность сохранить зазоры в местах сопряжения деталей спуска в пределах, свойственных механизмам обычной толщины при одновременном использовании противоударного устройства 24 оси баланса.

Некоторым своеобразием конструктивного решения отличаются и другие детали часов «Вымпел». Например, градусник этих часов закреплен в специальной выточке моста баланса, пружина переводного рычага расположена с мостовой стороны платины, а пружина противоударного устройства закреплена не в бушоне, а непосредственно в кольцевой проточке моста баланса. Для уменьшения толщины механизма введены также следующие конструктивные новшества: пружина собачки крепится в барабанном мосту при помощи отогнутого конца, спираль плоская, заводной рычаг имеет на рабочем конце

фрезеровку под кулачковую муфту, камневые опоры, — специальные с камнями, высота которых не превышает 0,2 мм.

Над подциферблатной плоскостью платины нет выступающих частей (кроме центральной оси и втулки часового колеса, проходящих сквозь циферблат для крепления стрелок). Головки мостовых винтов слегка (до 0,1 мм) выступают над поверхностью мостов. Последнее предусмотрено специально с целью предупреждения деформации мостов в случае давления на них со стороны крышки корпуса.

Корпус часов «Вымпел» имеет врезанную в корпусное кольцо крышку и заниженную высоту борта по наружному диаметру. Циферблат часов снабжен не накладными, а углубленными знаками. Это также является одним из факторов снижения толщины механизма.

Специфичность конструкции этих часов создает все же некоторые трудности при их сборке и регулировке, которые производят в обычной последовательности. Следует иметь в виду, что в часах «Вымпел» применена заводная пружина из нержавеющей стали, отличающаяся высокой живучестью, но исключаящую при ремонте термическую обработку.

Последним достижением в области создания отечественных образцов особо плоских часов являются часы «Полет-2200», высота которых составляет всего 1,85 мм при калибре 22 мм. По сравнению с аналогичными моделями зарубежного производства часы «Полет» обладают рядом конструктивных преимуществ. Например, в особо плоских часах швейцарской фирмы «Вашерон Константин» применен так называемый подвесной барабан (рис. 110, а). Такой барабан имеет одностороннюю опору, закрепляемую в барабанном мосту. Платина имеет под барабаном сквозную проточку. Хотя такая конструкция позволяет применить в особо плоских часах сравнительно широкую заводную пружину и обеспечить таким образом достаточно высокий ее крутящий момент, возникающие перекосы оси барабана приводят к непроизводительным потерям энергии пружины.

В часах «Полет» применен обычный пружинный двигатель с барабаном на двух опорах (рис. 110, б). Подобное крепление барабана обеспечивает часам «Полет» значительные преимущества. Например, в уже упоминавшихся часах фирмы «Вашерон Константин» и в часах «Полет» применены заводные пружины одинакового сечения (ширина 0,5 мм, толщина 0,11 мм, длина 245 мм). Тем не менее амплитуда колебания баланса в часах «Полет» значительно больше, хотя моменты инерции балансов сравниваемых конструкций равны; продолжительность же хода от одной заводки пружины для часов «Вашерон Константин» составляет 32 часа, а для часов «Полет» 38 часов.

В часах «Полет» применен безвинтовой баланс с тройной перекладной. Подобная конструкция баланса обладает

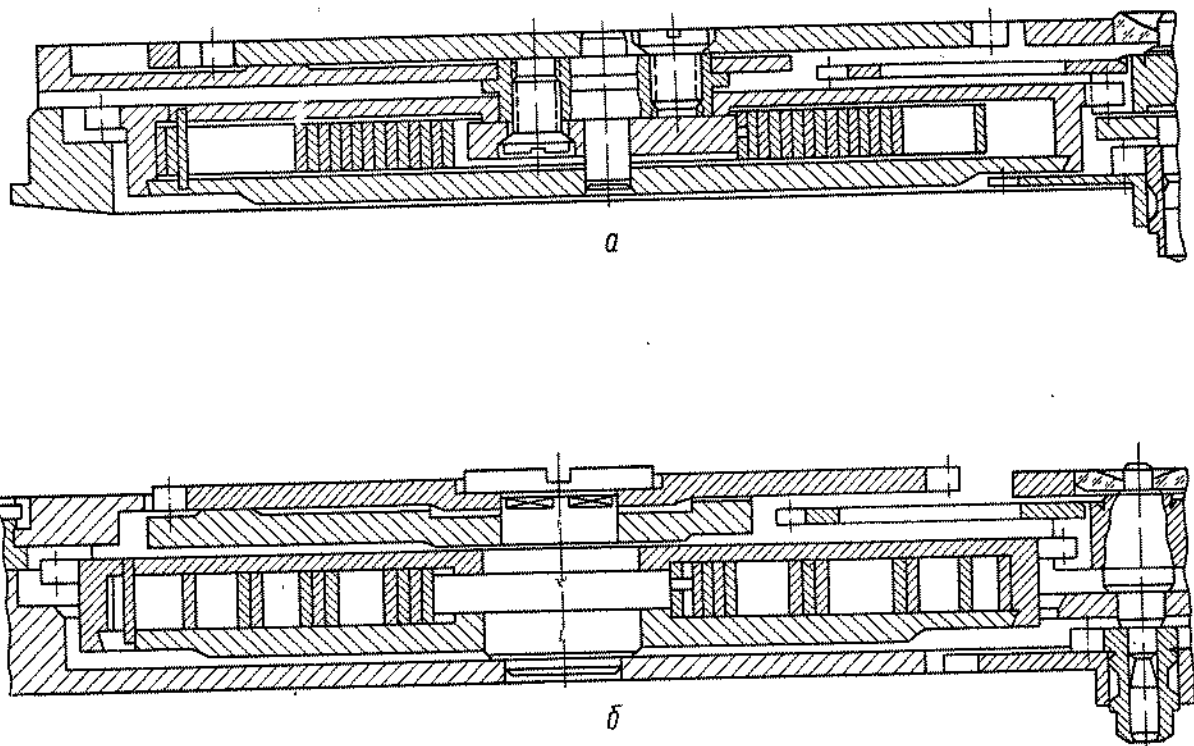
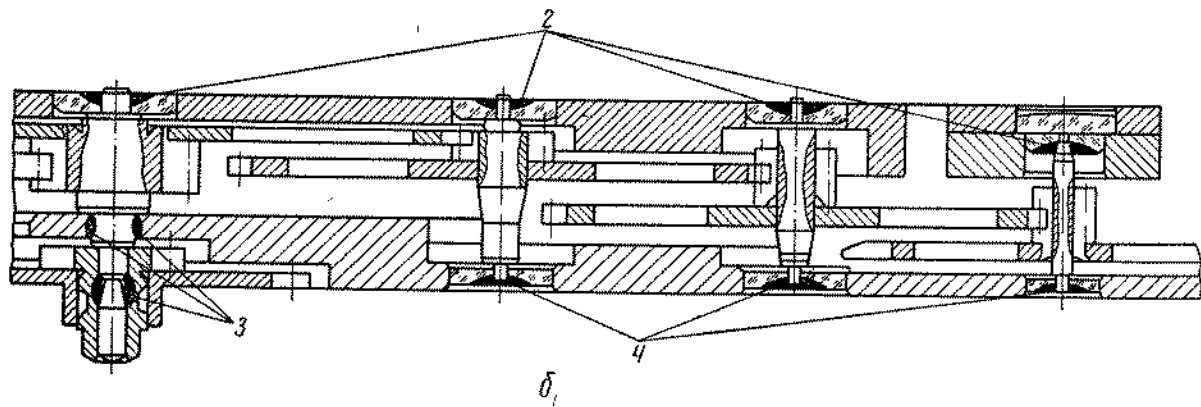
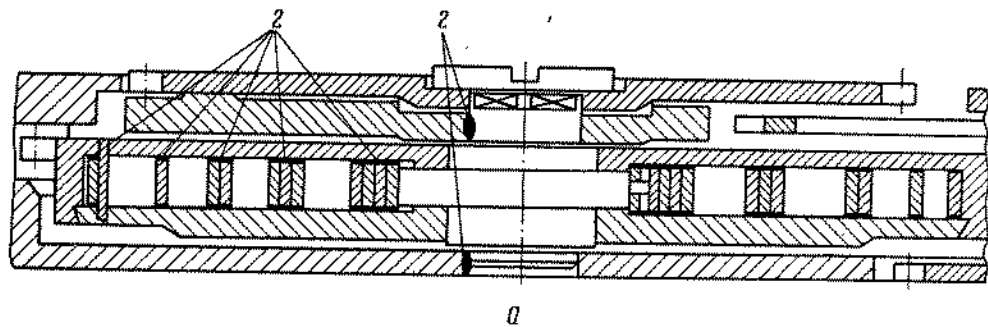


Рис. 110 Схемы крепления барабана в плоских часах





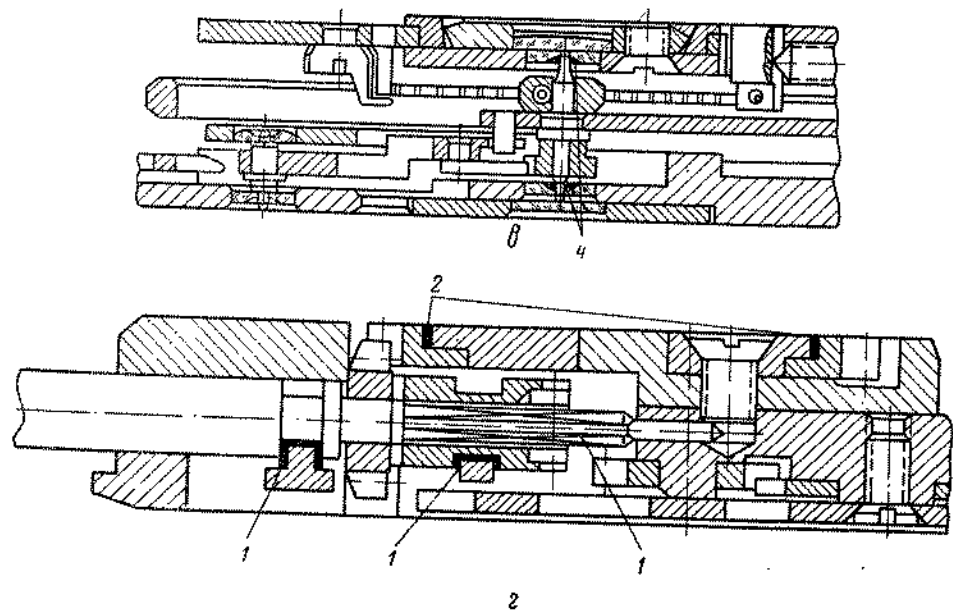


Рис III. Смазка деталей маслом:  
 1 — маслом РС-1; 2 — маслом МЦ-3; 3 — маслом МЭП-6, 4 — маслом МБП-12

повышенной жесткостью и позволяет легко устранять плоскостное биение. Спираль — плоская. В часах применено еще одно конструктивное новшество — подвижная колонка спирали, которая закреплена не непосредственно в балансовом мосту, а на поворотной обойме, ось вращения которой совпадает с осью вращения градусника.

Ремонт особо плоских часов «Полет» прежде всего сопряжен с трудностью сборки этого механизма из-за чрезвычайно маленьких вертикальных зазоров между деталями. Например, зазор между центральным и барабанным колесами составляет всего около 0,12 мм, а между барабаном и часовым колесом только 0,08 мм. Зазор между колесами ангренажа не превышает в среднем 0,1 мм. Поэтому при осмотре деталей часов «Полет», поступивших в ремонт, особое внимание надо уделять проверке всех колес на плоскостное биение. Даже незначительное биение барабана, центрального, промежуточного или секундного колес совершенно недопустимо и требует устранения.

Неменьшего внимания требует сборка и регулировка деталей спуска и балансового регулятора. Зазоры между деталями здесь также чрезвычайно малы. Например, зазор между перекладками баланса и запором замка спирали не превышает 0,02 мм. Соблюдение осевых и радиальных зазоров оси баланса приобретает особую важность, так как малейшее отклонение от допустимой величины вызывает нарушение работы анкера или задевание балансом окружающих его деталей. Радиальный зазор цапф оси баланса должен находиться в пределах от 0,005 до 0,015 мм; осевой зазор составляет минимально 0,015 и максимально 0,03 мм.

Для часов «Полет» большое значение имеет правильное применение и точная дозировка масел. На рис. III показаны основные точки смазки и тип применяемых часовых масел: пружинного двигателя (схема а), ангренажа (схема б), узла баланса (схема в) и механизма завода и перевода стрелок (схема г).

Масло РС-1 рекомендуется применять для смазки цапф заводного вала, мест соприкосновения заводного рычага с переводным рычагом и фиксатора со штифтом переводного рычага; проточки заводной муфты под заводной рычаг, проточки заводного вала под штифт переводного рычага, квадрата заводного вала.

Масло МЦ-3 следует применять для смазки цапф вала барабана, заводной пружины, расточки под накладку заводного колеса.

Масло МЗП-6 следует применять для смазки места посадки минутного триба и нижней цапфы центрального триба.

Маслом МБП-12 следует смазывать верхнюю цапфу центрального триба, верхние и нижние цапфы трибов ангренажа,

цапфы оси баланса и импульсные плоскости паллет. Цапфы оси анкера в этих часах смазывать не рекомендуется.

Со спецификой ремонта часов малого калибра познакомимся на примере женских наручных часов «Мечта». Эти часы имеют центральную секундную стрелку, 15 рубиновых камней и противоударное устройство. Калибр часов  $13,5 \times 16$  мм, высота механизма  $3,75$  мм. Спуск часов свободный анкерный. Период колебания баланса  $0,4$  сек.

Применение центральной секундной стрелки не отразилось на высоте механизма (в сторону его увеличения), так как «этажность» механизма снижена введением в схему ангренажа двух добавочных колес (рис. 112). Барабан 1 пружинного двигателя находится в зацеплении с трибом первого добавочного колеса 2, которое передает движение на триб промежуточного колеса 3. Промежуточное колесо находится в зацеплении с трибом центрального секундного колеса 4, которое передает движение на триб ходового колеса 5. Последнее обычным путем перемещает анкер, сообщая импульсы балансу. Триб промежуточного колеса 3 сопряжен со стрелочным механизмом и находится в зацеплении со вторым добавочным коле-

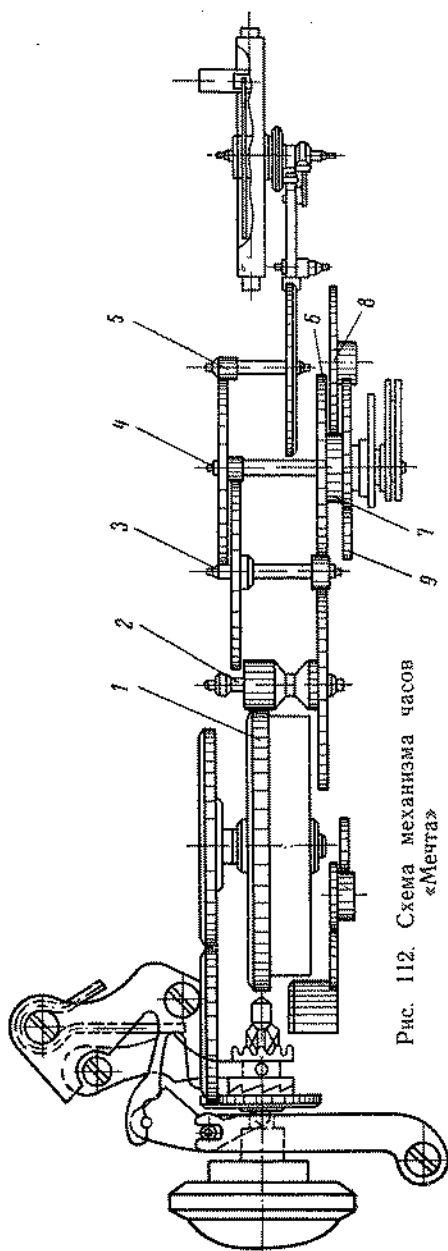


Рис. 112. Схема механизма часов «Мечта»

сом 6, сопряженным фрикционно с минутным трибом 7, который, в свою очередь, через вексельное колесо 8 ведет часовое колесо 9.

Разборка часов «Мечта» при их ремонте в целом не вызывает затруднений. Однако ангренаж следует разбирать в строго определенном порядке, начиная с отделения от механизма барабана. Первое добавочное колесо, освобожденное от зацепления с барабаном, может быть удалено из механизма только после того, как будут сняты все остальные колеса ангренажа, поскольку оно находится в самой глубокой расточке платины и перекрывается остальными колесами. При разборке ангренажа следует обращать особое внимание на состояние зубьев колес. Зубья колес в часах «Мечта» весьма мелки, легко повреждаются и подвержены засорению. В процессе ремонта необходимо тщательно прочистить все зубья и удалить все имеющиеся заусенцы, так как последние могут в дальнейшем явиться причиной заклинивания ангренажа и остановки часов.

*Дефекты малогабаритных наручных часов и способы их устранения:* вследствие незначительных зазоров между деталями механизма секундное колесо может соприкоснуться с барабанным мостом, что приводит к остановке часов. Указанный недостаток может быть исправлен двумя способами. При незначительном трении колеса о мост можно слегка обработать шабером мост в точке соприкосновения. Если же трение значительно, то мост следует осторожно отогнуть вверх. Подкладывать под мост дополнительные прокладки не рекомендуется, так как это может нарушить зацепление между заводными трибом и колесом вследствие увеличения межцентрового расстояния.

Центральная секундная ось проходит через тонкую длинную втулку, являющуюся осью вращения минутного триба. Даже незначительная деформация втулки влечет нарушение работы механизма. При ремонте необходимо тщательно проверять положение центральной втулки и в обязательном порядке исправлять все ее дефекты.

Часам «Мечта» свойствен также сильный износ отверстия в платине под цапфу промежуточного колеса, способный даже привести к нарушению зацепления. Отверстие как обычно исправляют футерованием, однако эта операция в данном случае представляет некоторую трудность, так как ремонтируемое отверстие расположено вблизи от края расточки платины.

Необходимо обращать внимание на соблюдение осевых зазоров во всей колесной передаче. Особого внимания заслуживает минутный триб, ослабление посадки которого на центральной втулке может привести к заклиниванию передачи от триба промежуточного колеса на второе дополнительное колесо.

В часах «Мечта», выпущенных первыми сериями, несколько затруднена установка шатонов противоударного устройства

из-за недостаточной глубины фиксирующей расточки. Шатон при недостаточно аккуратной установке смещается, нарушая соосность отверстий платины и моста. Если шатон в проточке удерживается слабо, необходимо усилить натяг пружинок, фиксирующих шатон. В часах последних выпусков расточка углублена и этот дефект механизма устранен.

Витки плоской спирали, примененной в часах «Мечта», могут при случайном резком ударе заскочить за замок градусника. Спираль этих часов не обладает большой упругостью и имеет относительно большой диаметр. Поэтому в отдельных случаях наружный виток спирали может заскочить даже за выступ градусника. Заскочившие витки следует осторожно снять и исправить спираль, если последняя подверглась деформации.

Сборку часов «Мечта» осуществляют в последовательности, противоположной разборке. При соблюдении указанного порядка установки колес ангренажа сборка не должна вызвать затруднений. Следует помнить, что одним из условий качественной работы часов малого калибра является правильное выполнение смазки механизма этих часов. Для смазки этих часов применяют обычно масла трех типов: РС-1, МЧМ-5 и МБП-12. Например, в часах «Мечта» маслом РС-1 (маслодозировка МД-2) смазывают: заводной вал, кулачковую муфту, переводной и заводной рычаги, нанося на каждую деталь не более одной капли масла.

Маслом МЧМ-5 смазывают заводную пружину (маслодозировкой МД-4), вал барабана в отверстиях барабана и платины, заводное колесо (маслодозировкой МД-3), минутный триб, верхние и нижние цапфы добавочного, промежуточного секундного и анкерного колес (маслодозировкой МД-2), цапфы анкера (маслодозировкой МД-0), наконечник палеты и опоры баланса (маслодозировкой МД-1). Во все указанные точки смазки подают не более одной капли масла. Заводную пружину смазывают двумя каплями масла, равномерно распределяя их по всей поверхности пружины. Вместо масла МЧМ-5 для смазки цапф анкера, палет и опор баланса можно применять масло МБП-12.

## СЛОЖНЫЕ ЧАСЫ

Сложными часами обычно называют часы, снабженные различными дополнительными устройствами. Эти дополнительные устройства иногда органически сливаются с основным механизмом часов, как например, уже описанные противоударные устройства оси баланса, чаще же являются надстройкой на основном механизме, связанной с ним лишь несколькими деталями, согласующими работу дополнительного устройства с показаниями часов.

**Календарное устройство** (рис. 113). Содержит оцифрованный диск 1 с внутренним зубчатым венцом, имеющим 31 треугольный

или трапецидальный зуб. С часовым колесом сопряжено сучное колесо 2, совершающее один оборот в сутки и снабженное ведущим пальцем 3, который раз в сутки входит в зацепление с зубьями диска 1, перемещая его на одно деление. Положения диска фиксируют пружинкой 4. Наибольшее распространение календарные устройства получили в мужских наручных часах.

Полуавтоматические календари осуществляют механическую смену дат только в пределах от 1-го до 30-го числа каждого месяца. Даты в пределах 31-го и 1-го чисел меняют вручную.

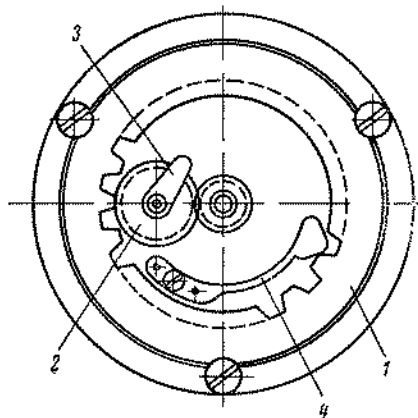


Рис 113. Схема календарного устройства

Автоматические календари в большинстве случаев осуществляют механическую смену дат в течение всего года, исключая период времени от 28 февраля до 1 марта. Автоматические календари, называемые «вечными», производят механическую смену дат весь год, включая необходимую коррекцию високосного года—28 и 29 февраля.

Простые календари обычно показывают какую-либо одну календарную дату: либо число месяца, либо день

недели. Реже простые календари показывают одновременно и число и день недели.

Сложные календари показывают число месяца, день недели, наименование месяца, реже фазы Луны.

Календарями медленного действия называются такие, у которых смена дат, происходящая обычно около 24 часов, длится в течение 1,5—3 часов; ускоренного действия—с продолжительностью смены дат в пределах 20—30 мин; мгновенного действия—со сменой дат скачком.

В настоящее время наиболее распространены календари с цифровым показанием. В этих календарях цифры дат видны сквозь миниатюрное окошко в циферблате. Иногда для облегчения чтения показаний календаря в стекло часов над окном циферблата вмонтирована миниатюрная линза. Реже (например, в часах швейцарской фирмы «Эрнест Борель») линза бывает вмонтирована непосредственно в окно циферблата. Несколько реже часы бывают снабжены дополнительной центральной стрелкой, показывающей числа месяца и дни недели по шкалам, нанесенным на циферблате. В сложных календарных

устройствах довольно часто имеются оба вида показывающих устройств.

В календарях упрощенных типов корректировку показаний осуществляют многократным нажатием кнопки, установленной рядом с заводной головкой.

В календарях усовершенствованных типов корректировка показаний осуществляется непосредственно от заводной головки.

В большинстве конструкций движение на передающей механизм календарного устройства передается от дополнительного триба, устанавливаемого на трубке часового колеса. Передающий механизм состоит из двух-трех зубчатых пар, передаточное отношение которых равно  $1/62$ . Примером такого устройства могут служить часы «Чайка» Чистопольского часового завода (рис. 114, а). В этих часах передающий механизм состоит из триба 1, установленного на часовом колесе, суточного или календарного колеса 2, снабженного выступом, взаимодействующим с зубьями календарного диска 3. Фиксация положений календарного диска осуществляется плавающим кулачком 4 с пружиной 5.

Календарь подобного типа является устройством с медленной сменой показаний, которая длится в пределах двух часов. На продолжительность смены показаний оказывает влияние форма зуба календарного диска и скорость вращения суточного колеса.

Значительно лучшим вариантом календарного устройства (по скорости смены показаний) можно считать *конструкцию с календарным диском, имеющим зубья треугольной формы*, перестановка которого осуществляется под воздействием пружинящего элемента конструкции. Например, по такой кинематической схеме выполнено календарное устройство в часах швейцарской фирмы «Зенит» (рис. 114, б). Перевод календарного диска в этой конструкции осуществляется с помощью двух собачек, установленных на суточном колесе 7. Собачка 8 несет плоскую пружинку 9, которая взаимодействует с острыми треугольными зубьями календарного диска 10. Календарный диск в этой конструкции передвигается в результате толчка пружины 6. Фиксация положений диска осуществляется фигурным рычагом 12, прижимаемым к зубьям диска пружиной 11. Наклонная плоскость на торце фиксирующего рычага, взаимодействуя в момент переброса диска с вершинной его зуба, создает дополнительный импульс, ускоряющий перемещение диска в конце момента смены дат. Описанная конструкция относится к механизмам ускоренного типа, и смена дат происходит в ней примерно в течение 30 мин.

Интересная конструкция календаря ускоренного действия разработана японской фирмой «Сейко» (рис. 114, в). Привод

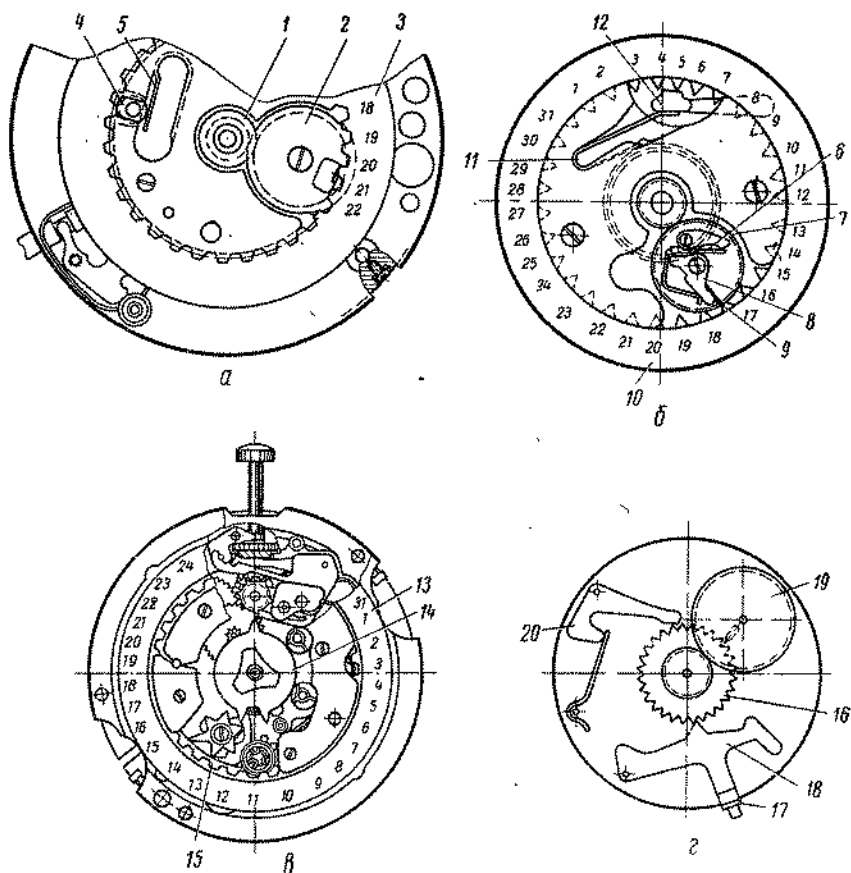


Рис. 114. Наручные часы с календарем

календарного механизма в этих часах осуществляется трехзубым кулачком 14, установленным на часовом колесе. Зубья диска попеременно приходят во взаимодействие с шестизубым трибом 15, один из зубьев которого удлиннен и осуществляет перестановку календарного диска 13.

Наибольший интерес в этой конструкции представляет механизм корректировки. В простых календарных устройствах (рис. 114, г) показания корректируют дополнительной кнопкой. Например, когда показания календаря осуществляются при помощи дополнительной центральной стрелки, установленной на звездочке 16, приводимой во вращение суточным колесом 19 и фиксируемой собачкой 20, корректировать показания можно кнопкой 17, оказывающей давление на рычаг 18 корректора. У значительной части часов корректировку показаний кален-



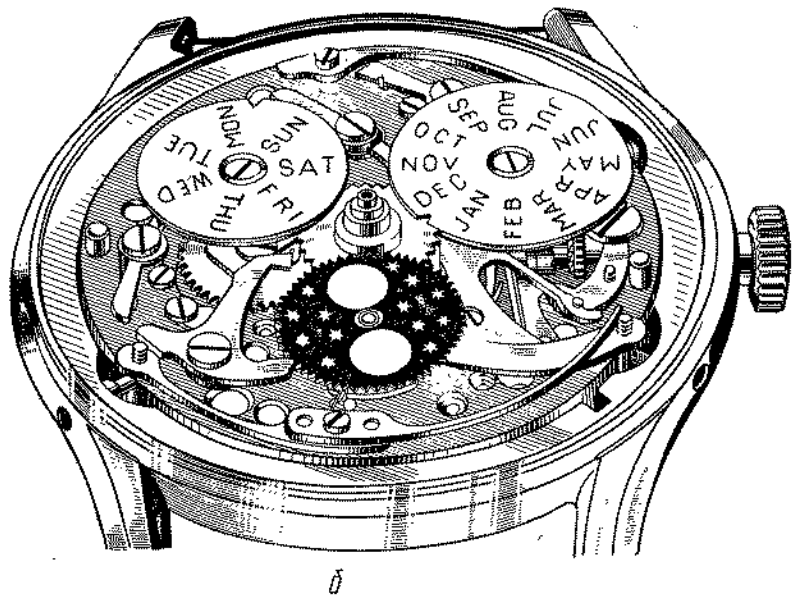
даря осуществляют заводной головкой одновременно с переводом стрелок. Вполне очевидно, что корректировка календаря в этих случаях — процесс длительный и неудобный, поскольку смена даты происходит раз в 24 часа. В часах фирмы «Сейко» применена система с дополнительным третьим положением заводной головки. В первом, основном положении заводная головка осуществляет заводку пружины; при вытягивании во второе, среднее положение — перевод стрелок. При вытягивании головки в верхнее, третье положение переводной рычаг входит своим штифтом во вторую канавку пружинки фиксатора. Опустившийся при этом заводной рычаг перемещает вверх качающийся рычаг, несущий звездочку. Звездочка входит в зацепление с календарным диском и при вращении заводной головки осуществляет ускоренный перевод календаря.

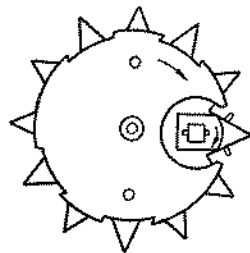
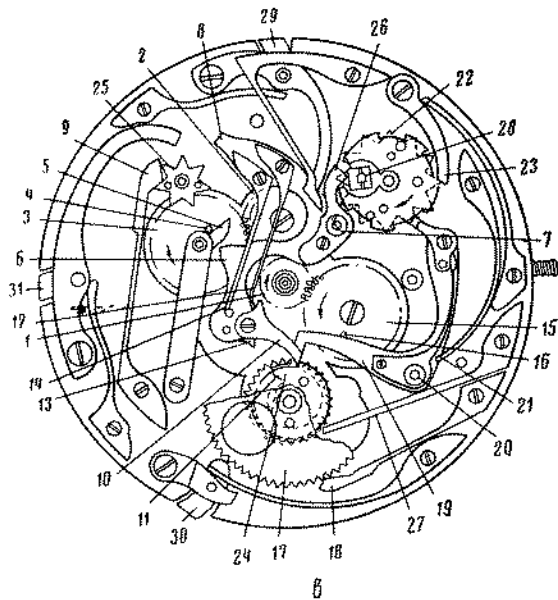
Известны конструкции часов с ограниченной корректировкой календаря, в которых перестановку даты можно осуществить только в 24 часа вперед на одно число.

Конструкцию вечного календаря рассмотрим на примере часов швейцарской фирмы «Патек Филипп» (рис. 115, а). В этих часах число месяца показывает боковая стрелка по шкале, окружающей окно указателя фаз луны. В двух прямоугольных окнах циферблата видны наименования месяца и дня недели. В часах «Патек Филипп» механизм календаря размещен на отдельной платине под циферблатом. Вследствие большого числа разнообразных календарных показателей в этих часах практически невозможно использовать для коррекции заводную головку. Каждый календарный показатель имеет самостоятельную корректирующую кнопку, выведенную сквозь корпусное кольцо. На рис. 115, б видны календарные диски месяцев, дней недели и фаз луны, а также две коррекционные кнопки, расположенные у основания ушков корпусного кольца.

На часовом колесе установлен триб 1 (рис. 115, в), находящийся в зацеплении с промежуточным колесом 2, сцепленным с суточным колесом 3, на котором установлен штифт 4. При вращении суточного колеса штифт 4 захватывает палец 5 и перемещает его. Палец 5 взаимодействует с рычагом 6, установленным на оси 7. При повороте рычага 6 его верхний конец 8 перемещает звездочку 25 на один зуб. Звездочка имеет 7 зубьев, ее полный оборот происходит, таким образом, за семь суток. На оси звездочки установлен диск дней недели. Положения звездочки фиксируют пружиной 9.

На рычаге 6 установлена собачка 10. Рабочий конец собачки лежит на образующей поверхности кулачка, установленного на звездочке 11, имеющей 31 зуб. Собачка прижимается к кулачку пружиной 12. При перемещении рычага 6 к центру механизма собачка 13, также установленная на рычаге 6 и управляемая пружиной 14, перемещает звездочку 11 на один зуб. Положение





2

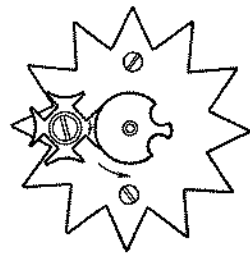


Рис 115 Часы с календарем фирмы «Патек Филипп»

звездочки 11 фиксируется пружиной 27. Такое перемещение также происходит раз в сутки. На оси этой звездочки установлена стрелка, указывающая число месяца.

Колесо 1 кроме указанных пар зацепления взаимодействует с колесом 15, штифт 16 которого перемещает звездочку 17, имеющую 59 зубьев. Положения этой звездочки фиксируют пружиной 18. На оси звездочки 17 установлен диск с изображениями луны. Рычаг 19, установленный на оси 20 и управляемый пружиной 21, перемещает колесо-звездочку 22 месячного диска. Противоположный конец рычага 19 контактирует с образующей поверхностью кулачка 24, также установленного на оси звездочки 11, и после полного оборота звездочки падает на меньший радиус кулачка. В результате звездочка 22 передвигается вперед на один зуб. Здесь имеет место схема мгновенного срабатывания.

Звездочка 22 несет кулачок с пятью выступами (рис. 115, з). Выступы этого кулачка соответствуют 31-дневным месяцам, а впадины — 30-дневным месяцам.

Выступ 26 (см. рис. 115, в) рычага 6 соприкасается с кулачком на звездочке 22, регулируя таким образом угол поворота рычага 6 при его перемещении колесом 3. В те месяцы, которые имеют меньше 31 дня, выступ 26 опускается во впадину кулачка и собачка 10 получает возможность осуществить одновременный перевод колеса на два зубца, что соответствует смене чисел месяца с 30 на 1. На звездочке 11 установлен также второй кулачок с несколько меньшим шагом, чем первый, управляющий движением звездочки 22. С этим кулачком взаимодействует собачка 10. Если в месяце 30 дней, то рычаг 6 опустится ниже и собачка 10 переместится несколько больше назад, так что она будет двигать звездочку 11 на два зуба (на один дополнительно к перемещению, сообщаемому собачкой 13). Если в месяце 28 дней, то собачка 10 оттягивается назад для захвата уступа кулачка на четыре дня раньше и двигает колесо на четыре зуба вперед. Три плоских грани прямоугольного кулачка 28 соответствуют февральским месяцам, имеющим 28 дней. Эти грани находятся на равных расстояниях от центра вращения кулачка, и, когда выступ 25 рычага 6 ложится на одну из этих сторон, это позволяет собачке 10 захватить кулачок на звездочке 11 на четыре дня раньше, переместив числа месяца с 28 февраля на 1 марта.

Для високосного года одна из граней прямоугольного кулачка выпуклая, вследствие чего рычаг 6 не может отойти так же далеко, как при взаимодействии с плоскими гранями. В результате собачка 10 захватывает выступ на кулачке звездочки 11 на три дня раньше и перемещает календарь с 29 февраля на 1 марта. Прямоугольный кулачок 26 насажен на квадрат оси мальтийского креста. Когда звездочка 22 совершает полный оборот (со-

ответствующий 12 месяцам), мальтийский крест поворачивается на  $\frac{1}{4}$  оборота. Таким образом, мальтийский крест и прямоугольный кулачок совершают один оборот в 4 года.

Описываемый механизм имеет предохранительное устройство, устраняющее нарушения в работе календаря при переводе стрелок в обратном направлении. Палец 5 установлен на пружинящем мостике и, когда штифт 4 колеса 3, вращаясь против часовой стрелки, нажимает на палец 5, то он скользит по скошенной кромке пальца, отжимая последний вверх. Поднявшийся палец пропускает штифт, и срабатывания календарного механизма не происходит.

Коррекционная кнопка 29 приводит в действие рычаг 6, вызывая срабатывание всего календарного механизма. Для отдельной корректировки фаз луны предназначена кнопка 30. Дни недели корректируют кнопкой 31. Коррекционными кнопками рекомендуется пользоваться лишь в том случае, если требуется корректировка на промежуток времени более двух суток. Если требуется внести поправку только на один день, то рациональнее просто перевести стрелки часов на сутки вперед. Коррекционными кнопками нельзя пользоваться во время работы календарного механизма.

Календарные устройства отличаются большой надежностью и требуют ремонта в редких случаях. Наиболее часто подвержены поломкам различные пружины, управляющие перемещениями рычагов календарей. Пружины, вышедшие из строя, следует заменять; при изготовлении фасонных пружин следует использовать уже известный способ восковой фотографии.

Основные затруднения во время ремонта возникают при сборке сложных календарей, которые следует собирать в положении, соответствующем 1 марта. Часовому мастеру, встретившемуся с необходимостью разборки сложного календаря, следует предварительно тщательно изучить действие этого механизма и уяснить назначение всех его деталей; затем, разбирая календарь, он должен внимательно запомнить последовательность извлечения деталей, так как сборка должна производиться в строгой последовательности, противоположной разборке.

**Автоматический завод.** Представляет собой устройство в виде тяжелого груза, перемещающегося относительно механизма часов при движениях руки владельца часов и сопряженного через колесную или рычажную передачу с барабанным колесом.

Известны четыре типа автоматических заводов: 1) часы с грузовым сектором, поворачивающимся вокруг оси на  $360^\circ$ ; 2) часы с грузовым сектором, поворачивающимся только на некоторый угол и ограниченным в своих перемещениях амортизирующими упорами; 3) часы с грузовым сектором, перемещающимся в двух направлениях по направляющей штанге. Груз подобного типа также имеет амортизирующие ограничители.

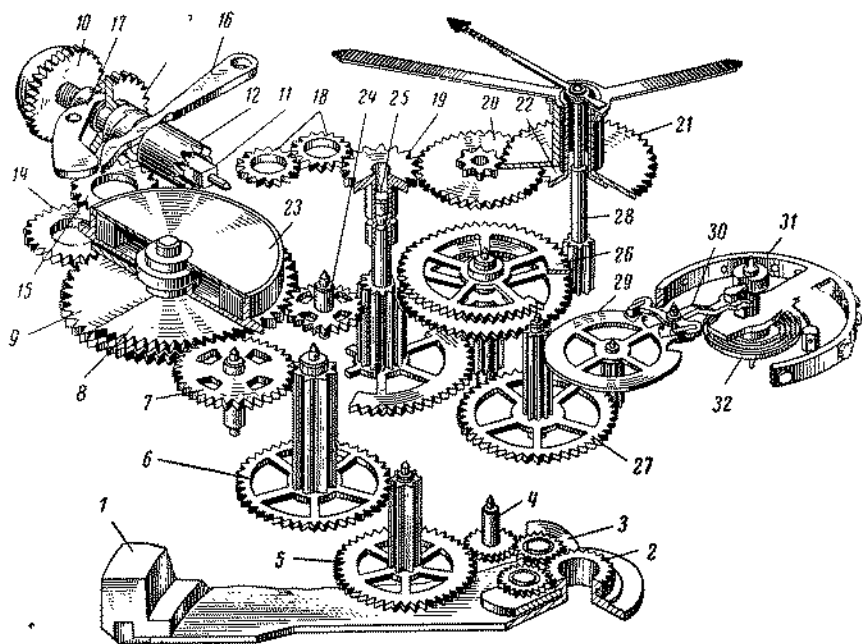


Рис. 116. Механизм часов «Космос» с автоподзаводом

4) четвертый тип часов весьма своеобразен и встречается чрезвычайно редко. Он выполнен в виде дополнительной наружной крышки, шарнирно сопряженной с корпусом часов и опирающейся на миниатюрную кнопку-штифт, выведенную из механизма часов сквозь отверстие в основной крышке корпуса. При движениях кисти руки дополнительная крышка слегка поворачивается на шарнире и нажимает на кнопку, перемещения которой подзаводят пружину. Наилучшим типом часов является тот, в котором применен свободно вращающийся грузовой сектор, так как все остальные типы автоматических заводов срабатывают лишь при определенных движениях руки, чем ограничиваются их возможности.

Основное достоинство часов с автоматическим заводом заключается в том, что в этих часах при их ношении на руке обеспечивается постоянство крутящего момента заводной пружины вследствие непрерывного подзавода пружинного двигателя.

Механизм наручных часов «Космос» с автоматическим заводом показан на рис. 116. Механизм автоподзавода находится над барабанным и ангренажным мостами часового механизма. Центр вращения грузового сектора совпадает с центром меха-

низма. При изменении положения руки грузовой сектор 1 под действием силы тяжести стремится занять нижнее положение и поворачивается на осн, установленной в нижнем мосту механизма автоподзавода. На втулке грузового сектора установлен триб 2, находящийся в зацеплении с трибамн переключателя 3, представляющего рычаг, свободно вращающийся на втулке грузового сектора и несущий два триба. При качании грузового сектора вправо один из трибов переключателя входит в зацепление с передаточным трибом 4 подзавода и сообщает ему вращение. Триб 4 соответственно вращает первое колесо 5 подзавода. При изменении грузовым сектором направления вращения переключатель поворачивается на некоторый угол и выводит из зацепления свой первый триб с трибом 4 подзавода; одновременно, второй триб переключателя входит в зацепление с колесом 5. Таким образом, колесо 5 вращается всегда в одном направлении независимо от направления качания грузового сектора, чем обеспечивается подзавод пружины часов при любом повороте груза 1.

Триб колеса 5 передает вращение на второе колесо 6 подзавода, триб которого в свою очередь ведет третье колесо 7, находящееся в непосредственном зацеплении с барабанным колесом 8 автоподзавода.

Второе барабанное колесо 9 сопряжено с колесом 8 через соединительную муфту (на схеме не видна), разобщающую эти колеса при работе автоподзавода, но обеспечивающую заводку пружины при вращении заводной головки 10. Кинематическая связь заводной головки с барабанным колесом 9 обеспечивается обычным путем: через заводной вал 11, заводную муфту 12, заводной триб 13 и пару колес 14 и 15. На схеме показаны также заводной 16 и переводной 17 рычаги, предназначенные для переключения ремонтара из положения заводки пружины в положение перевода стрелок.

Стрелочный механизм часов «Космос» несколько необычен. Он имеет два переводных триба 18 и вспомогательный, фрикционно сопряженный с часовым механизмом, минутный триб 19. Этот триб находится в зацеплении с вексельным колесом 20, триб которого ведет часовое колесо 21. Само вексельное колесо передает вращение на основной минутный триб 22.

Барабан 23 своим зубчатым венцом ведет промежуточное колесо 24, находящееся в зацеплении с трибом центрального колеса 25. Это колесо в свою очередь ведет триб двойного второго промежуточного колеса 26. Двойное промежуточное колесо с одной стороны ведет триб секундного колеса 27, с другой — центральный секундный триб 28. Колесо 27 находится в зацеплении с трибом ходового колеса 29, приводящего в действие анкер 30. Колебания анкера, как обычно, сообщают импульсы улу баланса 31 со спиралью 32.

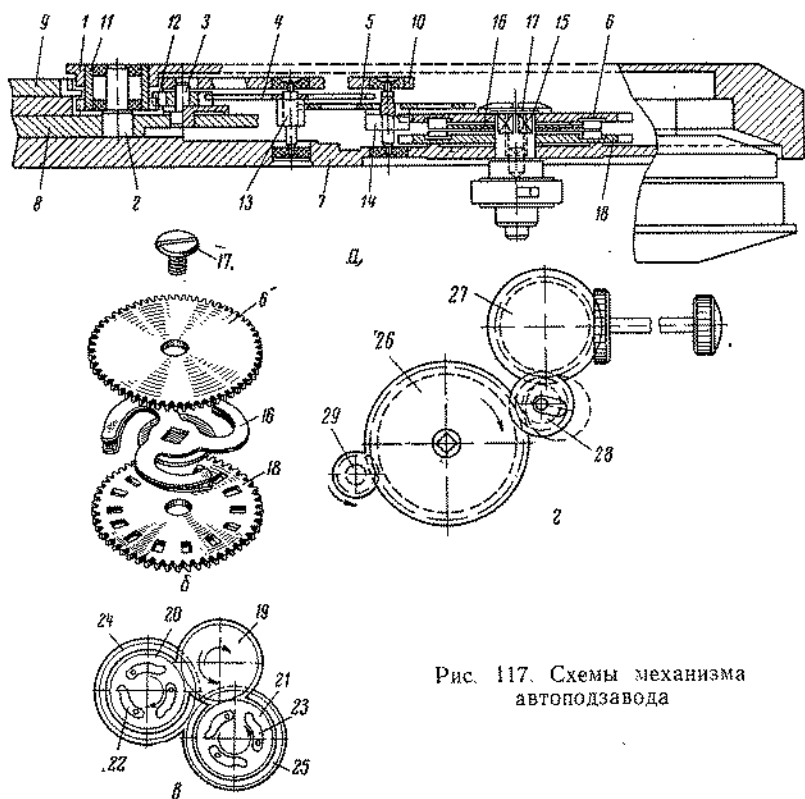


Рис. 117. Схемы механизма автоподзавода

Механизм, подобный описываемому, подвержен тем же дефектам, что и обычные часовые механизмы. Специфической погрешностью часов «Космос» является поломка серьги, являющейся опорой грузового сектора.

На рис. 117, а показан механизм наручных часов, выпускаемых швейцарской фирмой «Лемания». Часы подобной конструкции выпускались в СССР под маркой «Родина»; однако в настоящее время часы «Родина» сняты с производства и встречаются лишь в практике ремонта. Центр вращения грузового сектора в этих часах также расположен в центре механизма автоподзавода. При изменениях положений руки грузовой сектор 1 поворачивается на оси 2, установленной в нижнем мосту 8 механизма автоподзавода. Груз удерживается на оси замком 9, выступ которого входит в кольцевую проточку втулки грузового сектора. Замок 9 установлен в пазу моста 10 и закреплен винтом.

На втулке инерционного груза установлен триб 11, с которым сопряжено колесо 12 переключателя, установленное на оси 3 и находящееся в свою очередь в зацеплении со вторым колесом



переключателя. Переключатель может свободно поворачиваться в любую сторону в зависимости от направления вращения грузового сектора, попеременно включая в работу то одно, то оба колеса. При движении грузового сектора против движения часовой стрелки вращение от триба 11 грузового сектора передается на колесо 4 через одно из колес переключателя. Когда грузовой сектора вращается по часовой стрелке, в работе участвуют оба колеса. С триба 13 колеса 4 вращение передается на колесо 5, триб 14 которого сопряжен с верхним барабанным колесом 6, свободно сидящим на валу 15 барабана.

Верхнее 6 и нижнее 18 барабанные колеса (см. также рис. 117, б) с внутренней стороны имеют радиально распределенные прямоугольные пазы. Между барабанными колесами установлены две трехлепестковые пружины 16, сидящие на квадрате вала барабана. Лепестки верхней пружины отогнуты вверх, нижней — вниз. Весь узел барабанных колес с пружинами удерживается на валу винтом 17.

При вращении верхнего барабанного колеса по часовой стрелке отогнутые лепестки верхней пружины западают в пазы колеса, сопрягая колесо 6 с валом 15 барабана. Вращение вала подзаводит пружину. В это время лепестки нижней пружины проскальзывают по пазам нижнего барабанного колеса 18.

Нижнее барабанное колесо предназначено для передачи вращения валу барабана при заводке часов обычным способом, т. е. при помощи заводной головки. При этом вращающееся нижнее барабанное колесо входит в зацепление с лепестками нижней пружины, передающей вращение валу. Лепестки верхней пружины проскальзывают по пазам верхнего барабанного колеса.

Второй тип автоподзавода двухстороннего вращения показан на рис. 117, в. При изменении положения часов триб 19, установленный на втулке грузового сектора, приводит во вращение колеса реверсивного устройства 20 и 21. Эти колеса несут по три одинаковые, равномерно распределенные по окружности собачки 22 и 23 беспружинного типа. Собачки осуществляют кинематическую связь между колесами 20 и 21 и колесами 24 и 25, свободно вращающимися на осях колес, несущих собачки. Таким образом, реверсивное устройство содержит два узла, составленное соответственно колесами 20 и 24, а также 21 и 25, связь между которыми обеспечивается собачками. Колеса 24 и 25, кроме того, находятся в зацеплении; колесо 25 взаимодействует через триб с первым промежуточным колесом зубчатой передачи автоподзавода.

При вращении триба 19 по часовой стрелке колесо 21 сцепляется собачками с колесом 25, которое передает вращение на колесную передачу автоподзавода. Собачки колеса 20 скользят свободно, и колесо 24, вращаемое колесом 25, совершает холостые обороты без связи с колесом 20.

Когда триб 19 меняет направление вращения, колесо 20 сцепляется собачками с колесом 24, которое приводит во вращение колесо 25 и через него колесную передачу автоподзавода. При этом собачки колеса 21 выходят из зацепления с колесом 25.

В описываемом механизме автоподзавода предусмотрена автоматическая система отключения механизма заводки от заводной головки при работе автоподзавода. Заводная головка включается в работу только непосредственно при ее использовании. Барабанное колесо 26 (рис. 117, *з*) и заводное колесо 27 непосредственного зацепления не имеют. Связь между ними осуществляется через вспомогательный плавающий трензельный триб 28. При заводке часов от автоподзавода триб 29 второго промежуточного колеса приводит во вращение барабанное колесо 26, заводя пружину. При этом трензельный триб 28 выталкивается барабанным колесом и, поскольку цапфы оси трензельного триба работают в овальных отверстиях, выходит из зацепления с барабанным колесом. Отверстия под цапфы триба расположены так, что зацепление трензельного триба с заводным колесом 27 никогда не нарушается. При заводке часов от руки это колесо приводит трензельный триб во вращение и одновременно вводит его в зацепление с барабанным колесом.

Несколько напоминает вышеописанное устройство автоподзавод, применяемый американской фирмой «Булова Ватч» (рис. 118, *а*) в котором в механизме реверса использованы две пары колес, сопряженных кулачковыми муфтами. Грузовой сектор 1, вращающийся на оси 2, несет триб 3, находящийся в зацеплении с колесом реверса 4, которое, в свою очередь, взаимодействует со вторым колесом реверса 5. На одной оси с этими колесами установлены вторые пары реверсных колес 6 и 7. Колесо 4 и колесо 6, а также колесо 5 и колесо 7 сцеплены друг с другом торцовыми храповыми зубьями кулачковых муфт. Муфты находятся в постоянном зацеплении под воздействием П-образной пружины 8, закрепленной на платине механизма автоподзавода при помощи штифтов 9 и винта 10. Колеса 6 и 7 находятся в зацеплении с первым промежуточным колесом 11 автоподзавода.

При вращении грузового сектора по часовой стрелке триб 3 вращает колесо 4 и через него колесо 5. Храповые зубья кулачковой муфты колес 4 и 6 оказываются сцепленными, а муфты колес 5 и 7 проскальзывают, прогибая соответствующее плечо пружины 8. Вращение колеса 11 происходит от колеса 6. При обратном вращении грузового сектора сцепленной остается муфта колес 5 и 7, а проскальзывает муфта колес 4 и 6. Передача вращения на колесо 11 осуществляется от колеса 7.

В часах некоторых швейцарских фирм находят применение реверсивные устройства планетарного типа (рис. 118, *б*). Например, такое устройство содержит диск 12, кольцо 13, два триба 14 и 16 и собачки 15 и 18. Трибы 14 и 16 и собачка 15

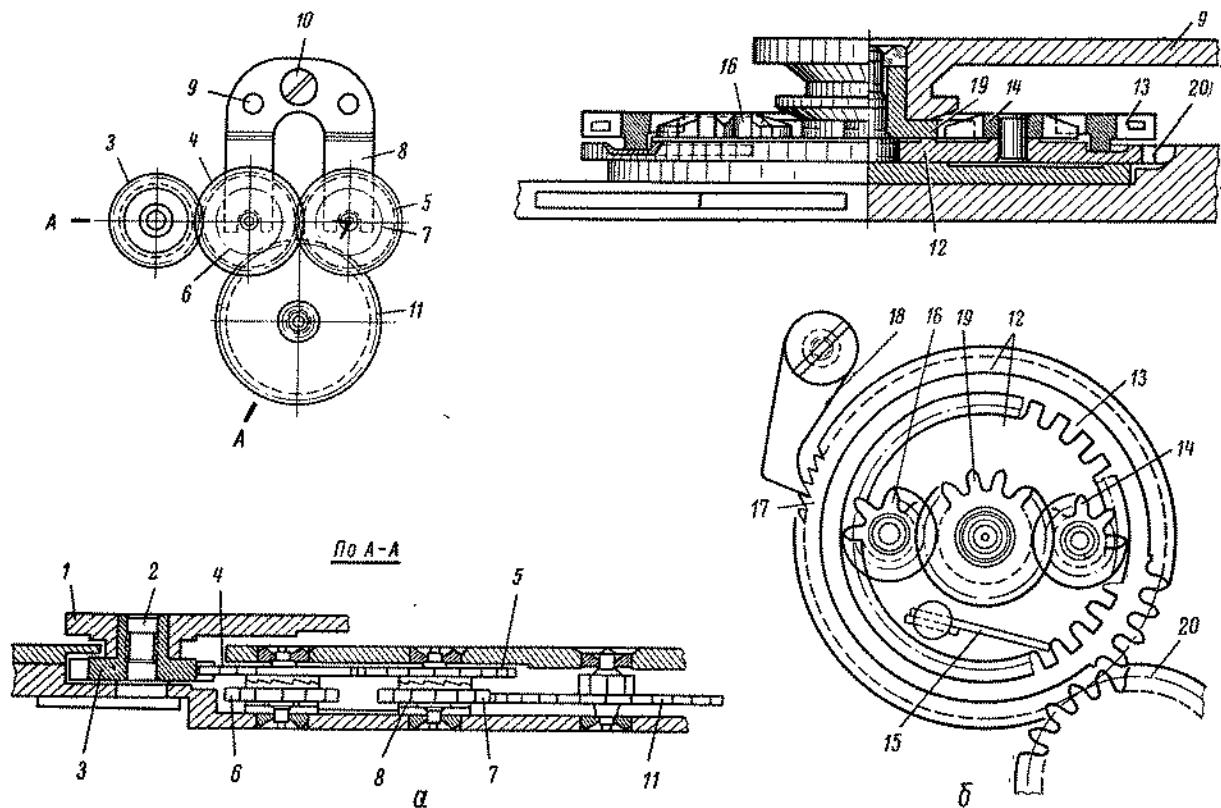


Рис. 118. Схемы механизма автоподзавода

укреплены на диске 12. Трибы 14 и 16 свободно вращаются на своих осях. Диск 12 имеет храповые зубья 17, с которыми взаимодействует собачка 18. Диск с храповыми зубьями может вращаться только по часовой стрелке. В расточке диска 12 помещено кольцо 13, имеющее наружный и внутренний зубчатые венцы. Наружные зубья кольца предназначены для передачи вращения на барабанное колесо, внутренние зубья находятся в зацеплении с трибами 14 и 16. Когда триб 19 грузового сектора вращается по часовой стрелке, диск 12 оказывается застопоренным собачкой 18, а вращающиеся шестерни через кольцо 13 вращают колесо 20 автоподзавода. Если триб 19 вращается против часовой стрелки, собачка 15 стопорит кольцо 13. Кольцо 13 и трибы 14, 16 и 19 становятся жесткой системой, вращающейся как одно целое против часовой стрелки вместе с несущим их диском 12. Кольцо 13 при этом вращает вновь колесо 20.

Поскольку в часах с автоподзаводом заводная пружина оказывается почти постоянно тугозаведенной, а подзавод независимо от состояния пружины продолжает работать, возникает необходимость защитить пружину от обрыва при перезаводке. Для этого наружный виток пружины фрикционно сопрягают с барабаном посредством специальной накладки (рис. 119, а). Накладку изготовляют из стальной термообработанной ленты, длина которой немного более внутренней окружности барабана, ширина равна ширине пружины, а толщина превышает толщину пружины примерно в 1,5 раза. Наружный конец накладки имеет крючок для соединения с пружиной. Когда заводная пружина находится в состоянии нормального натяжения, накладка плотно прижимается к стенке барабана; если пружина перезаведена, накладка слегка сжимается и проскальзывает относительно барабана, предохранив этим пружину от обрыва.

Если причиной плохой работы пружины является загустевание смазки, то пружину и фрикционную прокладку следует тщательно протереть папиросной бумагой, увлажненной бензином. При замене фрикционной накладки необходимо строго контролировать ее размеры, обращая также внимание на ее жесткость и качество обработки поверхности. Фрикционную накладку перед установкой в барабан рекомендуется смазать графитовой смазкой.

Устанавливают заводную пружину в барабан при помощи машинки для навивки пружин, снабженной специальной чашечкой с боковым вырезом. Внутренний диаметр чашечки должен быть на 0,2—0,3 мм меньше внутреннего диаметра барабана. При помощи этого приспособления пружину навивают до тех пор, пока наружный конец пружины не будет выступать из выреза чашечки на величину немного меньшую длины фрикционной накладки. После этого фрикционную накладку вводят в вы-

рез чашечки и соединяют наружные концы накладки и пружины (рис. 119, б). Навивку продолжают до полного ухода пружины с накладкой в чашечку машинки. В случае если установка пружины в барабан непосредственно из чашечки вызывает затруднение, рекомендуется применить промежуточное кольцо.

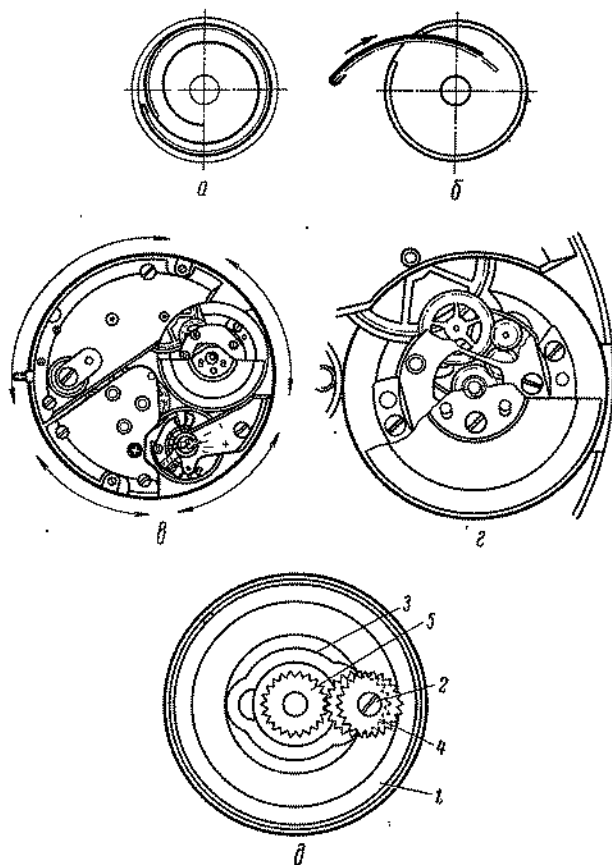


Рис. 119. Крепление пружины в часах с автоподза-  
водом и механизм с боковым расположением грузового  
сектора

Часы с автоподзаводом заводить при помощи заводной головки следует осторожно, так как заводной механизм этих часов часто имеет очень маленькие дополнительные колеса с тонкими цапфами и при излишне резком вращении заводной головки отдельные детали механизма заводки могут быть повреждены.

Основными дефектами часов с автоподзаводом являются: нарушения в работе пружинного двигателя, трещины в камнях,

загрязненность механизма и загустевание смазки, нарушение радиальных или осевых зазоров в отдельных узлах передачи, деформация и поломка реверсивных устройств.

При сборке механизма автоподзавода необходимо уделять внимание правильной установке деталей реверса, так как в отдельных случаях некачественная работа автоподзавода вызывается ошибками, допущенными при сборке и регулировке этого узла. Существенное значение имеет также правильная смазка механизма автоподзавода. Для смазки цапф колес этого механизма рекомендуется применять масло МЗП, а для трущихся поверхностей рычагов и пружин — масло МЦ-3. При отсутствии тонкой графитовой смазки пружину и фрикцион также можно смазывать маслом МЦ-3. Попытки снизить высоту механизма часов с автоподзаводом привели к созданию часов с боковым расположением грузового сектора. Например, швейцарская фирма «Универсал» изготавливает часы с автоподзаводом (рис. 119, в) с грузовым сектором, размеры которого лишь незначительно превосходят диаметр барабана, что позволило разместить механизм автоподзавода непосредственно на уровне остальных деталей ангренажа. Высота механизма этих часов не превышает 4,1 мм, резерв хода заводной пружины составляет 60 часов. Механизм автоподзавода (рис. 119, г) имеет миниатюрные детали, смонтированные на отдельной платине, легко отделяемой от основного механизма.

Некоторые зарубежные фирмы вообще отказались от применения заводных головок в часах с автоподзаводом. Например, фирма «Егерь ле Культр», устранив из механизма заводную головку, расположила на задней крышке корпуса 1 (рис. 119, д) часов плавающую переводную головку 4, закрепленную на подвижном мостике 3 винтом 2. Для перевода стрелок головку перемещают к центру механизма, где она входит в зацепление с центральным трибом перевода стрелок, скрытым под чехлом 5. При этом баланс часов автоматически блокируется. После установки стрелок и освобождения головки баланс сразу начинает колебаться.

**Сигнальное устройство.** Наручные часы-будильник встречаются сравнительно редко. Конструктивно сигнальное устройство наручных часов почти не отличается от аналогичного устройства обычных будильников, имеющих центральную сигнальную стрелку. В большинстве случаев сигнальное устройство приводится в действие от самостоятельного пружинного двигателя, заводка которого осуществляется при помощи дополнительной (второй) заводной головки. Эта же головка при ее вытягивании осуществляет установку сигнальной стрелки.

На рис. 120 показана схема взаимодействия колес завода и перевода стрелок в часах с сигнальным устройством. Минутную и часовую стрелки переводят обычным порядком, вытягивая

основную заводную головку. Стрелки можно переводить только в одном направлении — вперед; в противоположном направлении заводная головка вращается свободно, предотвращая таким образом механизм часов от повреждения сигнального устройства.

Заводная головка сигнального устройства одновременно является кнопкой прерывания сигнала. При полной заводке пружины сигнал действует в течение 25—30 сек. Прерывают сигнал, вытягивая вторую заводную головку.

В систему завода сигнального устройства входит: узел барабана, большое заводное колесо 1, установленное на квадрат вала барабана со стороны платины, заводной вал 8 и заводной триб 4. Со стороны циферблата в сигнальном устройстве размещен переключатель, несущий малое заводное колесо 2 и малое переводное колесо 5, находящиеся в зацеплении со средним переводным колесом 3, установленным под переключателем.

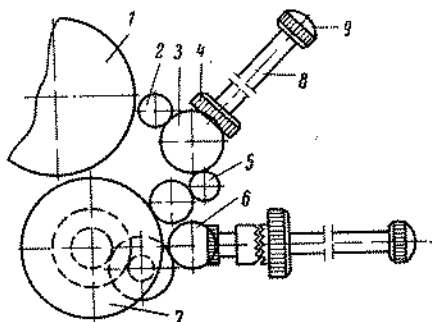


Рис. 120. Схемы колес завода и перевода стрелок в часах «Сигнал»

При переводе заводной головки 9 из положения заводки пружины в положение перевода сигнальной стрелки переключатель фиксируется в этих положениях двумя пружинами (не показаны). Кроме того, пальцеобразный выступ переключателя взаимодействует со стопорным рычагом, выключающим сигнал при переводе сигнальной стрелки.

При заводке пружины заводной триб 4 вращает среднее переводное колесо 3, от которого вращение через малое колесо 2 передается на заводное колесо 1, вращающее вал барабана. Пружина боя удерживается от раскручивания барабанным колесом и собачкой, расположенными со стороны мостов.

Если заводной вал находится в положении перевода, то вращение от заводного триба 4 передается через колесо 3 и колесо 5 на добавочное колесо 6, от которого приводится во вращение колесо 7 центральной сигнальной стрелки.

При ремонте часов нужно уделять внимание правильной сборке колесной передачи сигнального устройства, обеспечивая своевременность выдачи сигнала. Для согласования работы сигнального устройства необходимо установить сигнальную стрелку на цифру 12 в тот момент, когда выступы часового колеса войдут в отверстия на сигнальном колесе. После этого на цифру 12 устанавливают часовую стрелку, при помощи заводной головки отводят ее от этого положения, заводят пружину боя

и возвращают часовую стрелку в первоначальное положение, проверяя правильность момента включения сигнала относительно показаний часовой стрелки. Аналогичным образом устанавливают минутную стрелку часов. Допустимое отклонение сигнала от показания минутной стрелки составляет  $\pm 5$  мин.

При ремонте часов зарубежного производства следует иметь в виду, что в этих часах функции заводных головок иногда отличаются от вышеописанных, принятых в часах отечественного производства. Например, в часах «Сверчок», изготавливаемых швейцарской фирмой «Вулкан», установку сигнальной стрелки производят основной заводной головкой при ее переводе в третье положение. Вторая же головка выполняет только функцию кнопки прерывания сигнала. При этом обе головки сопряжены с переключателем, вследствие чего по окончании установки сигнальной стрелки и возвращении основной заводной головки в исходное положение вторая головка поднимается и фиксируется в положении включения сигнала.

Нарушения правильной работы часов с сигнальным устройством чаще всего вызываются следующими причинами:

1. Износ цапф колес в кинематической цепи заводки пружины сигнального устройства, вызываемый относительно большими усилиями, создаваемыми при заводке этой пружины. Эти колеса рекомендуется по возможности заменять либо исправлять дефектные цапфы.

2. Выпадение из барабанов их крышек вследствие ослабления посадки. Плотную посадку крышки обеспечивают легкой завальцовкой борта барабана или равномерным оттягиванием краев крышки при помощи костяного пуансона.

3. Ослабление посадки звездочки сигнального устройства на трибе. Дефект устраняют стягиванием посадочного отверстия.

4. Выпадение заводного вала в результате самопроизвольного откручивания винта переводного рычага. Этот дефект возникает вследствие недостаточного зазора между указанным винтом и мостом. Устраняют дефект заменой винта или полировкой его боковой поверхности для увеличения зазора.

5. Износ выступов часового колеса. Дефект устраняют заменой колеса.

6. Износ конца фиксирующей пружины, взаимодействующей со стержнем молотка для отключения боя. Рабочий конец заполировывают и слегка отгибают вниз.

7. Вялое срабатывание сигнала вследствие загустевания смазки. Дефект устраняют чисткой. Для смазки колесной передачи сигнального устройства применяют масло МЗП. Трущиеся поверхности рычагов и пружин смазывают маслом РС-1.

К общим дефектам сигнального устройства относятся: полное отсутствие сигнала, вызываемое либо излишне глубоким зацеплением фиксирующей пружины со стержнем молотка, либо не-



совпадением выступов часового колеса с отверстиями в сигнальном колесе, а также тот случай, когда сигнал работает только вне корпуса механизма. Первый недостаток устраняется соответствующей отгибкой фиксирующей пружины; второй — снятием фасок в отверстиях сигнального колеса; в третьем случае необходимо проверить положение крышки корпуса, несущей звуковую стойку или отрегулировать положение звуковой стойки относительно молотка сигнального устройства.

#### Антимагнитные экраны.

Известно, что магнитное поле обладает способностью концентрироваться внутри магнитопроницаемых металлов (сталь, железо, чугун и т. п.). Если в магнитное поле помещают стальную коробку, то магнитное поле, концентрируясь в материале стенок, не проникает внутрь коробки. Это свойство используют для защиты часового механизма от воздействия магнитного поля. Защитный кожух механизма называют магнитным экраном. Экранирующее устройство часов (рис. 121) обычно состоит из чашеобразного экрана 1 и циферблата 2, являющегося крышкой антимагнитного экрана. Сам экран и циферблат изготовляют из магнито-мягких материалов с высокой магнитной проницаемостью, например, из электротехнической стали ЭА, более известной под названием «железо Армко», железо-никелевого сплава («пермаллой») марок 45Н или 50Н и т. п.

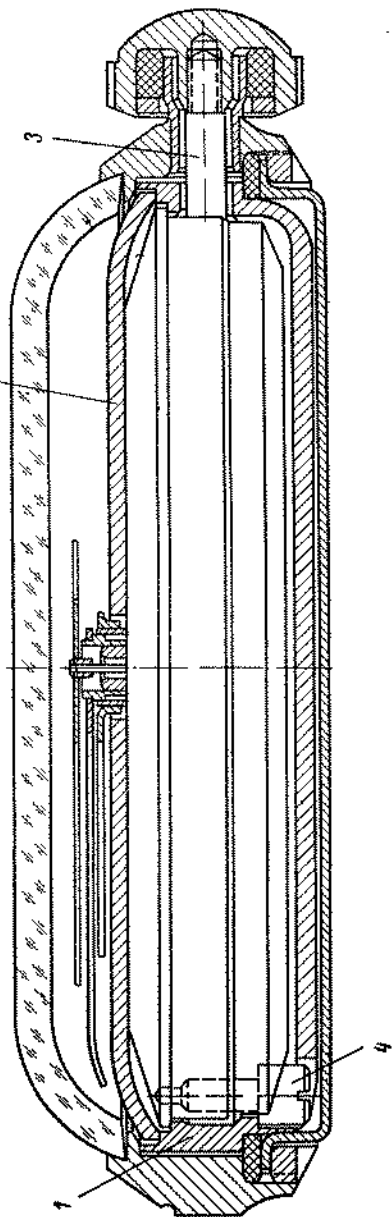


Рис. 121. Часы с антимагнитным экраном

Экран имеет боковое отверстие для прохода заводного вала 3 и два отверстия для винтов 4 крепления экрана к механизму часов. В экране также имеется отверстие для пропуска отвертки к винту-оси переводного рычага. Циферблат, закрепляемый на механизм обычным способом, входит в проточку борта экрана.

Для уменьшения магнитного влияния на механизм часов в часах с антимагнитной защитой некоторые детали также выполняют из специальных материалов. Например, заводная пружина из слабомагнитной стали К4ОТЮ, спираль из сплава Н42ХТ, а заводной вал — из бериллиевой бронзы БрБ2.

Известны конструкции антимагнитных часов, в которых функции экрана выполняет непосредственно корпус, изготавливаемый в этом случае из специальных магнитомягких сплавов.

**Автоматический корректор хода.** Детали автоматического корректора обычно расположены на платине с подциферблатной стороны. При этом градусник и спираль также перенесены на сторону платины.

Автоматический корректор представляет собой рычаг, несущий зубчатый сектор, сопряженный с колесами стрелочного механизма или с переводным колесом. При вытягивании заводной головки для перевода стрелок зубчатый сектор входит в зацепление с зубчатым сектором, установленным на градуснике. При переводе стрелок на несколько минут вперед или назад (обычно в пределах 1,5—2 мин), соответственно суточной поправке часов, зубчатый сектор поворачивает в нужную сторону градусник и выходит из зацепления с его венцом, осуществляя коррекцию хода в пределах нескольких секунд. Дальнейшее перемещение стрелок происходит без воздействия на градусник.

Если отклонение в показаниях часов от правильного времени происходит вновь, в последующие сутки при установке стрелок корректор снова несколько сместит градусник. Процесс повторяют до тех пор, пока градусник не займет положение, близкое к нулевому суточному ходу.

В случае если стрелки переставляются в пределах величины перемещения градусника, то сектор перемещает градусник на соответствующий угол, без выхода из зацепления с градусником. Если при регулировке положения стрелок градусник был перемещен настолько, что поправка на следующие сутки изменила знак, то при корректировке положения стрелок в эти последующие сутки градусник будет повернут в обратном направлении, опять сводя поправку к нулевому значению.

Регулировка корректора состоит в соблюдении правильного взаимного расположения его деталей. Необходимо, чтобы зубчатый сектор начал и окончил свое взаимодействие с градусником в пределах  $\pm 0,5$  мин относительно цифры 12 циферблата.

**Подсвет циферблата.** В швейцарских часах «Турист» в циферблат часов около цифры 12 врезана миниатюрная электрическая лампа, диаметр колбы которой не превышает 2 мм (рис. 122). Лампа слегка выступает над поверхностью циферблата и при включении освещает его поле ровным ярким светом. Включают лампу кнопкой, расположенной на корпусном кольце. Питание лампы осуществляется от миниатюрной электрической батарейки, размещаемой в крышке корпуса.

В некоторых часах, изготавливаемых японскими фирмами, лампа подсвета скрыта под широким многогранным ободком стекла, выполненным из плексигласа и представляющим одно целое со стеклом. При включении лампы ее свет рассеивается в толще стекла, чем обеспечивается более равномерная освещенность поля циферблата. Однако эта конструкция отличается значительной толщиной корпуса.

#### **Независимая секундная стрелка.**

В часах с независимой секундной стрелкой имеются две заводные пружины и две самостоятельные колесные передачи. Первая передача — обычная, заканчивающаяся спусковым устройством; вторая, ведущая секундную стрелку, заканчивается специальным рычагом, установленным на трибе. Два плеча этого рычага попеременно взаимодействуют с зубьями триба ходового колеса основной передачи. Передача, ведущая секундную стрелку, рассчитана таким образом, что полуоборот триба, несущего рычаг соответствует перемещению секундной стрелки на одно секундное деление шкалы, т. е. на  $1/60$  оборота.

Триб ходового колеса в основной передаче должен иметь столько зубьев, за сколько секунд совершает один оборот ходовое колесо; например, в часах, баланс которых совершает 18000 полуколебаний в час, а ходовое колесо имеет 15 зубьев, триб ходового колеса, с которым взаимодействует рычаг передачи секундной стрелки, должен иметь шесть зубьев, поскольку ходовое колесо делает один оборот за 6 сек.

Независимая секундная стрелка перемещается скачками; ее расположение на циферблате может быть центральным и боковым. Стрелка может быть остановлена специальным тормозным рычагом, приводимым в действие от кнопки, выведенной из корпусного кольца. Независимую секундную стрелку останавливают в таком положении, чтобы триб ходового колеса был полностью свободным от взаимодействия с рычагом и чтобы основной часовой механизм продолжал нормальную работу.

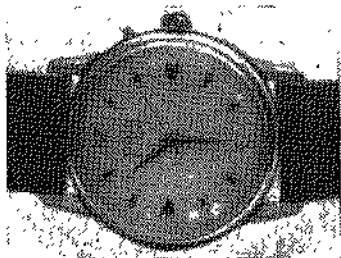


Рис. 122. Часы «Турист» с подсветом циферблата

При ремонте часов с независимой секундной стрелкой необходимо обращать особое внимание на плотность посадки секундной стрелки на ось. Скачкообразное перемещение стрелки способствует ослаблению ее крепления. При сборке описываемых часов секундную стрелку следует устанавливать точно на деления шкалы. Передачу секундной стрелки смазывают аналогично передаче основного механизма; рычаг, входящий в зацепление с ходовым трибом, не смазывают.

### Скачущая секундная стрелка.

Часы со скачущей секундной стрелкой дают возможность вести точный отсчет времени в секундах, поскольку секундная стрелка этих часов перемещается секундными скачками. Эти часы снабжены специальным устройством (рис. 123), осуществляющим передачу между секундным трибом основной передачи часов и центральным секундным колесом. Например, в часах швейцарской фирмы «Ловари» на удлиненную цапфу секундного триба, выведенную над поверхностью мостов, установлено дополнительное колесо 2, имеющее конфигурацию миниатюрного барабана. В колесо 2 вложена упругая спираль 3, внутренний конец которой закреплен на колодке 1, жестко связанной с цапфой секундного колеса. Колесо 2 установлено на оси триба свободно. Наруж-

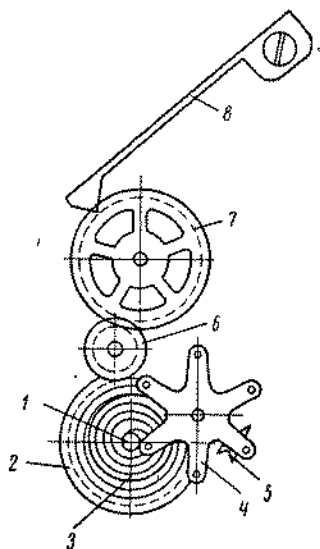


Рис. 123. Скачущая секундная стрелка

ный виток спирали сопряжен с колесом 2 только в силу своей упругости (аналогично тому, как заводная пружина в часах с автоподзаводом сопряжена с барабаном). При работе часов спираль 3 (если колесо 2 заторможено) подзаводится и при перезаводе проскальзывает относительно колеса 2. Колесо 2 находится в зацеплении с трибом, шестизубой звездочкой 4, несущей штифты. Этими штифтами звездочка 4 взаимодействует с миниатюрной также шестизубой звездочкой 5, установленной на оси триба ходового колеса. Поскольку ходовое колесо совершает один оборот за 6 сек, а звездочка 5 имеет 6 зубьев, то каждую секунду звездочка 5 освобождает штифт звездочки 4 и захватывает последующий штифт этой звездочки. Таким образом, звездочка 4 движется минутными скачками. Периодические скачки звездочки вызывают соответствующие скачки колеса 2, которое через промежуточный триб 6 ведет скачкообразно центральное секундное колесо 7. Колесо 7 фиксируется в своих положениях покоя пружинящей собачкой 8.

При ремонте подобных часов и особенно при сборке их механизма необходимо следить за точным совпадением секундной стрелки с делениями шкалы циферблата. Особенностью этой конструкции является возможность согласования показаний часовой, минутной и секундной стрелок, поскольку часовой механизм в положении перевода стрелок останавливается.

**Репетиры.** Часы с репетирами по принципу действия можно подразделить на семь основных типов:

1. Четвертные репетиры, отбивающие часы и четверти часа. 2. Получетвертные репетиры, отбивающие часы, четверти, а также получетверти часа, т. е. интервалы, равные  $7\frac{1}{2}$  мин. Например, в 3 часа 25 минут часы будут бить 3 часа, одну четверть и еще один удар, указывающий на то, что после одной четверти уже прошло более  $7\frac{1}{2}$  мин.

3. Пятиминутные репетиры, отбивающие часы, а затем более высоким тоном отбивающие по одному удару за каждые истекшие пять минут. Например, 10 часов 25 минут часы отобьют десятью ударами низкого тона и пятью ударами высокого тона.

4. Сложные пятиминутные репетиры, отбивающие часы, четверть часа, а затем по одному удару высокого тона за каждые последующие пять минут. Например, 2 часа 25 минут часы отобьют двумя ударами низкого тона, одним двойным ударом (четверть) и двумя ударами высокого тона (еще дважды по пять минут).

5. Минутные репетиры, отбивающие часы, четверти, а затем минуты ударами более высокого тона. Например, 3 часа 59 минут часы отобьют тремя ударами низкого тона, тремя двойными ударами (три четверти), а затем еще 14 ударов высокого тона.

6. Сложные минутные репетиры, отбивающие часы, четверти, затем истекшие пятиминутные интервалы и дополнительно истекшие минуты.

7. Часы с боем и минутным репетиром, которые кроме боя по вызову отбивают автоматически часы и четверти, как это происходит в обычных часах с боем.

В этих часах имеется два пружинных двигателя, заводимых ежедневно. Все предшествующие типы репетиров тоже имеют два пружинных двигателя; однако двигатель часового механизма заводится раз в сутки, а двигатель боя каждый раз при включении боя.

Принципиальная схема простого четвертного репетира показана на рис. 124, а. Для включения этого репетира в действие заводной рычаг 1 отводится вниз, поворачивая при этом рычаг 2 завода пружины. Рычаг 2 выполнен в виде зубчатого сектора, находящегося в зацеплении с трибом (на схеме не виден, так как находится под деталью 3), на котором зубья нарезаны не полностью. Участок триба, на котором нет зубьев, служит ограничительным упором для заводки и раскручивания пружины. Как

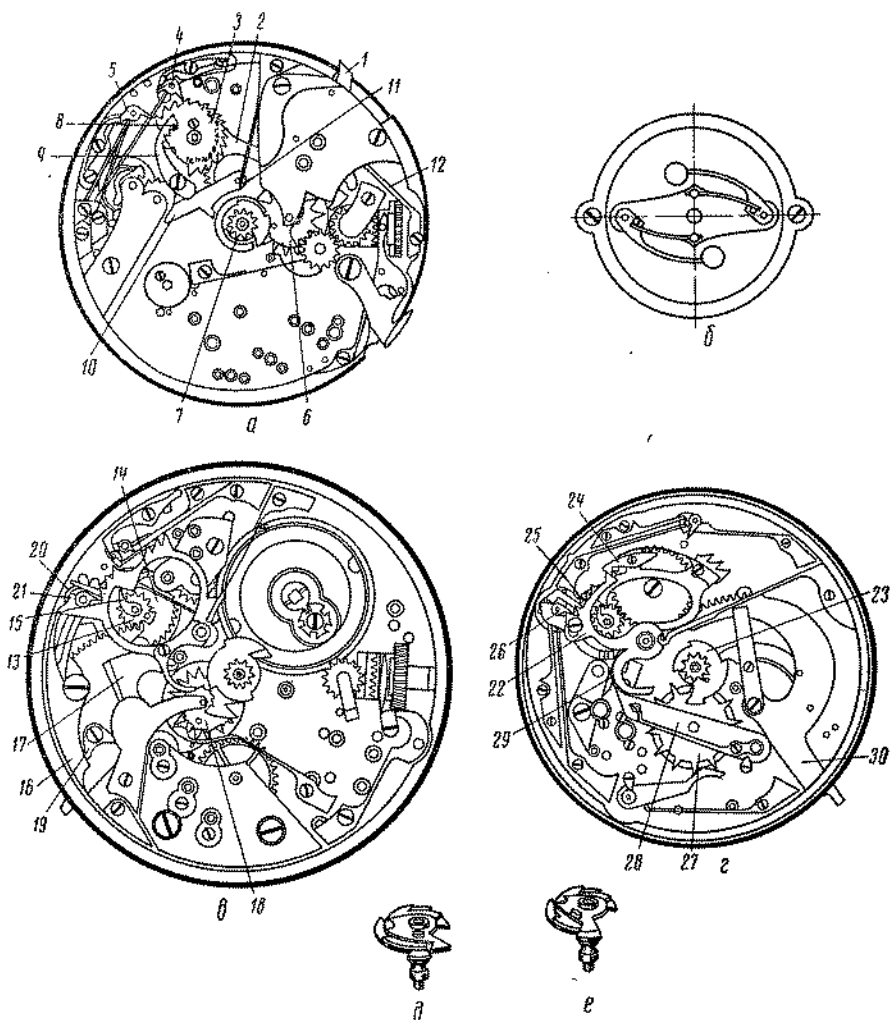


Рис. 124. Четвертной и получетвертной репетиры

только опущенный рычаг 1 будет освобожден, он под воздействием пружины 12 возвратится в исходное положение, а механизм репетира начнет действовать. Чтобы пружина репетира раскручивалась равномерно и с небольшой скоростью, вал заводной пружины сопряжен через колесную передачу с регулятором скорости центробежного типа (рис. 124, б). Перекладина центробежного регулятора, закрепленная на последнем трибе колесной передачи, несет два поворотных груза, находящихся под воздей-

ствием пружины. При вращении регулятора грузы под воздействием центробежной силы отходят от оси вращения. Скорость вращения зависит от веса грузов и упругости пружины. Скорость вращения регулируют подгибкой пружины. Если скорость мала, пружины отгибают внутрь для увеличения их жесткости; если велика, пружины следует ослабить. Увеличивать скорость вращения уменьшением веса грузов не рекомендуется. Если отгибание пружины не привело к желаемому результату, более целесообразно заменить пружины новыми.

При другом способе регулировки скорости вращения последний триб передачи закрепляют в эксцентричной втулке, поворачивая которую, можно изменять глубину зацепления триба с колесом. При более мелком зацеплении скорость увеличивается, при более глубоком — уменьшается.

При включении репетира часовая гребенка 3 поворачивается на валу пружинного двигателя в направлении против часовой стрелки; при этом зубья гребенки отклоняют палеты 4 и 5 обоих молоточков, не вызывая боя. Зубья от 1 до 12 на часовой гребенке 3 при обратном движении гребенки приводят молоточки в действие, вызывая бой часов. Молоточки отбивают удары по гонгам — тонким кольцеобразно изогнутым стальным пружинам, закрепленным при помощи колодок на платине часов.

Количество ударов часов определяется улиткой 6, и, если хвостовик заводной гребенки 2 коснется улитки, пройдя семь зубьев, прозвучат семь часовых ударов. Палеты 4 и 5 свободно вращаются на своих осях и только отклоняют молоточки, воздействуя на их штифты. Падение молоточков происходит под воздействием пружин.

Четвертые удары регулируются улиткой 7. Когда при включении репетира гребенка 3 поворачивается против часовой стрелки, ее штифт 8 освобождает четырехзубый крюк 9, закрепленный на четвертой гребенке 10 и гребенка 10 под действием пружины 11 падает на улитку 7. После того как отзвучат удары часов, производимые одиночными ударами от взаимодействия зубьев 1—12 гребенки 3 с палетой 4, гребенка 3 подхватит крюк 9 и повернется еще на некоторый угол, проходя который, удлинненные зубья гребенки 3 приведут в действие и палету 5. В это время звучат двойные удары четвертей. Каждый раз, начиная от целого часа до часа с четвертью, четвертая гребенка 10 падает настолько, что ее штифт освобождает спусковое колесо, а по окончании боя часовых ударов штифт 8 подхватывает зуб «о» на крюке 9 и часовая гребенка останавливается, прекращая вращение колесной передачи и отбивание четвертых ударов.

К недостаткам репетира описанного типа относится то, что количество его ударов зависит от правильности включения

репетира. Заводной рычаг *1* необходимо отводить полностью до упора, так как в противном случае репетир отобьет заниженное число ударов. Существуют репетиры, в которых этот недостаток устранен при помощи дополнительной детали.

Четвертной репетир улучшенного типа показан на рис. 124, *в*. Основной принцип действия этого репетира тот же, что и у простого четвертного. Заводной триб *13* установлен над часовой гребенкой *14*; четвертная гребенка перемещается при помощи эксцентрика *15*, установленного на квадрате вала заводной пружины.

Деталь *16* (называемая «все или ничего») так управляет включением механизма репетира, что либо звучит все полное число ударов, либо сигнал не включается. Это происходит следующим образом: к хвостовой части заводной гребенки прикреплен поворотный Г-образный рычаг *17*, опирающийся на часовую улитку *18*. Кроме того, на заводной гребенке размещен малый рычаг *19*. Когда заводной рычаг отклоняется для включения репетира, рычаги *17* и *19* отклоняются и хвостовая часть гребенки прижимается к улитке. Рычаг *19* одновременно соприкасается с деталью *16*. Эта деталь представляет собой фасонную пружину, поэтому только при некотором определенном усилии оказывается возможным сдвинуть заводной рычаг настолько, чтобы механизм репетира оказался включенным.

Палета часовой молоточка четвертного репетира улучшенного типа удалена от четвертной палеты и имеет удлиненный штифт *20*. С этим штифтом взаимодействует выступ *21* четвертной гребенки, отжимая палету и освобождая место для прохождения часовой гребенки. Выступ на конце детали *16* запирает четвертную гребенку, когда последняя окончила свое действие. В это время часовая палета освобождает место для прохода часовой гребенки. Поэтому пока заводной рычаг не будет отжат до отказа, никаких ударов механизм репетира не произведет.

В большинстве случаев ремонт репетиров не вызывает серьезных затруднений; он сводится к замене сломавшихся пружин и исправлению износившихся выступов рычагов, исправлению цапф и осей и стягиванию отверстий. Несмотря на внешнее своеобразие форм деталей репетира, производящих впечатление большой сложности, взаимодействие их достаточно просто и при правильной сборке не требует каких-либо особых наладок. Любое исправление деталей в репетире необходимо производить, лишь предварительно убедившись в правильности обнаруженного дефекта. Необходимо также помнить, что детали репетиров, как правило, не взаимозаменяемы и что при необходимости замены какой-либо детали часовой мастер неизбежно сталкивается с изготовлением этой детали вновь. Все пружины и рычаги репетиров могут быть изготовлены по методу восковой фотографии.



При ремонте репетиров следует также руководствоваться правилом, требующим не только исправления обнаруженного дефекта, но также обязательного выявления причины, вызвавших этот дефект, и их устранения.

При сборке четвертного репетира установку минутной стрелки контролируют на слух. Установив стрелку, плавно переводят стрелочный механизм, пока не услышат звука от переброса звездочки часовой улитки. После этого включают репетир и проверяют число его ударов. Откорректировав положение стрелки, вновь проверку повторяют и, если положение стрелки соответствует ударам репетира, стрелку закрепляют на оси. Бой четвертей не должен звучать, пока стрелка не прошла соответствующего деления циферблата.

При сборке репетира с деталью «все или ничего» рекомендуется передачу репетира заводить частями, постепенно отводя заводной рычаг и задерживая его, пока четвертная гребенка не займет исходное положение.

Механизмы получетвертных репетиров (рис. 124, *г*) в настоящее время встречаются чрезвычайно редко. По своему устройству они сильно напоминают четвертные репетеры. На четвертной гребенке в этих механизмах установлена одиозубая дополнительная гребенка 22. Хвостовик этой гребенки взаимодействует с улиткой 23, установленной на минутном трибе над четвертной улиткой. Улитка 23 имеет пять уступов. Первый уступ улитки не дает гребенке упасть настолько, чтобы ее зуб прошел мимо палеты молоточка. Поэтому, если заводной рычаг 30 будет включен в течение этого времени, т. е. до окончания интервала  $7\frac{1}{2}$  минут по истечении часа, то никаких ударов получетвертей не произойдет.

Улитка получетвертей расположена так, что ее уступы перекрывают четвертную улитку на половину своей длины (рис. 124, *д* — в исходном положении, 124, *е* — в момент совпадения улиток), и если четвертная гребенка падает на свою улитку, когда получетвертная гребенка падает на перекрытую половину, то дополнительное движение гребенки заставляет подниматься собачку 24 и блокировать получетвертную гребенку 22.

Гребенка 22 не может упасть так, чтобы ее зуб был на пути палеты молоточка; ее зуб будет совпадать с последним зубом 25 четвертной гребенки, и получетверти отбиваться не будут. Когда же получетвертная улитка продвинется на половину длины своих уступов (т. е. через  $7\frac{1}{2}$  минут), две улитки совпадут и одна поверхность будет ограничивать движение хвостовиков обеих гребенок. В этом случае один зуб пройдет палету молоточка и раздастся один удар. При нормальном положении получетвертной гребенки один зуб выступает; когда же получетвертные удары не нужны, палета 26 молоточка блокирует

получетвертную гребенку, и в работе участвует только четвертая гребенка. В это же время собачка 24 будет освобождена.

В описываемом механизме используется деталь «все или ничего» несколько другого типа, чем была описана выше. Звездочка 27, несущая часовую улитку, закреплена на рычаге 28. При сильном нажатии хвостовика гребенки на улитку звездочка слегка отодвигается и освобождает четвертную гребенку от соприкосновения рычага 28 с плечом 29 гребенки.

Пяти минутный репети́р чрезвычайно близок по своему устройству к получетвертному. Разницу составляют преимущественно две детали: минутная улитка, закрепляемая на минутном трибе и имеющая 11 уступов, а также пятиминутная гребенка, которая чрезвычайно похожа на четвертную, но отличается от нее тем, что вместо двух групп по три зуба она несет одиннадцать зубьев.

Минутные репети́ры наиболее распространенный тип этих механизмов. Чаще всего встречаются репети́ры, отбивающие часы, четверти и минуты. Часы, как правило, отбиваются редкими ударами низкого тона, четверти — удвоенными ударами, а минуты — частыми ударами высокого тона. В конструктивном отношении минутный репети́р представляет собой четвертной репети́р улучшенной конструкции с дополнительными гребенкой и улиткой для отбивания минут. На рисунке 125, а показан минутный репети́р, собранный до четвертного репети́ра. На минутном трибе кроме четвертной улитки установлена четырехлопастная минутная улитка (рис. 125, б). Каждая лопасть минутной улитки имеет по 14 зубьев; кроме того, на улитке установлен накопитель, имеющий четыре крюкообразных плеча. Назначение накопителя — отключать бой минут в те периоды, когда отбивание минут не требуется. Накопитель срабатывает под воздействием подпружиненного бойка. При вращении минутного триба носик бойка касается накопителя и отталкивает его (рис. 125, в). Поскольку минутный триб продолжает вращение, боек скользит по верху накопителя и, перейдя вершину крюка, толкает накопитель (рис. 125, г), принуждая его повернуться вперед и несколько опередить лопасти минутной улитки (рис. 125, д). В результате лопасть улитки оказывается несколько удлиненной и минутная гребенка не сможет упасть на ее уступы, вследствие чего бой минут окажется отключенным.

Полностью собранный минутный репети́р показан на рис. 125, е. Минутная гребенка 1 установлена на одной оси с четвертной гребенкой и имеет два ряда зубьев: 14 на одном конце для боя минут и 6 на другом конце для перебора четвертной гребенкой. На четвертной гребенке установлена собачка 2, прижимаемая пружиной к минутной гребенке. Когда включается заводной рычаг, четвертная гребенка падает на свою улитку, а вырез собачки 2 соприкасается с колонкой молоточка и

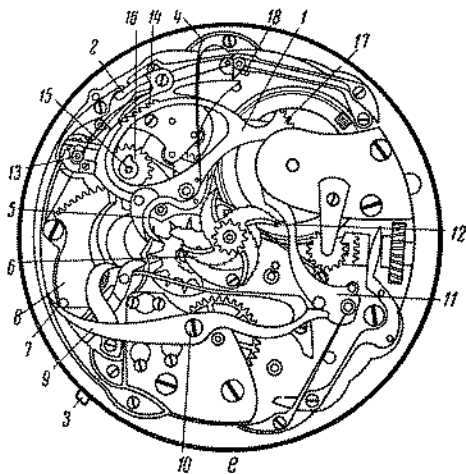
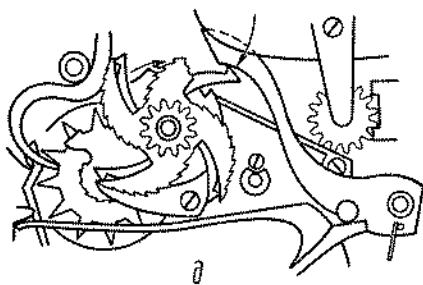
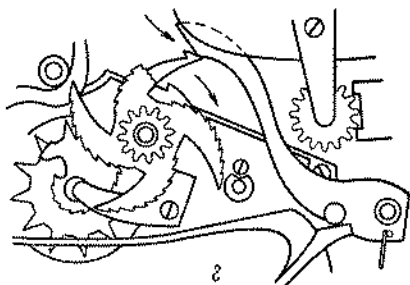
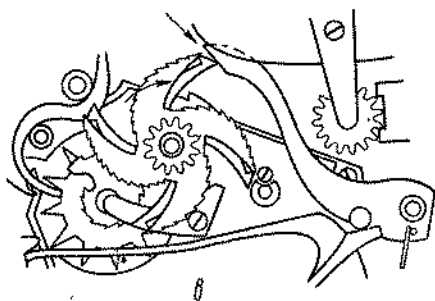


Рис. 125. Минутный репетир

собачка освобождает минутную гребенку. Если минутная гребенка падает на нижний уступ улитки для отбивания 14 минут, то собачка зацепляет последний (шестой) зуб гребенки минут и, возвращая гребенку в исходное положение, вызывает 14 ударов. При отбивании 13—14 ударов собачка захватывает пятый зуб гребенки; для отбивания 11—12 ударов — четвертый зуб; 9—10 ударов — третий зуб; 7—8 ударов — второй зуб и т. д.

Репетир включают поворотом заводного рычага 3. При этом освобождаются обе гребенки, минутная гребенка 1 падает под действием своей пружины 4 и хвостовик 5 гребенки соприкасается с выступом минутной улитки 6. Одновременно штифт 7, установленный на заводной гребенке 8, освобождает рычаг 9, закрепленный винтом 10. Поворот рычага 9 освобождает боек 11 и позволяет ему опуститься настолько, чтобы накопитель 12 был надежно зафиксирован в те периоды, когда бой минут не требуется. При падении минутной гребенки вырез собачки 2 захватывает колонку молоточка 13 и удерживает собачку от взаимодействия с зубьями 14 минутной гребенки. Подъем четвертной гребенки осуществляется крюком 15, взаимодействующим со штифтом, установленным на гребенке 16. Гребенка 16 входит в зацепление с внутренними зубьями четвертной гребенки, осуществляя ее перемещение. В определенный момент времени собачка 2 захватывает минутную гребенку 1 и зубья 17, воздействуя на палету молоточка 18, вызывают бой минут.

При сборке минутного репетира положение стрелок также регулируют на слух, т. е. по звуку переброса звездочки и звуку падения гребенок на улитки. Однако положение минутной стрелки требует особо тщательной установки, поскольку бой минут должен происходить в строгом соответствии с показаниями стрелки.

Для минутного репетира особенно важна плотная посадка минутного триба, так как в противном случае удары минутной гребенки, падающей на улитку, могут сместить минутный триб и нарушить работу репетира.

Смазывать детали репетира нужно умеренно. Трущиеся поверхности рычагов покрывают тонким слоем масла. Попадание смазки на накопитель не допускается.

Большое значение имеет правильная установка гонгов (звуковых пружин). Винты колодки гонга должны затягиваться предельно туго. Частым повреждением гонгов является появление трещины вблизи от места закрепления пружины в колодке. Такой гонг можно исправить, хотя вследствие некоторого укорачивания звуковой пружины гонг изменит тон. Лопнувшую пружину переламывают в месте трещины, и место залома выправляют наждачным камнем. Торец пружины тщательно очищают от заусенцев. В том месте колодки, куда вставляется пружина, засверливают отверстие, диаметр которого должен быть

больше диаметра пружины. При необходимости колодку подвергают отпуску, приняв меры для защиты от отпуска второй звуковой пружины, закрепленной в колодке. Глубина отверстия должна быть не менее 4 мм.

Из латунной проволоки вытачивают втулку длиной 4 мм. Отверстие втулки должно быть несколько меньше диаметра проволоки звуковой пружины. Втулку напрессовывают на конец звуковой пружины (пружину зажимают в верстачных тисках с латунными прокладками, а втулку набивают молотком). Втулка должна быть слегка конической и после напрессовки на звуковую пружину входить в отверстие колодки примерно на  $\frac{3}{4}$  своей длины. Дальнейший процесс запрессовки, производимый горячим способом, должен происходить предельно быстро. Колодку нагревают и зажимают в латунные губки верстачных тисков. Латунную втулку вводят в отверстие до упора. На торец втулки накладывают массивный латунный пинцет, захватывая пинцетом основание звуковой пружины. Сильными, точными ударами молотка по пинцету втулку запрессовывают в колодку заподлицо. При запрессовке необходимо следить, чтобы устанавливаемая пружина была строго параллельна второй пружине гонга. После охлаждения колодки пружина плотно удерживается в отверстии. Колодку следует очистить от появившихся пятен побежалости.

При исправлении гонга нагревать звуковые пружины нельзя, чтобы не исказить их звук. Закреплять эти пружины в колодке пайкой нельзя по той же причине.

# Приборы



# ВРЕМЕНИ

## СЕКУНДОМЕРЫ, ХРОНОСКОПЫ, ХРОНОГРАФЫ И ХРОНОМЕТРЫ

**Секундомеры и хроноскопы.** Эти приборы предназначены для измерения коротких интервалов времени.

Секундомеры в большинстве случаев предназначены для измерения времени на интервалах до 30 или 60 *мин* и дают возможность производить отсчет времени с точностью до десятых долей секунды.

Хроноскопы предназначены для измерения более коротких отрезков времени (например: одной, трех, шести или, как максимум, десяти секунд) и позволяют производить отсчет времени с точностью до сотых долей секунды. Наиболее распространены секундомеры и хроноскопы двух типов: однострелочные и двухстрелочные. Секундомеры и хроноскопы обычно изготавливаются в карманном оформлении. Простые секундомеры (хроноскопы) после его остановки требуют обязательного сброса стрелки на нулевое значение, т. е. каждый последующий

отсчет ведут от нуля. Суммирующие после остановки могут быть запущены вновь, отсчитывая таким образом суммарное время для всех отдельно произведенных измерений времени. Калибр секундомеров и хроноскопов в среднем составляет от 40 до 55 мм. В конструктивном отношении между секундомерами и хроноскопами имеется еще одно различие. Период колебания баланса секундомеров обычно равен 0,2 или 0,4 сек. Период колебания баланса хроноскопов составляет 0,02, 0,04 и 0,06 сек.

Как правило, секундомеры и хроноскопы имеют две шкалы. У секундомеров одна шкала предназначена для отсчета секунд и их долей, вторая — для отсчета минут\*; у хроноскопов — для отсчета долей секунд и целых секунд. Реже встречаются секундомеры с тремя шкалами: минутной и двумя секундными, отличающимися по цене деления.

Еще одной отличительной особенностью секундомеров и хроноскопов является наличие кнопок управления. Секундомеры простого действия обычно имеют одну кнопку, совмещенную с заводной головкой; секундомеры суммирующего действия имеют две кнопки: одну (совмещенную с головкой) для пуска и останова, вторую — для сброса стрелок на нуль. Двухстрелочный секундомер имеет три кнопки: одну (совмещенную с заводной головкой) для пуска и останова, вторую для раздельного пуска и останова второй стрелки, третью — для сброса стрелок на нуль.

На рис. 126, а показан механизм однострелочного секундомера со стороны циферблата, а на рис. 126, б — со стороны мостов. Запуск секундомера осуществляется нажимом заводной головки 1, которая пусковым рычагом 2 толкает и поднимает рычаг тормоза 3, освобождая баланс 4 от соприкосновения с эластичной тормозной пружинкой 5. Отпущенная заводная головка пружинкой 6 поднимается в исходное положение.

При повторном нажиме заводной головки пусковой рычаг сбрасывает тормозной рычаг на баланс и пружинка 5 мгновенно его затормаживает. Секундомер останавливается, и его стрелки показывают время, протекшее за момент измерения.

Для возвращения секундной стрелки 7 и минутной 8 в исходное положение (к нулю шкалы) необходимо нажать кнопку 9. При этом молотки 10 секундной стрелки и 11 минутной поворачиваются на оси 12 и, срываясь с подпружиненного рычага — трамплина 13, резко падают на сердечки 14 и 15 соответствующих стрелок. Сердечки установлены на концах осей стрелок эксцентрично. Поэтому падение на них молотков

---

\* За рубежом распространены секундомеры со специальными шкалами, предназначенные для измерения времени во время спортивных соревнований.

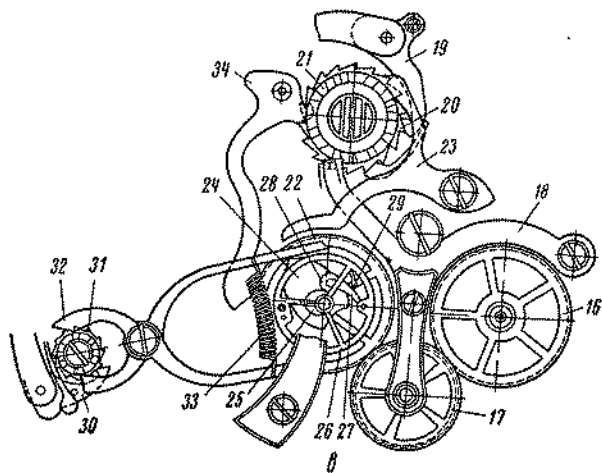
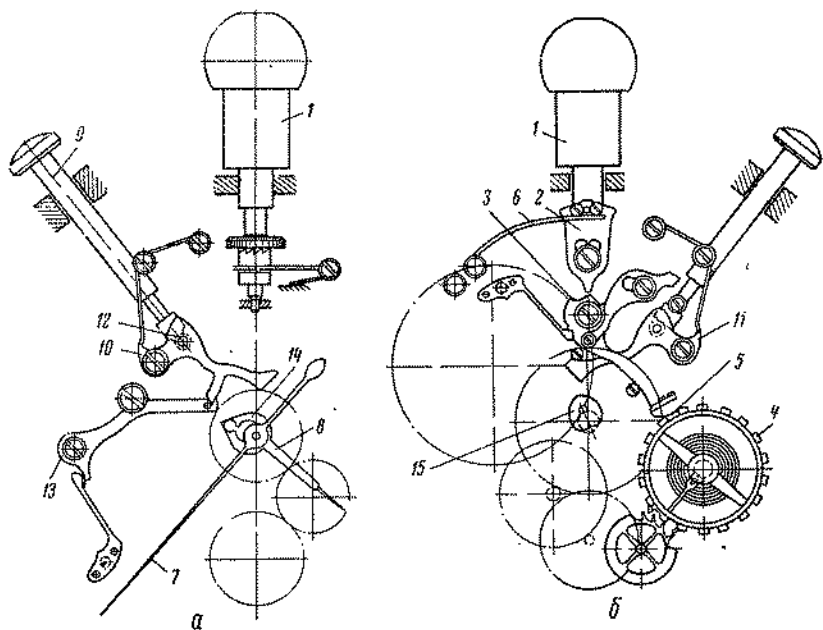


Рис. 126. Схемы секундомеров



вызывает поворот сердечек относительно осей, с которыми сердечки сопряжены фрикционно. Этот поворот происходит до того положения, при котором сердечко окажется расположенным к молотку своим наименьшим радиусом. В этом положении стрелки указывают на нулевые деления шкал.

На рисунке 125, в показана схема привода стрелок двухстрелочного секундомера. Механизм такого секундомера работает постоянно. Секундное колесо 16 механизма находится в постоянном зацеплении с промежуточным колесом 17, установленным на рычаге 18. При нажмие пусковой кнопки секундомера перемещается большая собачка 19 и поворачивает на один шаг храповик 20, на торце которого размещены колонки 21. При повороте храповика 20 рабочий конец рычага 18 проваливается между колонками и колесо 17, не выходя из зацепления с колесом 16, вступает в зацепление с секундным колесом 22 основной стрелки, освобожденным в этот же момент от соприкосновения с тормозным рычагом 23, перемещение которого также произведено колонками 21.

На оси основной стрелки имеется большое сердечко 24 и малое 25. Колесо 26 вспомогательной стрелки снабжено рычагом 27 с роликом 28, прижимаемым пружинкой 29 к малому сердечку, благодаря чему при запуске секундомера обе стрелки движутся одновременно.

При необходимости произвести первую отметку времени нажимают кнопку останова вспомогательной стрелки, которая приводит в действие малую собачку 30. Собачка поворачивает колонный храповичок 31 и рабочие концы тормозного захвата 32 проваливаются в зазоры между колонками. Тормозные рычаги, сжатые пружинкой 33 захватывают колесо 26 и останавливают вспомогательную стрелку. Ролик 28 проскальзывает по сердечку 25 и основная стрелка продолжает движение.

Нажимом пусковой кнопки приводят в действие большую собачку 19. Очередной поворот храповика 20 приводит к тому, что колесо 17 выходит из зацепления с колесом 22, которое фиксируется при этом тормозным рычагом 23, и секундомер останавливается. Вспомогательная стрелка показывает время первого измерения, основная стрелка — второго измерения.

Третий нажим пусковой кнопки приводит к падению молотка 34 на большое сердечко 24. Основная стрелка устанавливается в исходное положение. При повторном нажмие кнопки вспомогательной стрелки поворот храповичка 31 освободит колесо 26. Пружина 29 заставляет ролик обкатиться по поверхности эксцентричного сердечка 25 до положения, при котором ролик останавливается у точки наименьшего радиуса, образующего профиль сердечка. Колесо 26 поворачивается, и вспомогательная стрелка совмещается с основной, т. е. также устанавливается в нулевое положение.

Раздельное управление основной и вспомогательной стрелками дает возможность совмещать их не только у нуля шкалы, но и в любой желаемой точке. В этом случае после остановки вспомогательной стрелки производится ее освобождение. Вспомогательная стрелка догоняет основную, и их дальнейшее движение происходит одновременно. Если по окончании измерения вспомогательная стрелка не была предварительно остановлена, то сброс на нуль происходит одновременно для обеих стрелок.

Специфической особенностью конструкции этого секундомера является наличие в нем так называемых хронографных или бархатных колес. Эти колеса имеют мельчайшие (почти неразличимые невооруженным глазом) зубья треугольной формы. Подобные зубья применяются на колесах сцепления 16, 17 и 22. Бархатные зубья обеспечивают высокую плавность сцепления колес. В отдельных случаях применяют пары зацепления, в которых сопрягаемые колеса имеют зубья с различным шагом. Например, ведущее колесо имеет мелкие зубья с малым шагом, а ведомое более крупные зубья, шаг которых вдвое больше.

Имеется еще одна конструктивная разновидность однострелочного секундомера (рис. 127, а). Это механизм секундомера с колонным колесом, т. е. такой механизм, в котором переключение рычагов, или, как говорят, осложнения секундомера, происходит при помощи храповичка 1 с четырьмя колонками. Первый нажим заводной головки приводит собачку 3 в действие, в результате которого она поворачивает храповичок на один зуб. Рычаг 2 освобождает сердечки и одновременно рычаг 4 освобождает баланс. Второй нажим головки останавливает секундомер, так как рычаг 4 вновь падает на баланс. С третьим нажимом рычаг 2, падая на сердечки, приводит стрелки к нулю. Как видно из описываемой схемы, этот секундомер имеет центральную секундную стрелку и боковую стрелку минутного счетчика.

*Дефекты секундомера, их причины и способы устранения:*

1. При нажиме заводной головки секундомер не включается из-за навинчивания заводной головки на заводной вал, возникшего в процессе эксплуатации при заводке секундомера. Необходимо отвернуть головку и вложить в ее втулку небольшой отрезок свинцовой проволоки. Вновь накрутая на заводной вал головка окажется установленной несколько выше.

2. Нечеткая фиксация стрелок на нуле, износ рычага, который не подходит вплотную к сердечкам. Необходимо слегка расклепать ударные концы рычага или опилить выступ, взаимодействующий с колонкой.

3. Постепенно возрастающее отклонение секундной стрелки от нуля при повторных ее возвратах к нулю — ослабление посадки секундной стрелки на втулке сердечка. Втулку секундной стрелки следует слегка сжать.

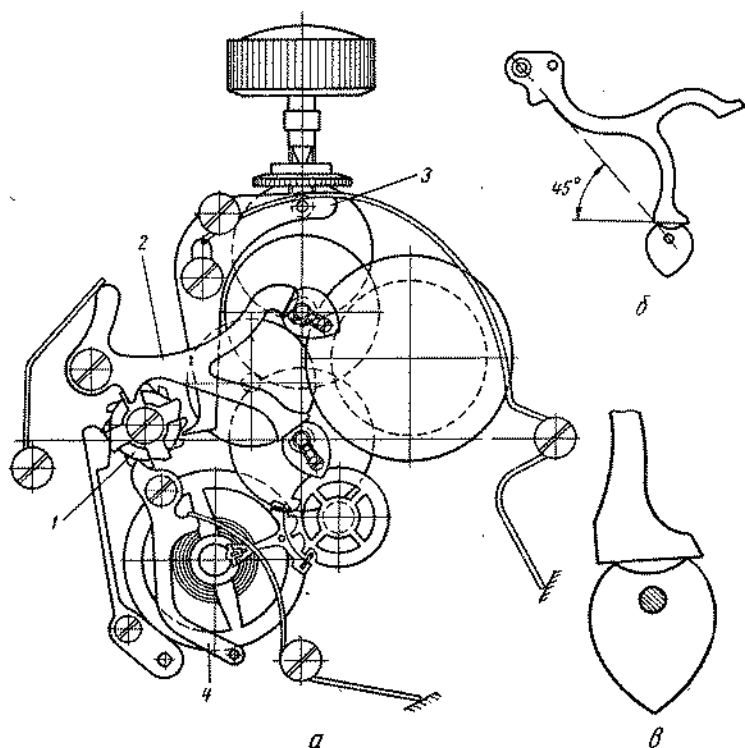


Рис. 127. Секундомер с колонным колесом

4. Секундная стрелка не вращается во время работы секундомера — ослабление фрикциона сердечка. Необходимо углубить паз на втулке сердечка и подогнать пружинку сердечка, введя ее глубже в паз.

Весь рычажный механизм секундомера размещается под циферблатом. При разборке секундомера может оказаться, что стрелки слишком плотно насажены на втулки сердечек и снять их не представляется возможным. В этом случае следует снять циферблат вместе со стрелками и сердечками. Необходимо внимательно следить за расположением винтов, удерживающих отдельные детали, так как винты в секундомере имеют одинаковые головки, но могут значительно различаться по длине. Пружины, взаимодействующие с рычагами, следует снимать аккуратно, предварительно ослабив винт, удерживающий пружину. Затем снять рабочий конец пружины с рычага, устранив этим натяжение пружины, и полностью отвернуть винт.

Не следует смещать винты эксцентриков, так как в противном случае при сборке секундомера потребуется дополнительная регулировка взаимодействия его деталей.

Сердечки секундомеров чистят сухой щеткой; отверстие во втулке сердечек тщательно протирают остро заточенной чуркой и продувают. В тех случаях, когда сердечки установлены непосредственно на колесах (например, в некоторых двухстрелочных секундомерах) и этот узел подвергался ремонту, необходимо проверить уравновешенность узла колеса с сердечком.

При сборке секундомера особое внимание необходимо уделять проверке правильной последовательности срабатывания рычагов секундомера, достаточной надежности посадки стрелок на втулку сердечка и фрикционной посадке сердечек на оси колес. Необходимо тщательно проверить положение стопорного рычага относительно затылка сердечек. Для правильного взаимодействия сердечек с рычагом необходимо, чтобы угол расположения плоской стороны рычага по отношению к линии центров был равен  $45^\circ$  (рис. 127, б). Ударная поверхность рычага должна быть совершенно плоской по всей длине (рис. 127, в) и не иметь закруглений по краям. Если сдвоенный стопорный рычаг хорошо фиксирует одно сердечко, а другое сердечко не доводит до нужного положения, можно слегка подогнуть одно из плеч рычага. Для этого рычаг кладут на стальную наковальню и легкими ударами затылка молотка деформируют рычаг в требуемом направлении. Следы ударов удаляют шлифованием и полированием. Правильно установленный рычаг при соприкосновении с сердечком должен установить сердечко в нулевое положение и плотно установиться на основании сердечка. Это требование прежде всего относится к секундному сердечку, так как при плохом прилегании рычага к основанию сердечка стрелка будет давать неправильные показания.

Поверхность сердечка отличается высокой твердостью и не подвержена износу. Однако, если на поверхности сердечка обнаружены заусенцы или вмятины, их необходимо осторожно удалить камнем арканзас и тщательно заполировать это место.

В механизме секундомера смазывают только точки соприкосновения пружин с рычагами. Кроме того, перед закреплением колонного колеса на рабочем месте осторожно смазывают маслом его заплешико. Пружинный двигатель, колесную передачу и регулятор секундомера смазывают обычным образом.

**Хронографы.** Хронографами называют прецизионные часы с секундомерным устройством. В большинстве случаев хронографы являются карманными часами, реже встречаются и наручные хронографы. Секундомерное устройство хронографа приводят в действие нажимом заводной головки. Заводные головки хронографов сопряжены с заводным валом с возможностью осевого перемещения. Первым нажимом включают секундомер-

ное устройство, вторым — останавливают его, а третьим — возвращают стрелки в нулевое положение. Наручные хронографы имеют две кнопки управления. Одна кнопка предназначена для пуска и останова секундомерного устройства, другая для возврата стрелок в нулевое положение. В другом случае первая кнопка запускает секундомерное устройство, а другая останавливает его и сбрасывает стрелки.

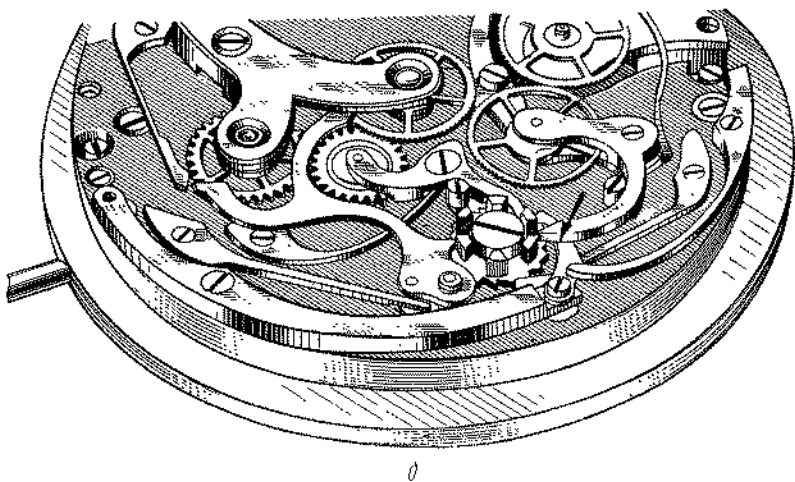
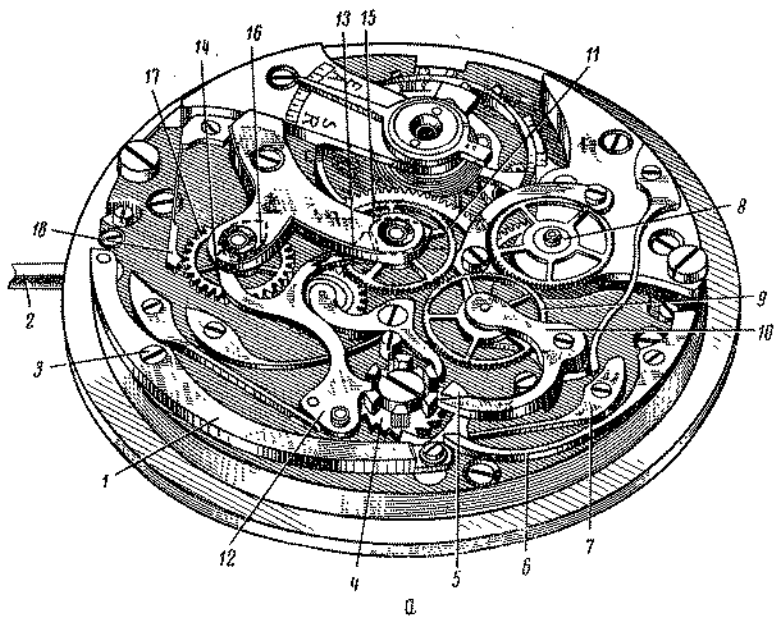
На рис. 128, *а* изображен механизм хронографа, приводимого в действие от заводной головки. Рычаг 1 при нажиме заводной головки, скользящей по заводному валу 2, поворачивается на оси-винте 3 и собачкой 5 поворачивает колонное колесо 4 на один зуб. После этого рычаг 1 возвращается в первоначальное положение под действием пружины 6. Колонное колесо удерживается в установленном положении фиксирующей пружиной 7. Колесо 8, жестко соединенное с удлиненной цапфой секундной оси часового механизма, находится в постоянном зацеплении с колесом 9, установленным на качающемся рычаге 10. Когда носик рычага западает между колонками колонного колеса 4, колесо 9 входит в зацепление с центральным хронографным колесом 11, на оси которого устанавливается секундная стрелка. Колеса 8, 9 и 11 имеют бархатные зубья. Момент включения секундомерного устройства, когда рычаг 10 запал между колонками колонного колеса, а колеса 8, 9 и 11 пришли в сцепление, показан на рис. 128, *б*.

Второй нажим на заводную головку приводит к очередному повороту колонного колеса. Рычаг 10 выталкивается из впадины и колесо 9 отходит от колеса 11. Секундомер хронографа будет остановлен (рис. 128, *в*).

Третий нажим кнопки вновь перемещает колонное колесо; рычаг 10 остается на колонке, а рычаг 12 падает во впадину. Таким образом, плечи 13 и 14 стопорного рычага упадут на сердечки 15 и 16 и возвратят стрелки в нулевое положение. Сердечки секундной оси и минутного счетчика жестко закреплены на соответствующих осях колес.

Колесо 17 минутного счетчика имеет фиксатор 18. Палец 19 (рис. 128, *в*), установленный на центральном хронографном колесе, с каждым оборотом этого колеса входит в зацепление с колесом 20, поворачивая его на один зуб. При этом стрелка минутного счетчика перемещается на одно деление.

При разборке хронографа необходимо предварительно внимательно ознакомиться с принципом работы его механизма и проследить действие каждой его детали. Так же как и при разборке секундомеров, необходимо очень осторожно снимать пружины, управляющие рычагами; не смещать эксцентричные винты, служащие ограничителями падения рычагов, и т. д. При разборке следует внимательно следить за расположением деталей и в первую очередь отделять детали, расположенные



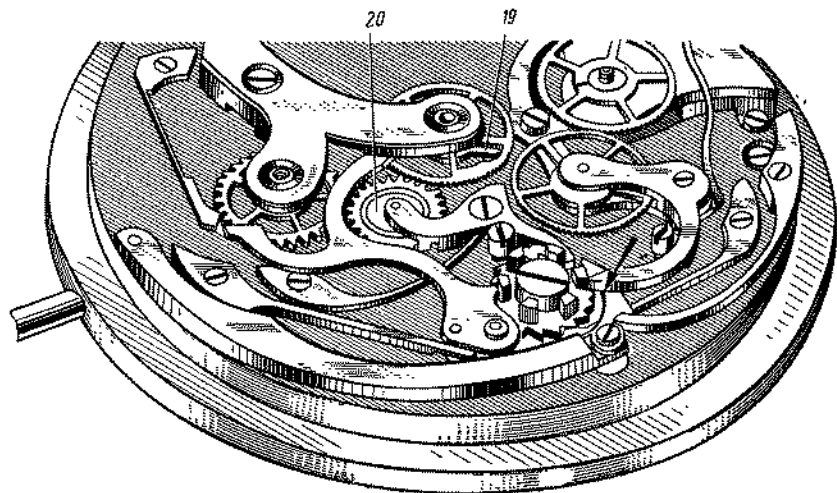
сверху других. Необходимо помнить, что в секундомерном устройстве хронографов многие винты имеют левую резьбу. В большинстве случаев эти винты имеют специальную метку: по обе стороны от основного центрального шлица на головках этих винтов прорезаны два неглубоких декоративных шлица. Таким образом, левый винт имеет тройной шлиц.

Чистят детали хронографа обычным способом. С особой аккуратностью следует очищать от грязи и сгустков смазки трущиеся поверхности рычагов.

Некоторой спецификой обладает чистка зубьев хронографных колес. Эти колеса очищаются стеклянной (карцовочной) щеткой до тех пор, пока зубья не начнут блестеть. Рекомендуется применять щетку с короткой щетиной, обладающей большей жесткостью.

При сборке хронографа все его детали перед установкой их на место слегка смазывают маслом. Это требование выполняют и в отношении хронографных колес, цапфы которых смазывают перед установкой колес в механизм. Необходимо обращать внимание на степень легкости вращения всех трех хронографных колес, а также уравновешенность центрального хронографного колеса, несущего сердечко. Легкость вращения промежуточного хронографного колеса, установленного на качающемся рычаге, рекомендуется проверять, направляя на перекладные колеса струю воздуха из резиновой груши.

Ремонт деталей хронографа не отличается от ремонта деталей секундомера, и секундомерное устройство хронографа подвержено тем же дефектам, что и complication секундомера.



6

Рис. 128. Механизм хронографа

После установки секундомерных стрелок хронографа необходимо тщательно проверить их взаимодействие. Для этого пускают хронограф и, наблюдая за движением секундной стрелки, убеждаются в надежности ее посадки. Затем, когда стрелка подходит к нулевому делению шкалы, наблюдают за началом движения минутного счетчика. Стрелка минутного счетчика должна начинать свое движение только после того, как секундная стрелка пройдет шестидесятое (нулевое) деление шкалы. В противном случае необходимо откорректировать положение пальца на оси центрального хронографного колеса. Для этого слегка придерживают колесо и при помощи латуниного пинцета поворачивают палец в требуемом направлении.

При пуске секундная стрелка хронографа должна плавно двинуться вперед; при остановке стрелка должна мгновенно останавливаться без какого-либо дополнительного смещения назад или вперед. Возврат в нулевое положение должен осуществляться мгновенно, одновременным резким прыжком обеих стрелок.

Заканчивая описание хронографов, необходимо отметить еще одну особенность этих приборов. Поскольку хронографы имеют самые различные области применения, то многие из них имеют специальные дополнительные шкалы на циферблатах, облегчающие определение таких параметров, как скорость движения, дальность и т. п. Например, существуют хронографы с дополнительным часовым счетчиком, позволяющим производить измерение весьма больших интервалов времени; хронографы-тахометры, определяющие скорость движения и имеющие шкалу, отградуированную в километрах или милях. На циферблатах таких хронографов отмечено базовое расстояние (например, «база 1000 метров»). Это означает, что, пуская хронометр, необходимо отметить какую-то точку пути и остановить хронометр тогда, когда движущийся объект наблюдения пройдет 1000 метров. Секундная стрелка на шкале скоростей покажет скорость движения объекта (например,  $700 \text{ м/сек}$ ). Хронограф-телеметр позволяет определить расстояние до объекта наблюдения, если этот объект находится в пределах видимости и слышимости. Например, если хронограф будет включен в момент вспышки молнии, а выключен в тот момент, когда послышится гром, отсчет по специальной шкале хронографа укажет расстояние в километрах до места, где произошла гроза.

Существуют хронографы, предназначенные для различных медицинских целей, для наблюдения за производственными процессами, для регистрации приливов и отливов и т. п.

Известны хронографы с дополнительными устройствами, не имеющими прямого отношения к измерению времени. Например, существуют хронографы, ободок стекла которых выполнен в виде кольцевой логарифмической линейки, или хронографы,



позволяющие определять направление. Такой хронограф имеет дополнительную суточную стрелку. Если хронометр расположить горизонтально циферблатом вверх и направить его часовую стрелку на солнце, а суточную стрелку при помощи дополнительной головки ориентировать по компасу на север, то этот хронограф в течение суток может заменять компас. При направлении его часовой стрелки на солнце суточная стрелка будет указывать на север.

Хронографы, как и секундомеры, изготавливаются одно- и двухстрелочные. Конструкция двухстрелочных хронографов не имеет существенных отличий от аналогичных секундомеров.

**Хронометры.** Хронометры являются приборами времени высокого класса точности. По своему назначению хронометры условно подразделяются на четыре типа:

1. Настольные хронометры, применяющиеся в лабораториях, геологических и метеорологических службах, для береговой службы морского и наземной службы воздушного флотов.

2. Морские или судовые хронометры, применяющиеся на морских судах и установленные в специальных футлярах на карданном подвесе, обеспечивающем сохранение горизонтального положения хронометра в условиях качки судна.

3. Авиационные или астрономические хронометры, применяющиеся на самолетах для счисления навигационных элементов и устанавливаемые в специальных металлических футлярах, в полукардане на пружинных амортизационных подвесах и фетровых демпферах для гашения вибраций.

4. Карманные хронометры, применяемые преимущественно в морском флоте в качестве прецизионных переносных часов.

Следует напомнить, что механизм хронометра всегда расположен циферблатом вверх и его баланс, обладающий большим весом и размерами, несущий на ободке тяжелые винты и регулировочные грузы, колеблется, опираясь на пятку нижней цапфы. Поскольку удельное давление пятки на накладной камень весьма велико, обыкновенный синтетический рубин непригоден для изготовления названного камня. Накладной камень нижней цапфы хронометрового баланса изготавливается из натурального алмаза. Спираль в хронометре также имеет несколько необычную форму — она цилиндрическая и на обоих концах имеет концевые кривые. Градусника в хронометрах нет. Ход хронометра регулируют измерением момента инерции баланса.

Наибольшим своеобразием обладает так называемый хронометровый ход, известный в двух основных конструктивных вариантах: ход с пружиной покоя и ход с рычагом покоя.

Хронометровый ход с пружиной покоя (рис. 129, а) наиболее распространен. Импульсный ролик 1, камень 2 которого выступает над образующей поверхности ролика, установлен на оси баланса и колеблется с небольшим зазором

между двумя зубьями ходового колеса 3. Второй ролик 4, установленный на оси баланса под первым роликом, несет спусковой камень 5, который при движении баланса против часовой стрелки приподнимает тонкую золотую спусковую пружинку 6. Пружинка 6 опирается при этом на конец рычага 7 и подни-

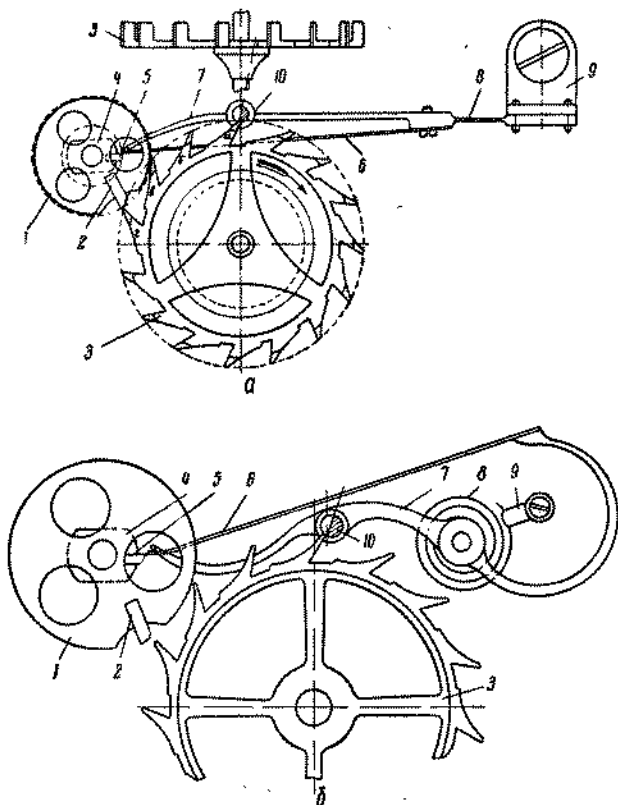


Рис. 129. Хронометровые ходы

мает его, прогибая пружину 8 покоя, являющуюся эластичным креплением рычага 7 на колодке 9. При подъеме рычага 7 зуб ходового колеса, лежавший до этого на плоскости камня 10 покоя, срывается с этого камня и освобождает ходовое колесо, которое начинает поворачиваться. При этом зуб 2 колеса догоняет импульсный камень 2 и, ударяя его, сообщает импульс балансу. В это время золотая пружинка 6 срывается с камня 5; рычаг 7 под воздействием пружины покоя 8 возвращается в исходное положение и зуб 6 ходового колеса падает на плоскость камня 10 покоя. После этого система занимает исходное положение.

При обратном движении баланса (по часовой стрелке) импульсный камень 2 проходит мимо ходового колеса, не соприкасаясь с его зубьями; спусковой же камень 5, нажимая на золотую пружинку, отводит ее от рычага 7, причем пружинка вследствие своей большой эластичности почти не оказывает сопротивления балансу. Таким образом, в хронометровом ходе импульс балансу сообщается только в одном направлении, причем баланс совершает почти свободные колебания, лишь раз в период взаимодействия с системой спуска.

Хронометровый ход с рычагом покоя (рис. 129, б) встречается несколько реже. Из приведенной схемы видно, что этот ход имеет большое сходство с описанным выше. Разница заключается лишь в том, что рычаг покоя 7 закреплен не на пружине покоя, а установлен в опорах на оси и снабжен миниатюрной спиралью 8, наружный конец которой закреплен в колдочке 9. Принцип действия этого хода аналогичен ходу с пружиной покоя и не требует дополнительного пояснения.

Хронометровые хода не имеют самопуска. Чтобы пустить хронометр после заводки его пружины, необходимо сообщить балансу первоначальный импульс, повернув хронометр вокруг его вертикальной оси.

Импульс, сообщаемый балансу в момент прохождения его через положение равновесия, оказывает минимальное влияние на период колебания баланса (см. теоремы Эри). Поэтому при регулировке хронометрового хода стремятся, чтобы импульс сообщался балансу возможно ближе к положению равновесия, распределяя угол импульса равномерно по обе стороны.

Угол подъема баланса обычно составляет около  $45^\circ$ . Величина покоя выбирается в пределах от 1,5 до 2,5 толщины острия зуба ходового колеса. Длина пружины покоя обычно равна 0,5 радиуса ходового колеса. Диаметр камня покоя равен 0,25—0,35 шага ходового колеса.

Плоскость покоя хронометрового спуска устанавливают так, чтобы угол притяжки был равен  $8—16^\circ$ . Угол освобождения обычно равен  $30—55^\circ$ . Толщина золотой пружинки и пружины покоя составляет примерно 0,03—0,05 мм.

Разбирая хронометр, его освобождают из карданного подвеса в футляре, отворачивают ободок со стеклом и извлекают механизм из корпуса. При разборке механизма в качестве подставки используют корпус хронометра, устанавливая на него механизм циферблатом вниз. В начале разборки спускают заводную пружину, для чего на вал надевают ключ и, отведя собачку, плавно поворачивают ключ против часовой стрелки. Затем собачку отводят от храпового колеса улитки и спускают пружину улитки. Снимают стрелки, циферблат и удаляют колеса стрелочного механизма. После этого отворачивают балансовый мост и колонку спирали; удаляют мост и снимают

баланс. Затем снимают барабанный мост, пробковую шайбу, фланец и шайбу вала улитки; отворачивают три винта, крепящие платину, и, сняв платину, извлекают остальные детали.

Детали механизма хронометра подвержены тем же дефектам, что и детали обычного часового механизма. Устранение этих дефектов не требует использования специальных приемов и может быть выполнено любым специалистом, хорошо освоившим ремонт часов. Ремонтируя хронометр, следует помнить, что это прецизионный прибор и качество обработки его деталей должно быть предельно высоким. В то же время следует отметить, что в условиях часовых мастерских механизм хронометра может быть только отремонтирован. Регулировка же хронометра, требующая специальной аппаратуры и производимая по специальным ритмическим сигналам времени, передаваемым по радио несколькими астрономическими обсерваториями мира, не может быть выполнена часовым мастером. Таким образом, часовая мастерская не может гарантировать необходимой точности хода хронометра. Хронометр, подвергшийся ремонту, должен быть сдан на специальную регулировку и аттестацию в специализированную организацию, которой предоставлено право выдачи государственных аттестатов на прецизионные приборы времени. В нашей стране такой организацией является Научно-исследовательский институт часовой промышленности в Москве.

Собирают хронометр в определенной последовательности. Сначала собирают узлы барабана и улитки, затем закрепляют на платине мост промежуточного и секундного колес и нижний мост баланса. Устанавливают центральное, промежуточное и секундное колеса. Закрепляют собачку, храповое колесо, улитку и ходовое колесо. Устанавливают верхнюю платину, барабан и барабанный мост. Закрепляют храповое колесо и собачку барабана. Устанавливают баланс и закрепляют колодку спирали на балансовом мосту. Проверяют зазоры и регулировку узла хода. Зуб ходового колеса должен заходить на камень покоя на 0,2—0,25 мм. Конец золотой пружинки должен выступать над концом рычага покоя не более, чем на 0,4 мм. Зазор между зубьями ходового колеса и торцом импульсного камня должен составлять не более 0,04—0,07 мм.

Вал улитки в отверстиях платины должен иметь радиальный зазор 0,015—0,03 мм и осевой зазор 0,08—0,12 мм. Радиальный зазор вала барабана не должен превышать 0,02—0,04 мм. Триб центрального колеса должен иметь радиальный зазор в пределах 0,01—0,02 мм и осевой зазор в пределах 0,07—0,10 мм. Радиальный зазор ходового триба не должен превышать 0,01—0,015 мм. Для оси баланса осевой зазор должен составлять 0,04—0,06 мм, а радиальный 0,05—0,01 мм.

В заключение сборки устанавливают на барабане и улитке цепь, слегка под заводят пружину; на вал улитки надевают шайбу, фланец и пробковое кольцо; собирают стрелочный механизм и, надев циферблат и стрелки, устанавливают механизм в корпус.

Перевод стрелок хронометра и их первоначальную установку осуществляют заводным ключом, надеваемым на квадрат минутной оси при снятом ободке со стеклом.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ЧАСЫ

К бытовым техническим часам относятся реле времени и автомобильные часы. Ремонт этих приборов не может вызывать затруднений, поскольку их основу составляет обычный часовой механизм, дополненный лишь некоторыми специфическими устройствами: контактной группой у реле времени, электропод заводом у ряда типов автомобильных часов и т. п.

**Реле времени.** Так же как и будильники реле времени осуществляют включение исполнительного механизма в заранее заданное время, с той только разницей, что будильники включают сигнал, а реле времени производит замыкание или размыкание контактов, посредством которых включается (выключается) электрический прибор — двигатель стиральной машины, лампы освещения, радиоприемник и т. д.

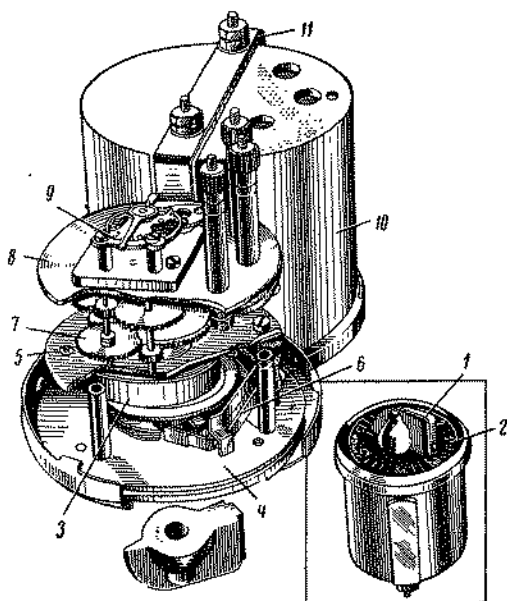
Реле времени подразделяются на две основные группы: приборы однократного действия (обычно называемые программными выключателями) и приборы длительного действия со сложной, произвольно устанавливаемой программой, периодически обрабатываемой прибором в течение всего цикла его работы.

В качестве примера наиболее простого и распространенного типа реле времени можно указать на автомобильные выключатели, изготавливаемые английской фирмой «Виннер». Эти реле представляют собой часовой механизм с контактным устройством, срабатывающим через установленные промежутки времени. Механизм снабжен двумя парами одновременно срабатывающих контактов. Одна пара производит только замыкание электрической цепи, другая — только размыкание.

Реле времени «Виннер» изготавливаются нескольких типов, отличающихся друг от друга не конструкцией, а длительностью максимально устанавливаемого интервала времени. Таким образом, каждый тип рассчитан только на одну программу. Имеются реле на интервалы от 0 до 90 сек; от 0 до 60 мин; от 0 до 6 ч. Прямое назначение реле времени «Виннер» — включение или выключение в заданное время габаритных огней автомобиля.

Общий вид реле времени «Виннер» и его механизм показаны на рис. 130. Поворотом рукоятки *I* с указывающей стрелкой

по циферблату 2 устанавливают требуемую выдержку времени; одновременно заводится пружина. Заводная пружина 3 открытого типа (без барабана) размещена между передней 4 и средней 5 платинами механизма. Там же расположены контактные группы 6, замыкающиеся или размыкающиеся при возвращении установочной рукоятки в нулевое положение. Колесная передача 7, состоящая из пяти колес и трибов, находится



между средней и задней 8 платинами. Центральное колесо, фрикционно закреплено на своей оси, допускает ее вращение при установке программы. На задней пластине расположен стандартный приставной ход 9 фирмы «Смитс». Приставной ход анкерного типа. Механизм реле выполнен на 9 камнях. Весь механизм защищен гладким цилиндрическим корпусом 10 с пружинными захватами 11 для установки прибора на его рабочем месте — в крыле автомобиля.

Реле времени «Виннер» просты по устройству и надежны в работе. Кроме своего основного назначения они успешно применяются

Рис. 130. Реле времени фирмы «Виннер»

в качестве бытовых приборов для программного включения — выключения различной электро- и радиоаппаратуры.

В нашей стране выпускается несколько типов бытовых реле времени, среди которых наибольшее распространение получили реле для стиральных машин типа 16-1РВ (рис. 131, а). Это реле предназначено для включения и выключения электродвигателей, приводящих в движение моющее устройство и центрифугу стиральной машины.

При повороте рукоятки 1 по шкале устанавливают время срабатывания реле и заводят пружину 2. Контактная группа 5 приводится при этом в замкнутое состояние. Заведенная пружина вращает колесную передачу 3, передающую импульсы на балансировый регулятор 6. По истечении заданного времени рукоятка возвращается к нулевому положению и кулачок 7 замыкает контактную группу.

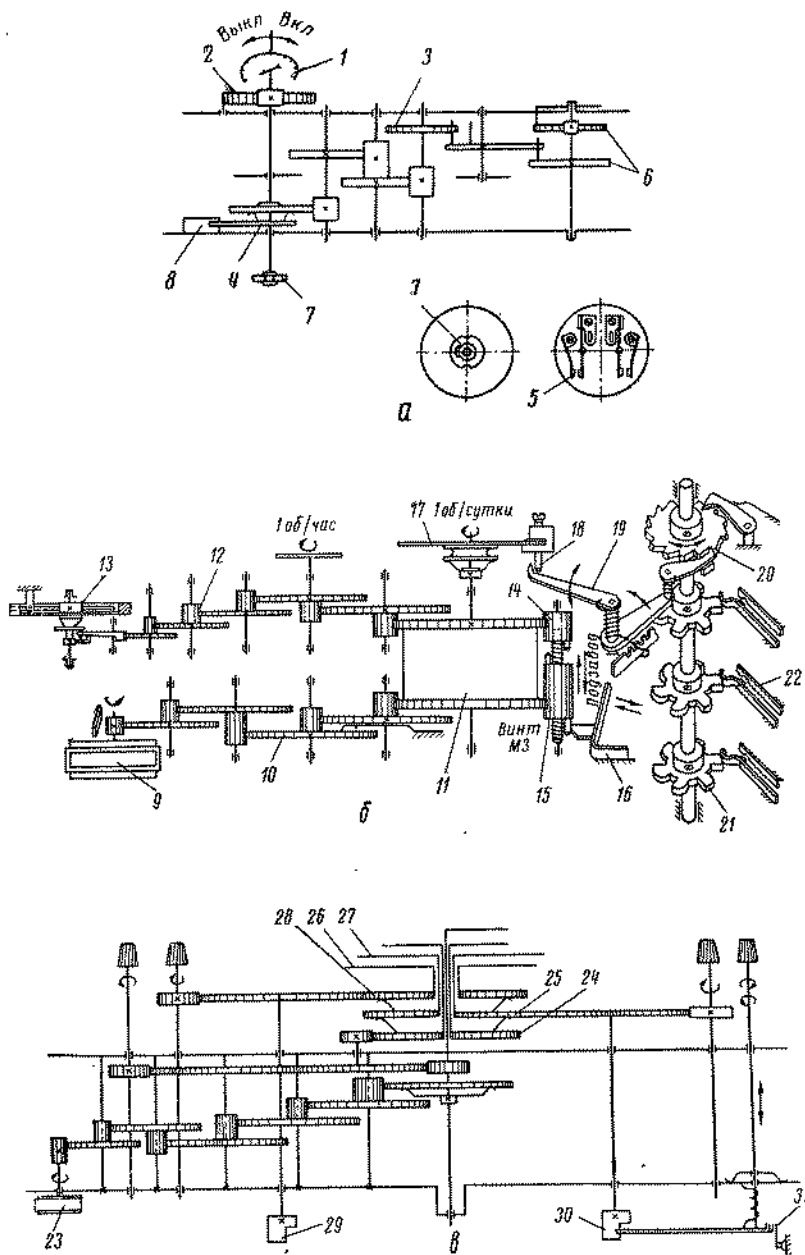


Рис. 131. Разновидности реле времени:  
 а — 16-1РВ; б — 2РВ; в — 3РВ

После срабатывания контактов флажок 4, установленный на центральной оси, подходит к упору 8 и останавливает часовой механизм.

Выдержки времени, устанавливаемые при помощи этого реле, составляют от 2 до 10 мин. Контакты реле рассчитаны на значительную нагрузку; при напряжении 220 в допустимый ток, проходящий через контакты, равен 10 а.

Второй тип реле — 2РВ. Это многопрограммное реле времени позволяет выполнять до 8 программ на включение и выключение электрических цепей. Реле предназначено для включения уличного освещения в ночное время и для других аналогичных целей в коммунальном хозяйстве.

Реле имеет электродвигатель 9 (рис. 131, б), периодически затормаживаемый без выключения тока. Через зубчатую передачу 10 двигатель подзаводит пружину 11, находящуюся в барабане. Пружина через зубчатую передачу 12 передает импульсы приставному ходу 13.

Режим подзавода пружинного двигателя 11 регулируется автоматически. Триб 14 жестко сопряжен с винтом, по которому как гайка перемещается триб 15. При вращении зубчатой передачи электродвигателем триб 15 опускается по винту вниз и своим штифтом соприкасается с подпружиненным упором 16, который стопорит электродвигатель. По мере раскручивания заводной пружины триб 14 вращает винт и гайка-триб 15 поднимается по винту. При выходе триба 15 из соприкосновения с упором 16 двигатель 9 начинает вращаться и производит очередную подзавод пружины.

На программном диске 17, совершающем один оборот в сутки, набирается программа включений — выключений при помощи переставляющихся штифтов 18. При соприкосновении такого штифта с рычагом 19 срабатывает храповое устройство 20, на валу которого установлены кулачки 21, управляющие работой контактов 22.

Время выдержки реле от 90 мин до 24 ч. Точность срабатывания механизма  $\pm 2$  мин. Резерв хода часового механизма в случае отключения тока и прекращения работы электродвигателя свыше суток. Допустимый ток на контактах 15 а при напряжении 250 в.

На рисунке 131, в показано реле времени типа 3РВ, предназначенное для управления работы нагревательных элементов кухонных электроплит.

В этом реле вместо обычного часового механизма с пружинным двигателем и регулятором хода применен синхронный электродвигатель, т. е. реле 3РВ в сущности является электрическими часами. Более детально синхронный электродвигатель будет описан ниже в разделе «Электрические часы».



Электродвигатель 23 через систему зубчатых колес приводит в действие контактное устройство. Колесо 24 фрикционно связано с колесами 25 и 28, несущими лимбы со шкалами выключения 27 и включения 26. Показания шкал просматриваются в окнах лимбов, снабженных указателями для установки времени включения — выключения контактов. На осях колес с 25 и 28 установлены кулачки 29 и 30, управляющие работой контактов 31.

Интервал установки времени включенного состояния для реле ЗРВ равен от 15 мин. до 8 ч. Точность срабатывания контактов  $\pm 7,5$  мин. При необходимости контакты могут быть разомкнуты от руки. Допустимый ток на контактах до 10 а при напряжении сети 220 в.

Разборка, сборка и регулировка механизмов реле обычно не вызывает затруднений. К специфическим недостаткам в работе реле относятся: несвоевременное срабатывание и эрозионный износ контактов. В первом случае необходимо внимательно проследить работу механизма, найти и устранить причину, вызвавшую дефект. Такой причиной могут быть; деформация контактной пластины, смещение кулачка, управляющего контактом, деформация рычагов контактного механизма и др. Изношенную поверхность контакта необходимо зачистить и отполировать, предварительно устранив эрозионную раковину. Если раковину устранить не представляется возможным, контакт необходимо заменить.

**Автомобильные часы.** Эти часы чрезвычайно разнообразны по своему оформлению, выполняемому в соответствии с общим стилем отделки автомашины, для которой предназначаются эти часы. Механизмы же этих часов относительно одинаковы, они имеют лишь две основные модификации. Первая (менее распространенная) — часы с заводкой от руки; вторая — часы с электропод заводом.

Автомобильные часы с заводкой от руки, обычно называемые механическими автомобильными часами, типа 51-ЧТ, предназначены для эксплуатации в условиях транспортных вибрационных нагрузок. Они отличаются повышенным качеством механизма в смысле его устойчивости к внешним воздействиям. В часах 51-ЧТ применен свободный анкерный ход. Двигатель часов — пружинный; длительность действия часов от одной заводки — недельная. Механизм на 15 камнях. Его суточный ход порядка  $\pm 90$  сек обеспечивается в интервале температур от  $-30^\circ$  до  $+50^\circ$  С. Точность хода часов при минусовых температурах обеспечивается, как и во всех других типах автомобильных часов, применением миниатюрной электронагревательной плитки, питаемой от автомобильного аккумулятора и установленной на задней стенке корпуса часов. Плитка состоит из слюдяных гребенок, несущих электроспираль и отделенных друг

от друга слюдяными изолирующими пластинами. Комплект гребенок и пластин закреплен на двух винтах на крышке корпуса (с внутренней его стороны) и отделен от механизма тонким защитным металлическим кожухом.

В автомобильные часы обычно бывает вмонтирована небольшая осветительная лампа для подсвета циферблата в ночное время.

Автомобильные часы с электропод заводом по своему устройству несколько отличаются от обычных часов. Это отличие прежде всего проявляется в конструкции центрального узла. На центральной оси 1 (рис. 132, а) свободно установлено храповое колесо 2 с очень мелкими зубьями. Якорь 3 электроподзавода, также свободно установленный на центральной оси, двумя собачками 4 взаимодействует с храповиком. Третья собачка 5 фиксирует положение храповика.

Когда якорь 3 под воздействием цилиндрической пружины 6 движется в направлении, указанном стрелкой, он своими собачками 4 захватывает и поворачивает храповик. Храповик через вспомогательную пружину — гешпер, представляющую один виток спиральной пружины, сопряжен с центральной осью. Под воздействием заводной пружины 6 гешпер передает вращение от храпового колеса на центральную ось. Эта ось жестко сопряжена с центральным колесом, которое через обычную колесную передачу сообщает импульсы на баланс.

По мере того как якорь 3 приближается к упору 7, штифт 8 якоря входит в рожки контактного рычага 9 и поворачивает его в направлении против часовой стрелки. Хвостовик рычага 9 взаимодействует с пружиной 10, которая при переходе рычага через точку равновесия резко бросает рычаг в направлении его движения. Контактный рычаг 9 замыкается с контактной пластиной 11, включая питание (от аккумулятора) катушки 12 электроподзавода. При включении катушки якорь 3 резко притягивается к ее полюсам, растягивая пружину 6. Храповое колесо застопоривается собачкой 5, и собачки 4 якоря проскальзывают по зубьям храповика. В момент подзавода часы продолжают работу, расходуя энергию гешпера. Когда якорь притянут катушкой, контакты вновь размыкаются и якорь под воздействием пружины 6 получает возможность вновь перемещаться в направлении, указанном стрелкой.

На рисунке 132, б показана схема контактного узла автомобильных часов. Контактный рычаг 15 установлен на оси 16. Одно плечо рычага несет контакт 17, другое снабжено рожками 18 для взаимодействия со штифтом якоря, а третье плечо с малыми рожками через пластинчатый упор 19 взаимодействует с пружиной 20. Узел контакта показан в замкнутом состоянии. Когда якорь в момент подзавода нажмет своим штифтом на правый рожек рычага 15, начинается поворот рычага по

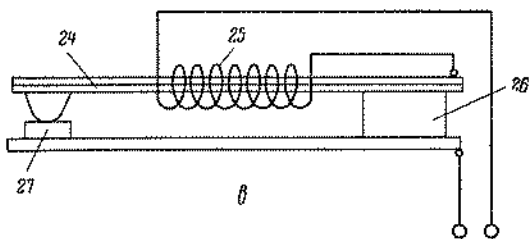
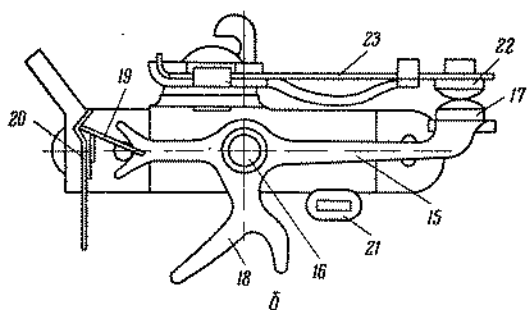
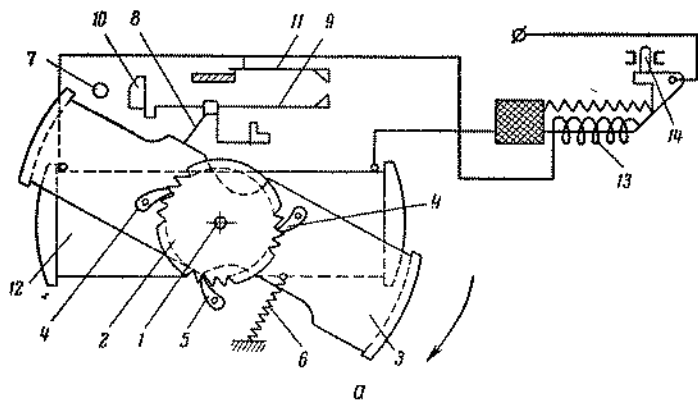


Рис. 132. Схема автомобильных часов с электроподзаводом

часовой стрелке. При этом упор 19 начнет отжимать пружину 20, постепенно принимая горизонтальное положение. Когда упор 19 примет горизонтальное положение, пружина 20 отклонится на максимальный угол, и как только упор сместится несколько выше, пружина 20 резко отбросит рычаг 15 к эластичному упору 21. Пока рычаг 15 перемещается под воздействием штифта якоря, контакт 17 должен быть замкнут с контактом 22, установленным на пружине 23. Разрыв контактов должен происходить только в момент броска рычага пружиной 20. При сборке контактного узла особое внимание следует обращать своевременному размыканию контактов подзавода. Контакты регулируют подгибкой пружины 23.

Замыкание контакта происходит аналогично. Рычаг 15 отрывается от упора 21 плавно, под воздействием штифта якоря на рожки 4. При переходе рычагом точки равновесия он будет резко брошен вперед пружиной 20.

Своеобразным устройством, примененным в автомобильных часах, является термореле 13 (см. рис. 132, а). Его назначение — предохранить катушку электромагнита от повреждения при падении напряжения питания. Автомобильные часы получают питание от аккумулятора, предназначенного для обслуживания всех электрических цепей автомашины (зажигание, освещение, радиоаппаратура и пр.). Такая нагрузка, естественно, может явиться частой причиной падения напряжения питания. Кроме того, если момент включения подзавода совпадет с запуском двигателя автомашины, то возникшее в этот момент кратковременное падение напряжения также может отрицательно сказаться на работе часов. Дело в том, что при относительно низком напряжении у включенного электромагнита поле будет слабее и электромагнит не сможет притянуть полностью якорь. При этом может наступить такое состояние механизма подзавода, когда якорь остановится на половине пути, лишь слегка растянув пружину часов и не разомкнув контакт, включающий питание катушки. Катушка окажется подключенной к цепи питания на длительное время, перегреется и выйдет из строя.

Термореле устраняет эту опасность. Устройство его чрезвычайно просто (рис. 132, в). Из биметаллической пластинки вырезают небольшую контактную пластинку 24, на которую наматывают небольшую катушку 25 из провода с большим сопротивлением (например, нихром или константан, применяемые для изготовления спиралей в электронагревательных приборах). Эту катушку включают в разрыв цепи питания электромагнита подзавода таким образом, что один конец катушки включен непосредственно в цепь питания, а другой соединен с биметаллической пластиной. Один конец биметаллической пластины укреплен на жестком основании 26, изолированном от

механизма часов, другой соприкасается с контактом 27, к которому подведен второй конец разрыва цепи питания. Таким образом создается цепь: источник тока — катушка термореле — пластина термореле — контакт термореле — катушка электромагнита — контакт включения электроподзавода — источник тока.

Если контакт включения электромагнита остался в замкнутом состоянии и катушке электромагнита угрожает перегрев, то одновременно с ней (но значительно быстрее) нагревается катушка термореле. Нагрев этот вызывает изгиб биметаллической пластины и соответственно разрыв цепи питания. Схема часов оказывается обесточенной. Часы могут быть приведены в исходное положение после остывания термореле путем нажатия специальной кнопки 14, выведенной на заднюю стенку корпуса часов.

Автомобильные часы с электроподзаводом изготавливают с механизмом на 11 камнях со свободным анкерным ходом. В зарубежных часах часто используют штифтовые хода. Частота срабатывания электроподзавода обычно равна 2—4 мин; суточный ход автомобильных часов — в пределах  $\pm 90$  сек.

К специфическим дефектам автомобильных часов с электроподзаводом прежде всего относится повреждение контактного узла. До 50% этих часов поступают в ремонт, имея испорченную контактную систему. Основными повреждениями контактов являются: обгорание контактов и образование на их поверхности раковин, сваривание контактов и общее их загрязнение и окисление. Поверхность поврежденных контактов должна быть тщательно очищена, выправлена и отполирована. Сильно деформированные контакты необходимо заменить.

Может быть также повреждено термореле. К дефектам термореле относятся: загрязнение оси вращения защелки, увеличивающее электрическое сопротивление в цепи термореле, обгорание контакта термореле, повреждение изоляции обмотки термореле и плохая припойка обмотки к пластинам. Эти дефекты также подлежат обязательному устранению. Пайку производят оловом при помощи обыкновенного электропаяльника. В качестве флюса применяют раствор канифоли в чистом спирте (паяльная кислота или другие кислотосодержащие флюсы не допускаются).

В описываемых часах многие токонесущие детали соединены заклепками. Особое внимание необходимо уделять проверке прочности заклепок, которыми соединены токонесущие детали, так как ослабевшее соединение может явиться причиной нарушения электрической цепи и остановки часов.

К частым повреждениям часов относится также повреждение обмотки электромагнита подзавода. В этом случае наиболее целесообразно заменить заднюю платину вместе

с электромагнитом, закрепленным на платине расклепкой. При невозможности замены всего узла платины обмотку заменяют. Для этого необходимо осторожно, без перекоса высадить каркас электромагнита из платины. Сняв с сердечника поврежденную обмотку, выправляют хвостовики башмаков сердечника для их повторного закрепления в платине. Намотку производят, зажав каркас электромагнита в патроне токарного станка. Обмотка должна быть уложена в шахматном порядке или рядами с плотной укладкой витков. Направление намотки не имеет значения.

При установке задней платины в механизм необходимо тщательно проверять взаимное расположение электромагнита и его якоря. Зазор между башмаками электромагнита и якорем с обеих сторон должен быть от 0,2 до 0,5 мм.

К дефектам автомобильных часов относятся также относительно быстрый износ зубьев храпового колеса и собачек, а также увеличение трения между средней платиной и центральным трибом. Изношенные собачки и храповик следует заменить. Возросшее трение устраняют регулировкой натяжения фрикционной пружины, соединяющей центральный триб с центральным колесом.

# ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЧАСЫ

## МАЛОГАБАРИТНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЧАСЫ

Электрические часы можно несколько условно подразделить на две основные конструктивные модификации. К первой относятся механические часы с электрическим подзаводом их пружинного двигателя; вторую группу образуют собственно электрические часы, в которых источником энергии является электрическая батарея или аккумулятор, энергия которых используется для непосредственного приведения в действие регулятора хода.

**Часы с электроподзаводом.** Они известны уже несколько десятилетий; чисто электрические часы и особенно наручные электрические часы появились в течение последних десятилетий. Электрические часы обладают более высокой точностью, они могут функционировать непрерывно без смены источника тока в течение года и более.

За рубежом неоднократно предпринимались попытки осуществить промышленный выпуск и наручных электрических часов. В 1961—1962 гг. были изготовлены первые промышленные серии наручных электрических часов на Втором московском часовом заводе. Первые промышленно изготовленные образцы наручных электрических часов, изготовленных за рубежом (Франция), появились в 1954 г. К сожалению, производ-

ство этих часов встретило большие технические трудности и на некоторое время их выпуск почти повсеместно был прекращен \*. Что же касается электрических часов крупного калибра, то за рубежом эти часы все более вытесняют часы механического принципа действия; в нашей стране их массовое производство уже осваивается несколькими часовыми заводами, и эти часы скоро поступят в торговую сеть. Таким образом, вопрос организации ремонта электрических часов и подготовки соответствующих кадров мастеров-ремонтников, а также укомплектования ремонтных мастерских необходимой аппаратурой и инструментами стал весьма актуальным и в ближайшие два года потребует безотлагательного решения.

**Электрические часы\*\*.** По принципу своего действия электрические часы подразделяются на контактные, бесконтактные или транзисторные, камертонные и синхронные. Часы контактные, как это видно по их названию, имеют контакт, замыкающий электрическую цепь питания привода регулятора хода. Часы бесконтактные вместо контакта имеют миниатюрный транзистор. Часы камертонные названы так потому, что в качестве регулятора хода этих часов использован миниатюрный камертон. Синхронные часы, как уже указывалось, приводятся в действие синхронным электродвигателем.

Как известно, проводник, по которому протекает электрический ток, окружен магнитным полем. Если к такому проводнику приблизить постоянный магнит (или электромагнит), то вследствие их взаимодействия на проводник будет действовать некоторая сила, отталкивающая проводник от магнита. Направление этой силы зависит от направления тока в проводнике и направления силовых линий, образующих поле постоянного магнита. Для определения направления движения проводника существует правило левой руки:

*Если поместить левую руку над проводником (рис. 133) так, чтобы ток в проводе протекал по направлению от ладони к концам пальцев, а ладонь была обращена навстречу полю (т. е. чтобы магнитные линии «входили» в ладонь, обращенную к северному полюсу магнита), то сила, действующая на провод, будет обращена в сторону отогнутого большого пальца.*

Не менее известно явление электромагнитной индукции, состоящее в возникновении электрического тока в проводящем контуре (проводе), если этот контур замкнут, или электродвижущей силы (ЭДС), если контур не замкнут, при всяком изменении магнитного потока, пронизывающего контур. Иными словами, если вблизи электрической катушки, концы которой под-

\* В течение 1965—1966 гг. производство наручных электрических часов возобновлено почти на всех фирмах.

\*\* Под этим сокращенным наименованием в дальнейшем следует понимать часы электромагнитного или магнитоэлектрического принципа действия.



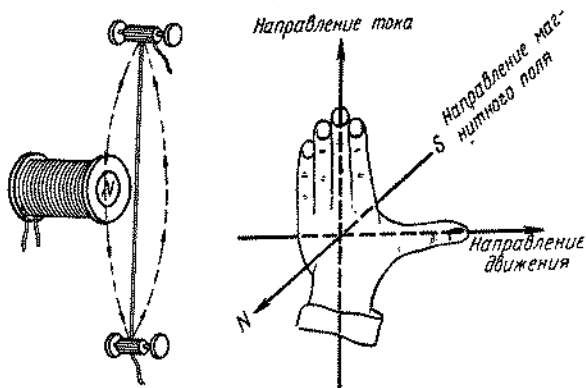


Рис. 133. Действие магнитного поля на мягкий провод (при пропускании тока провод отклоняется в соответствии с правилом левой руки)

ключены к какой-либо нагрузке, перемещать постоянный магнит, то в катушке появится электрический ток.

В настоящее время известно несколько десятков различных типов малогабаритных (наручных) контактных электрических часов и около десяти типов транзисторных. Поскольку каждая фирма создает подобные часы, руководствуясь соображениями приоритета и патентования, и стремится создать по возможности оригинальную конструкцию, то в настоящий момент не представляется возможным провести какую-либо систематизацию существующих механизмов электрических часов или их основных узлов. Ниже перечислены наиболее интересные конструктивные варианты, созданные за последнее десятилетие и представляющие интерес в качестве материала, необходимого при изучении специфики этих часов и приемов их ремонта.

**Источники тока.** Наручные электрические часы в качестве источника энергии снабжены миниатюрной батарейкой пуговичной конструкции. За рубежом наибольших успехов в производстве подобных элементов достигла английская фирма «Меллори». На рисунке 134, а показаны два элемента фирмы «Меллори» серий RM. Оба элемента, имеющие очень небольшие размеры, заключены в прочные герметически закрытые стальные коробки. Структура элементов такова, что при герметичной укупорке они пока не применяются, остаются инертными, и после восемнадцати месяцев хранения могут отдать свыше 90% своей емкости при 10% падении напряжения. Их характерной особенностью является высокая стабильность напряжения элемента, которое он сохраняет почти неизменным в течение всего гарантируемого срока эксплуатации, и только в конце этого срока напряжение элемента резко падает.

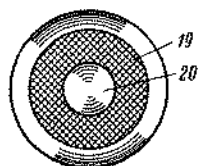
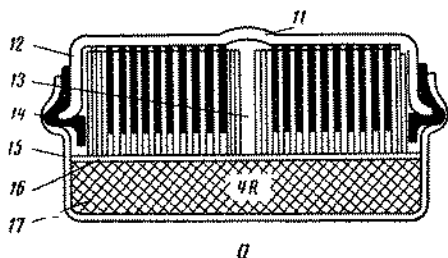
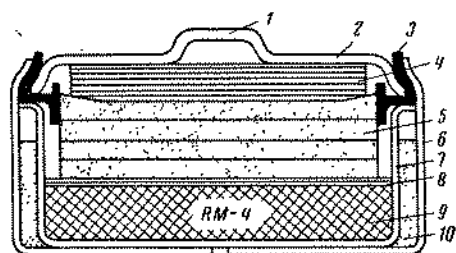


Рис. 134. Малогабаритные элементы:

*a* — конструкция элементов «Меллори»; *б* — конструкция элемента «Гамилтон»; 1 — контакт; 2 — крышка; 3 — закурка; 4 — анод; 5 — электролит; 6 — наружный корпус; 7 — внутренний корпус; 8 — диафрагма; 9 — деполаризатор; 10 — поглотитель; 11 — контакт; 12 — крышка; 13 — анод; 14 — закурка; 15 — корпус; 16 — диафрагма; 17 — деполаризатор; 18 — корпус; 19 — изоляционная прокладка; 20 — отрицательный электрод

Электрическая энергия в системе элементов «Меллори» производится электрохимической реакцией между анодом и деполаризующим катодом, которому помогает электролит элемента. Применяются два типа анодов: лепешка, спрессованная из чистого амальгамированного цинкового порошка с зериами равных размеров, или витая одиородная гофрированная цинковая лента.

Деполаризующий катод состоит из химически чистой окиси ртути, к которой добавлено небольшое количество микроизированного графита. Последний понижает внутреннее сопротивление элемента, увеличивая проводимость деполаризатора.

В батареях «Меллори» применяют электролит из концентрированного водного раствора гидрата окиси калия, насыщенного цинкатом.

Наиболее подходящим типом элемента для использования в наручных электрических часах является элемент RM-400 со следующими параметрами:

Номинальное напряжение, в . . . . .	1,34
Диаметр, мм . . . . .	11,5
Толщина, мм . . . . .	3,0
Емкость, ма·ч . . . . .	80
Максимально допустимый разрядный ток, ма . . . . .	До 10

Французская фирма «Лип» применяет элементы, подобные по своему химическому составу элементам «Меллори», но отличающиеся формой и укупоркой; элементы «Лип» имеют форму неправильного овала, корпус — из пластмассы.

В американских наручных часах фирмы «Гамильтон» применена батарея, выполненная в виде позолоченной цилиндрической коробочки (рис. 134, б), крышка которой завальцована и изолирована от корпуса прокладкой из хлорвинила, имеющей в центре отверстие для подключения токосъемника. В часах «Гамильтон» применен марганцовый элемент с нейтральным электролитом. Параметры элемента следующие: напряжение до 1,5 в; диаметр 11 мм; высота 3 мм.

В нашей стране для малогабаритных электрических часов разработаны два вида элементов: окисно-ртутные РЦ-31 и марганцовистые ЧМЦ-2.

Внешне эти элементы несколько напоминают элементы «Меллори» и «Гамильтон», но отличаются по своей внутренней конструкции и наполнителям. Например, элемент РЦ-31 имеет в качестве наполнителя окись ртути, смешанную с графитовой пылью, и амальгамированный цинк, спрессованные в таблетки и разделенные диафрагмой, пропитанной электролитом (раствором концентрированного едкого калия). Параметры элемента следующие:

Номинальное напряжение, в . . . . .	1,34
Диаметр, мм . . . . .	11
Высота, мм . . . . .	3
Емкость, ма-ч . . . . .	67—75
Максимально допустимый разрядный ток, ма . . . . .	До 10

В настоящее время срок работы одного элемента достигает 8—12 месяцев, что расценивается специалистами как малый ресурс. В течение ряда лет ведутся работы по созданию так называемых атомных батарей, время действия которых значительно больше и в основном зависит от периода распада примененного в них радиоактивного вещества. Некоторые американские фирмы, используя радиоактивный прометий-147, создали образцы атомных миниатюрных батарей, срок действия которых доходит до двадцати лет\*.

В практике ремонта наручных электрических часов весьма частой операцией окажется замена источника тока, поскольку большинство существующих в настоящее время конструкций этих часов практически исключают выполнение этой замены самим владельцем.

\* Хотя атомные батареи и являются весьма перспективным элементом, позволяющим резко увеличить срок эксплуатации батарей, однако их применение до настоящего времени ограничено, поскольку еще не изучен вопрос о возможном их вредном воздействии на организм человека.

Источник тока размещен в гнезде платины или крышке корпуса совершенно свободно и удерживается там либо специальной пружиной либо дополнительной миниатюрной крышкой, ввинчиваемой в основную крышку корпуса. Для извлечения источника тока, запас энергии которого израсходован, достаточно отвернуть закрывающую его крышку или снять удерживающую его пружину и перевернуть часы мостами вниз. Источник тока легко выпадает из гнезда.

При установке источника тока необходимо внимательно следить за его полярностью. На крышке источника тока в большинстве случаев бывает выгравирован знак «+», отмечающий положительный электрод. При отсутствии этого знака необходимо ориентироваться по четко выраженным корпусу и крышке элемента. В тех случаях, когда источник тока заменяют в часах, конструкция которых неизвестна мастеру, необходимо внимательно, до извлечения из корпуса старого элемента, выяснить его положение в механизме. Новый элемент должен быть установлен в таком же положении.

Не рекомендуется прикасаться к источнику тока пальцами, поскольку даже такое краткое прикосновение сказывается отрицательно на элементах некоторых типов. Новый источник тока рекомендуется устанавливать при помощи массивного пластмассового пинцета, либо предварительно надев резиновые перчатки. Перед установкой нового элемента необходимо проверить дату его изготовления, проставляемую на упаковке. Элементы, хранившиеся более 10—12 месяцев, к использованию непригодны. При отсутствии на упаковке даты изготовления необходимо проверить напряжение источника тока. В случае если напряжение на 0,1 в ниже номинального, такой источник тока применять не рекомендуется.

**Хранение элементов** допускается только в промышленной упаковке — миниатюрном полистирольном мешочке. Элементы, хранившиеся длительное время без упаковки, применять не рекомендуется. Также не рекомендуется использовать те элементы, у которых в процессе хранения выступил на соединительном шве крышки белый порошкообразный налет.

**Магнитоэлектрические контактные наручные часы.** Само название этих часов означает, что их действие основано на взаимодействии постоянного магнита с электрической катушкой и что импульс в этих часах вызывается при помощи электрического контакта.

Впервые промышленный выпуск наручных контактных электрических часов осуществила в 1957 г. американская фирма «Гамильтон». В последующие годы эти часы были использованы в качестве конструктивной базы многими зарубежными фирмами. Часы аналогичной конструкции изготавливались также и на Втором московском часовом заводе.

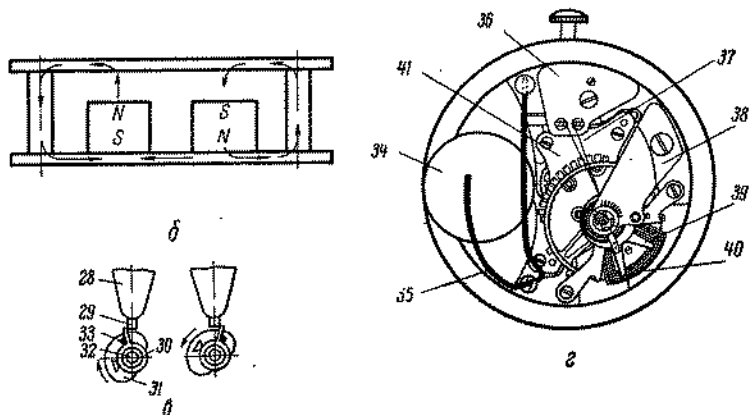
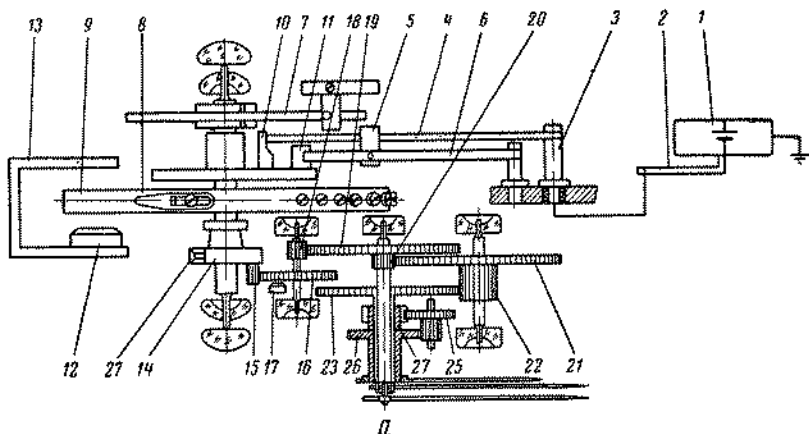


Рис. 135. Схема наручных контактных электрических часов

Кинематическая схема контактных электрических часов этого типа (рис. 135, а) существенно отличается от кинематической схемы обычных механических часов. В механических часах движение стрелок осуществляется за счет энергии, подаваемой от заводной пружины. Колебательная система баланс — спираль выполняет функции только лишь регулятора и, в свою очередь, расходует энергию пружины на поддержание колебательного процесса.

В электрических часах системы баланс — спираль — электромагнит выполняет одновременно две функции: регулятора и двигателя. Таким образом, энергия от баланса через колесную систему передается на стрелки.

В электрических часах в большинстве случаев применяют балансы значительно большего диаметра, чем балансы

в механических часах равного калибра, так как помимо улучшения стабильности хода использование в электрических часах баланса с большим моментом инерции значительно облегчает работу магнитоэлектрического хода. В результате компоновка механизма отличается от обычной. Механизм собран в три «этажа», где верх занят балансом, средняя часть — магнитной системой, батареей и колесной передачей, а низ — стрелочным механизмом. Ось баланса соответственно очень длинная, проходящая почти через все три «этажа»; для защиты оси от поломки при сотрясениях и ударах применены амортизаторы, подобные противударному устройству в отечественных часах «Победа».

Установленная в часах батарейка (элемент) 1 одним из своих полюсов контактирует с токосъемной шиной 2, по которой ток поступает в колонку 3, изолированную от механизма часов. Колонка несет контактную пластину 4, которая проходит сквозь проволочную петельку 5, закрепленную на второй пластине 6, также изолированной от остального механизма. Второй полюс батарейки контактирует с массой всего механизма. В этом направлении ток от батарейки через спираль 7 поступает на баланс 8, откуда попадает на катушку 9, закрепленную в прорези обода баланса и соединенную одним концом с массой баланса. Следует иметь в виду, что размеры всех деталей электрической схемы наручных часов предельно миниатюрны. Например, катушка изготовлена из медного провода, толщина которого не превышает 15 микрон, а контактные пластинки при длине около 10 мм имеют ширину немногим более 0,5 мм и толщину менее 0,2 мм.

Второй конец катушки подключен к контактному штифту 10, установленному на балансе. В непосредственной близости от контактного штифта, но несколько дальше от оси баланса помещен камень 11, взаимодействующий с пластиной 6.

Непосредственно под балансом находится миниатюрный, но мощный постоянный магнит 12, изготовленный из специального платино-кобальтового сплава, разработанного в процессе создания этих часов и обладающего исключительно высокой магнитной энергией. Магнитопровод 13 из электротехнической стали создает необходимую концентрацию магнитного поля на пути катушки и снижает рассеивание магнитного поля. (Схема магнитопровода с запрессованными в его нижнюю пластину двумя цилиндрическими постоянными магнитами показана на рис. 135, б.)

На оси баланса установлен ролик 14, в котором закреплен эллипс 15. При колебаниях баланса эллипс поочередно захватывает зубья храповика 16, вращая его. Положения храповика в те периоды времени, когда он выходит из зацепления с эллипсом, фиксирует миниатюрный магнит 17, также изготовленный

из платино-кобальтового сплава и фиксирующий храповик вследствие поочередного притягивания его зубьев (храповик вы-полнен из стали). Когда баланс вращается в направлении рабочего хода, эллипс, захватив очередной зуб храповика, поворачивает его почти на полный шаг в результате чего следующий зуб храповика оказывается в поле фиксирующего магнита и храповик, подтянутый магнитом, фиксируется в этом положении; при обратном движении баланса эллипс, взаимодействуя с затылком зуба храповика, лишь незначительно смещает храповик, не выводя зафиксированный зуб из поля магнита. В результате храповик, освободившись от эллипса, заннмает исходное положение, вновь притянутый магнитом.

Триб 18 храповика находится в зацеплении с секундным центральным колесом 19, которое, в свою очередь, через триб 20, промежуточные колесо 21 и триб 22 сопряжено с минутным колесом 23. На втулке этого колеса установлен минутный триб 24, сопряженный через вексельное колесо и триб 25 с часовым колесом 26.

Если в часы вложить батарейку и качнуть баланс, то контактный штифт 10 соприкоснется с пластиной 4 и замкнет электрическую цепь. Через катушку потечет ток и вокруг катушки возникнет поле. Момент замыкания контакта рассчитан таким образом, что катушка окажется в это время вблизи постоянного магнита. Вследствие взаимодействия полей катушки и магнита на катушку будет действовать сила, стремящаяся вытолкнуть катушку из поля постоянного магнита. Последнее приведет к повороту баланса, т. е. сообщит ему импульс. При выходе катушки из зоны действия магнита контакт будет разомкнут.

Когда баланс под воздействием спирали изменит направление своего вращения, катушка вновь приблизится к постоянному магниту. Однако в этом случае камень 11 встретится с пластиной 6, отогнет ее и пластина, захватив своей петелькой 5 пластину 4, отведет ее настолько, что контактный штифт пройдет мимо ее конца не соприкасаясь. Таким образом, в контактных электрических часах баланс получает импульс только одного направления.

В наручных электрических часах применены некоторые специфические *дополнительные устройства*. Например, устройство для защиты баланса от поломки при переводе стрелок. Это устройство одновременно предназначено для сообщения балансу импульса при пуске часов. Устройство выполнено в виде рычажной системы, тормозящей баланс при включении механизма перевода стрелок. Торможение осуществляется рычагом останова, падающим на боковую поверхность ролика 14, имеющего сфрезерованную плоскость 27, благодаря чему положение фиксации баланса всегда строго определено и таково, что баланс в этом положении фиксируется с несколько заведенной спиралью.

Ввиду того, что в электрических часах баланс свободен от кинематических связей, ограничивающих амплитуду его колебания, таких, как анкер в обычных механических часах, то при определенных условиях (например, при внешнем толчке) амплитуда баланса может значительно возрасти и превысить  $360^\circ$ ; иными словами, баланс электрических часов подвержен «галлопированию». Последнее может вызвать поломку контактной системы или обрыв спирали. Чтобы этого избежать, в электрических часах описываемого типа предусмотрено специальное приспособление (рис. 135, в), ограничивающее амплитуду баланса в пределах  $300\text{—}320^\circ$ . Оно выполнено в виде флажка 30, сидящего на оси баланса 32 с легким трением, упора 29, и штифта 33, на которые опирается флажок при ограничении амплитуды. Упор закреплен в балансовом мосту 28; штифт установлен на ролике 31. При номинальной амплитуде порядка  $270^\circ$  флажок поворачивается вместе с балансом и не доходит до штифта. При возрастании амплитуды флажок опирается на штифт и ограничивает движение баланса.

Как уже указывалось, баланс своим эллипсом 15 ведет храповое колесо, сопряженное со всей колесной системой часов. Таким образом, в электрических часах баланс является не только регулятором колебаний, но и двигателем колесной передачи. Однако, несмотря на такую нагрузку баланса, электрические часы отличаются хорошей точностью хода (порядка наручных часов повышенной точности). Это объясняется тем, что, во-первых, питающий часы источник тока чрезвычайно стабилен по своей разрядной характеристике и, следовательно, баланс получает импульсы постоянной силы; во-вторых, баланс электрических часов остается «свободным» значительно большее время, чем баланс механических часов.

Схема планировки механизма наручных контактных электрических часов показана на рис. 135, г. Источник тока 34 занимает около  $\frac{1}{3}$  всего полезного объема механизма. Он удерживается при помощи пружинки 35, одновременно являющейся токосъемником, соединяющим батарею с массой механизма. В верхней части механизма размещен мост 36 для крепления контактных пластин 37. В правой части видны балансовый мост 38, верхняя часть магнитопровода 39 и катушка 40, укрепленная на балансе. В центре механизма, под балансом виден мост 41, закрывающий колесную передачу. Калибр наручных электрических часов обычно составляет 26—28 мм. В то же время поэтажное расположение деталей и узлов приводит к увеличению высотного размера электрических часов, достигающего почти 7 мм. Это является существенным их недостатком. К недостаткам наручных электрических часов этой конструкции следует отнести также наличие контактной группы, являющейся малонадежным узлом. Окисление контактов, при-



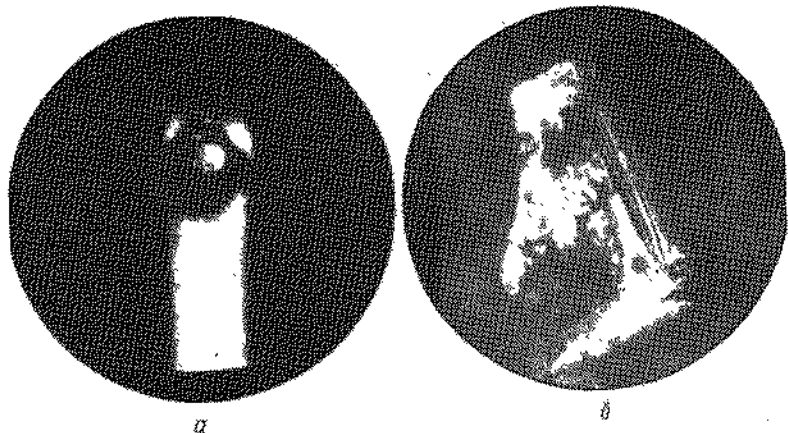


Рис. 136. Контактная пластина *a* и контактный штифт *б* под микроскопом (увеличение в 100 раз)

водящее к нарушению работы часов, деформация контактных пластин, их низкая вибрационная и ударная устойчивость — все это источники всевозможных нарушений в работе контактных наручных часов. Контактная пластина *a* и контактный штифт баланса *б*, снятые со 100-кратным увеличением под микроскопом показаны на рис. 136. На поверхностях контакта четко видны значительные эрозионные раковины и пятна окисла. Контакты, подвергшиеся подобному износу, подлежат замене.

В настоящее время известно несколько модификаций наручных контактных часов, отличающихся преимущественно по способу крепления катушки в ободу баланса и по способу крепления источника тока. Эти модификации были разработаны фирмой «Гамильтон», непрерывно совершенствующей свою конструкцию.

**Электромагнитные наручные часы.** В часах французской фирмы «Лип» применена электромагнитная система привода баланса. Баланс в этих часах выполнен из незильбера, причем обод баланса обтянут снаружи обручем с двумя диаметрально противоположными выступами, смещенными по высоте (один выступ ближе к верхнему торцу обода баланса, второй — ближе к нижнему). Обруч изготовлен из специального электротехнического сплава пермаллой или муметалла, основу которых составляют железо и никель. На оси баланса установлен ролик, несущий эллипс и контактный штифт. Кроме того, в обод баланса запрессован штифт, взаимодействующий с предохранительным устройством.

При установке в механизм часов баланс размещается между башмаками электромагнита. В равновесном положении выступы

обода баланса оказываются расположенными непосредственно у башмаков. Башмаки, так же как и выступы, расположены на разных высотах.

Первоначально в часах «Лип» была использована нейтральная электромагнитная система привода, т. е. сердечник электромагнита часов был выполнен из магнитомягкого материала, типа электротехнической стали, не обладающей магнитными свойствами и намагничивающейся лишь в момент протекания тока через катушки. В последующих выпусках была применена поляризованная система, обладающая более высоким коэффициентом полезного действия и отличающаяся от первой лишь тем, что параллельно сердечнику в часах был установлен постоянный магнит 1 (рис. 137, а). В целях упрощения рассмотрим вначале работу нейтрального привода (без постоянного магнита 1).

Когда баланс 2 приближается к положению равновесия, двигаясь в направлении, показанном стрелкой, контактный штифт 4, изготовленный из рубина, соприкасается с контактной пружиной 5, изгибает ее и прижимает к контакту 6, закрепленному на платине с возможностью перемещения для регулирования момента замыкания относительно положения баланса в зазоре магнитной системы. При замыкании контакта ток от двух параллельно соединенных источников тока 7 протекает через катушку 3 и создает на башмаках 8 сердечника разноименные полюса. Баланс, притягиваемый к башмакам, получает импульс; причем в тот момент, когда баланс займет равновесное положение, контакт разомкнется и катушки перестанут оказывать воздействие на баланс. Наличие выступов 9 на ободе баланса позволяет усиливать магнитное воздействие катушек на баланс. Известно, что наличие воздушного зазора значительно влияет на магнитную проницаемость контура магнитной системы. Таким образом, катушки оказывают на баланс наибольшее воздействие именно в тот момент, когда выступы баланса, приближаясь к башмакам, резко уменьшают воздушный зазор между ободом баланса и полюсными торцами башмаков.

Выше уже говорилось о том, что одной из основных причин нарушения работы контактов является их эрозийный износ, который называют также искровым износом, так как причиной эрозии является искра, проскакивающая между контактирующими поверхностями в моменты замыкания и особенно размыкания контактов. Сущность этого процесса состоит в том, что в момент размыкания контакта вследствие некоторого остаточного магнетизма сердечника катушек в обмотке катушек возникает мгновенный сильный импульс тока, так называемый экстра-ток. Поскольку в это мгновение контактные поверхности расположены еще близко друг от друга, импульс экстра-тока пробивает малый воздушный зазор между контактами, вызывая

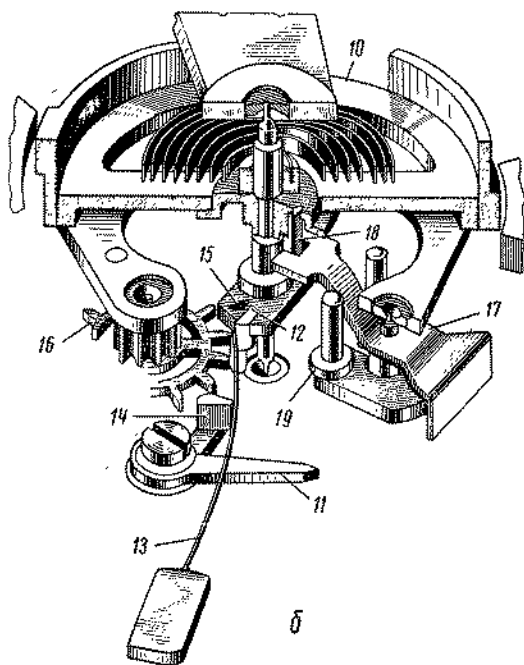
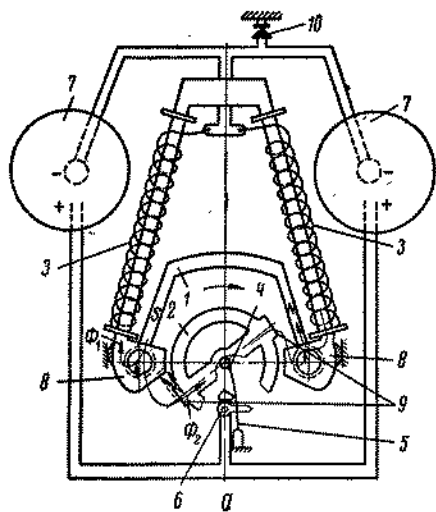


Рис. 137. Механизм часов фирмы «Лип»

появление искры. В случае замедленного разведения контактов между ними может возникнуть даже кратковременная вольтова дуга. Вследствие высокой температуры искры на поверхности контакта возникают мгновенные точечные оплавления, причем питание постоянным током, протекающим в одном определенном направлении, способствует тому, что мельчайшие оплавленные частицы металла переносятся искрой в направлении течения тока с одной контактной поверхности на другую. В результате на одном контакте постепенно образуется раковина, а на другой нарастает наплыв.

Существует несколько способов защиты контактов от искробразования. Наиболее распространенным является способ шунтирования катушки, т. е. параллельного включения с катушкой специально подобранного конденсатора, резистора\* или диода. Иногда применяют сочетание этих элементов. Однако в большинстве случаев способы искрозащиты лишь предельно уменьшают искру, но не уничтожают ее полностью. В часах «Лип» для искрогашения в электрическую цепь включен германиевый миниатюрный диод 10, шунтирующий катушки 3. Принцип работы полупроводниковых диодов будет изложен несколько ниже (стр. 357).

В описываемых часах передача движения на стрелки также осуществляется храповым устройством (рис. 137, б). Когда баланс 10 рубиновым штифтом 12 прижимает пружинку 13 к контакту 14, рубиновый эллипс 15 захватывает зуб храповика 16 и перемещает его на один шаг. Фиксация положений храповика в часах «Лип» также осуществляется при помощи постоянного магнита. Благодаря тому что зубья храповика имеют заостренную форму, отход храповика при возвратном движении баланса в этих часах значительно меньше, чем в часах «Гамильтон».

Для предохранения баланса от «галлопирования» в часах «Лип» применен специальный рычаг 17, хвостовик которого напоминает хвостовик анкера механических часов. Рычаг взаимодействует с предохранительным штифтом 18 баланса и для предохранения от случайных смещений под воздействием внешних ударов и вибраций снабжен противовесом. Крайние положения рычага 17 ограничиваются штифтами 19, причем эти штифты являются постоянными магнитами. «Притяжка» рычага 17 обеспечивается тем, что этот стальной рычаг поперечно фиксируется штифтами 19.

Сущность работы *поляризованного электромагнитного привода* (см. рис. 137, а) состоит в том, что магнитный поток постоянного магнита 1, пронизывая магнитную систему привода, разделяется на два:  $\Phi_1$  — протекающий по сердечнику катушек и  $\Phi_2$  — протекающий через воздушный зазор магнитной си-

\* Резисторами по новой терминологии принято называть сопротивления.

стемы, по ободу и перекладине баланса. Когда катушки обесточены и выступы обода баланса удалены от башмаков, поток  $\Phi_1$  значительно превышает поток  $\Phi_2$ , так как магнитное сопротивление сердечника значительно меньше сопротивления воздушного зазора. При включении катушек их собственный магнитный поток почти полностью вытесняет поток  $\Phi_1$ . В результате весь поток постоянного магнита сосредоточивается в воздушном зазоре, усиливая магнитный поток, создаваемый катушками. Импульс, сообщаемый балансу, усиливается.

Для устранения влияния постоянного магнита на баланс в те моменты, когда баланс отклоняется на  $180^\circ$  от положения равновесия, выступы обода баланса и башмаки катушек установлены на разных высотах, которые совпадают в моменты импульсов. В других случаях их высота не совпадает и значительный воздушный зазор, разделяющий выступы от башмаков, снижает до минимума влияние постоянного магнита.

Спираль в электрических часах выполнена из сплавов, магнитные свойства которых предельно снижены. В часах «Лип» в целях экранировки спирали от воздействия магнитного поля обод баланса выполнен в виде глубокой чашки.

Швейцарская фирма «Эбош» создала наручные контактные часы, несколько напоминающие часы фирмы «Лип». Электромагнитный привод этих часов (рис. 138, а) образован двумя последовательно соединенными катушками 1, намотанными на подковообразный магнитопровод с башмаками 2, имеющими горизонтальную (в плоскости чертежа) прорезь, через которую при колебаниях баланса проходят лопасти крестообразного якоря 3, установленного на оси баланса.

Контактное устройство содержит две контактные пружины 4, плотно прилегающие друг к другу наружными концами, и два контактных штифта 5, соединенных с массой механизма. Рубиновый штифт 6, установленный в ролике баланса, попеременно прижимает пружины 4 то к правому, то к левому штифту 5 (в зависимости от направления движения баланса), замыкая цепь питания катушек от батарейки 7. Таким образом, принцип работы часов «Эбош» подобен принципу работы часов «Лип». Разница заключается лишь в том, что в часах «Эбош» импульс балансу сообщается в обоих направлениях его колебания, т. е. дважды за период. Диод 8 и резистор 9 шунтируют катушки 1 в целях искрогашения.

Передача на стрелки в часах «Эбош» своеобразна и выполнена аналогично анкерному спуску обычных механических часов. Однако анкер в этом случае работает в обратном направлении, т. е. движение передается не от ходового колеса на анкер, а от анкера, перемещаемого балансом, на ходовое колесо. Притяжка анкера обеспечивается попеременным притяжением к полюсам постоянного подковообразного магнита 10

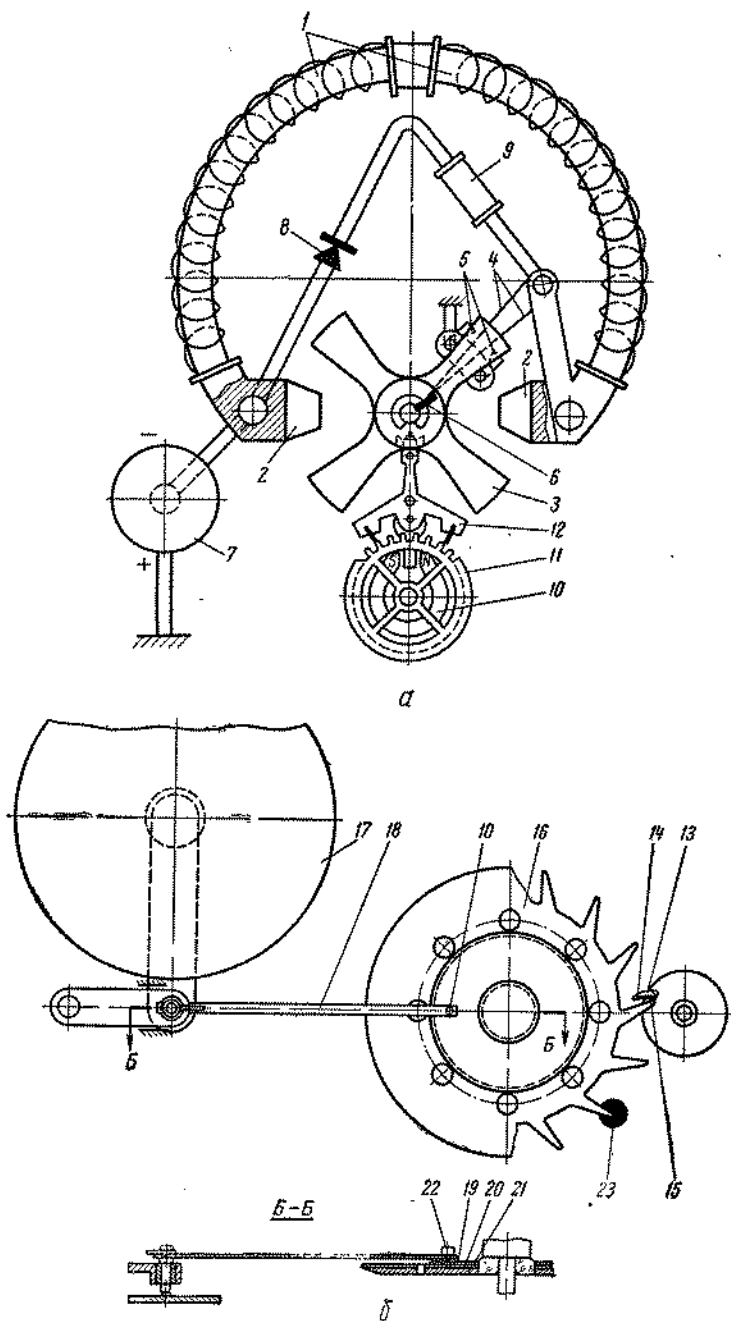


Рис 138. Принципиальная схема контактных часов:  
 а — фирмы «Эбош»; б — фирмы «Эпперляйн»

пластинчатого якоря 11, который жестко связан с осью анкера 12.

Фирма «Эпперляйн» (ФРГ) создала наручные контактные часы, напоминающие по своему устройству часы фирмы «Гамильтон», однако в этих часах использована оригинальная контактная система, весьма сложная по конструкции деталей (рис. 138, б). В часах «Эпперляйн» храповое колесо стрелочного механизма одновременно выполняет функцию контакта. Эллипс 13, установленный на балансе, имеет два слоя: рубиновый 14 и золотой 15. При движении баланса против часовой стрелки золотая часть эллипса соприкасается с одним из зубьев храпового колеса 16, замыкая цепь питания катушки часов от источника тока 17. Источник тока соединен с храповым колесом пластиной 18. Баланс, получив импульс, продолжает перемещать эллипс в прежнем направлении. При этом в контакт с храповым колесом вступает рубиновая часть эллипса и контакт разрывается.

Храповое колесо является наиболее сложным узлом конструкции и состоит из трех слоев: золотого 19, серебряного 20 и стального 21. Золотой слой обеспечивает надежность контактирования колеса с пластиной 18. Серебряный слой является контактным слоем для взаимодействия с золотой частью эллипса. Стальной слой придает колесу необходимую механическую прочность и, кроме того, обеспечивает надежное прилегание пластины 18 к колесу 16, так как пластина 18 несет постоянный магнит 22, прижимающийся к золотому слою 19 вследствие притяжения магнита к стальному слою 21 колеса 16.

Фиксация храпового колеса осуществляется постоянным магнитом 23.

Подобная контактная система обладает значительно большей ударопрочностью, чем контакты в часах «Гамильтон». Однако ударное соприкосновение эллипса с зубьями храповика создает то, что называется дробным импульсом. Магнит 23 создает эластичную фиксацию и при ударе эллипса по зубу храповика зуб мгновенно отклоняется в направлении удара, разрывая контакт, затем вновь соприкасается с эллипсом. Таких соударений происходит от 3 до 5, что значительно снижает надежность контактирования и способствует износу контактных поверхностей. Кроме того, постоянное трение магнита 22 по колесу 16 создает дополнительное торможение храповика и повышает износ деталей.

**Бесконтактные (транзисторные) наручные часы.** Эти часы также снабжены магнитоэлектрическим приводом баланса, т. е. приводом такого типа, в котором импульс балансу сообщается вследствие взаимодействия полей постоянного магнита и электрической катушки. Однако сам процесс формирования

импульса в этих часах осуществляется не с помощью контакта, а посредством миниатюрного транзистора.

Прежде чем ознакомиться с устройством и принципом работы бесконтактных часов, вспомним основы полупроводниковой электроники.

Полупроводники, из которых изготавливаются диоды и триоды, это такие вещества, электрические свойства которых занимают промежуточное положение между электрическими свойствами металлов (проводников) и изоляторов. Свойство полупроводников, используемое для производства диодов и транзисторов, состоит в том, что при некоторых специально создаваемых условиях эти вещества могут либо преграждать путь электрическому току, т. е. становиться как бы изоляторами, либо проводить ток в определенном направлении. К полупроводниковым веществам относятся: селен, германий, кремний, окислы некоторых металлов и ряд других аналогичных веществ.

Полупроводники являются веществами, имеющими форму сложного многогранника — кристалла. Конфигурация кристалла, размеры, форма и взаимное расположение его граней для разных веществ различны; однако кристаллы одного и того же вещества всегда имеют строго определенную конфигурацию и могут отличаться друг от друга только размерами благодаря свойству атомов данного вещества располагаться в строго определенном порядке, называемом кристаллической решеткой.

Для изготовления полупроводниковых приборов (диодов и триодов) имеют значение лишь те процессы, которые происходят внутри однородного (сплошного) кристалла.

Эти процессы возникают вследствие способности атомных ядер притягивать к себе при определенных условиях электроны соседних атомов. Атом, потеряв электрон, приобретает положительный электрический заряд, вследствие чего может притянуть к себе электрон соседнего атома. Электрон соседнего атома, перескочив к положительно заряженному атому, занимает место того электрона, который перед этим покинул данный атом. Теперь соседний атом окажется положительно заряженным, так как в этом атоме недостает одного электрона. Свободное место, оставленное электроном, перешедшим к другому атому в пределах кристаллической решетки, принято называть электронной дыркой или просто дыркой. Заполнение положительно заряженной дырки отрицательно заряженным электроном, перескочившим сюда от соседнего атома, изменяет положение дырки, которая при этом как бы перемещается на соседний атом. Подобное перемещение положительно заряженных дырок создает такой же эффект, как и движение электронов, происходящее в противоположном направлении, т. е. создает электрический ток. Этот электрический ток и используется в полупроводниковых приборах.



Процесс замещения дырок электронами сам по себе в полупроводниковых веществах не возникает. Для возбуждения этого процесса необходимо создать некоторые условия. Во-первых, нужно, чтобы в полупроводниковом веществе имелись дырки, т. е. положительно заряженные атомы, способные притягивать электроны от своих соседей. Иными словами, необходимо, чтобы в кристалле полупроводникового вещества имелось как бы два слоя с положительным и отрицательным зарядами. Во-вторых, требуется приложить некоторую энергию, чтобы стимулировать процесс замещения дырок, т. е. чтобы электроны из отрица-

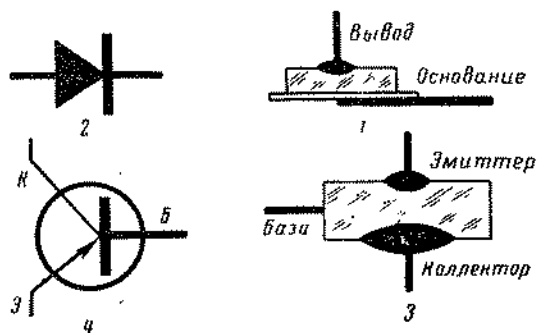


Рис. 139. Конструктивная схема диода и транзистора:

1 — диод; 2 — обозначение диода; 3 — триод (транзистор); 4 — обозначение транзистора

тельно заряженного слоя, преодолев переход (граничный слой, отделяющий положительный и отрицательный слой), начали проникать в положительный слой.

Положительно заряженный слой в кристалле полупроводникового вещества создают искусственно, вплавляя в этот слой незначительное количество таких веществ, которые обладают акцепторной способностью, т. е. свойствам создавать положительно заряженные дырки в материале основного вещества. Например, германий образует положительно заряженный слой при его сплавлении с индием, галлием или бором.

Замещение дырок положительного слоя электронами отрицательного слоя возникает при приложении к этим слоям электрического потенциала.

Следует иметь в виду, что природа процессов, протекающих в полупроводниковых веществах, значительно сложнее и ее детальное описание выходит далеко за рамки настоящей книги, в которой приведены лишь элементарные и в некоторых случаях упрощенные сведения, необходимые только для правильного понимания принципа работы схемы привода транзисторных часов.

Рассмотрим устройство и принцип действия полупроводникового диода. На поверхность пластинки германия (рис. 139) помещают каплю индия и нагревают пластинку до температуры  $500\text{--}600^\circ\text{C}$ . Расплавившийся индий растворяет германий и образует точку сплава индия и германия. При остывании пластинки в кристаллической решетке германия на месте спая появляются атомы индия. Теперь сама пластинка германия представляет слой с отрицательным зарядом, а сплав образует слой с положительными зарядами. На границе области проникания атомов индия возникает резкий переход между слоем германия с положительными и слоем с отрицательными зарядами. Это и есть электронно-дырочный переход. К пластинке германия приваривают медную пластинку с выводом, второй вывод припаивают к капле индия. Наличие двух выводов и дало этому полупроводниковому прибору наименование диод, что означает двойной.

Основное свойство диодов состоит в том, что они способны пропускать электрический ток только в одном направлении. Это свойство называется выпрямляющим действием и определяет основное назначение диодов — работу в качестве выпрямителей, т. е. таких элементов электрической схемы, которые преобразуют переменный ток в постоянный. Одновременно способность диодов проводить ток в одном направлении позволяет использовать их в качестве элементов искрогашения, предотвращая протекание через размыкающиеся контакты экстра-тока, вызывающего искровой разряд.

Рассмотрим теперь устройство и принцип действия полупроводникового триода, т. е. «тройного» полупроводникового прибора, имеющего три вывода. Полупроводниковые триоды более принято называть транзисторами, что можно перевести как «преобразователи»; это наименование отражает в некоторой мере принцип действия этих приборов.

Для изготовления транзистора из кристалла германия вырезают пластинку, размеры которой измеряются долями миллиметра. С обеих сторон пластинки наносят капельки индия и подвергают пластинку нагреву для образования с обеих ее сторон участков сплава. Толщина оставшегося слоя германия, разделяющего оба участка сплава, не превышает  $0,05\text{ м.м.}$  Этот слой называют «основание» или «база», участки же сплавов носят названия «эмиттер» и «коллектор» (см. рис. 139). Эмиттер по диаметру обычно несколько меньше коллектора. К базе, эмиттеру и коллектору припаивают выводы, после чего изготовленный триод заключают в герметизированный защитный корпус.

В спокойном состоянии транзистор, как говорят, заперт, т. е. он не проводит ток между коллектором и эмиттером. Однако если между коллектором и базой включить источник постоянного тока, чтобы к базе был подведен отрицательный полюс ба-

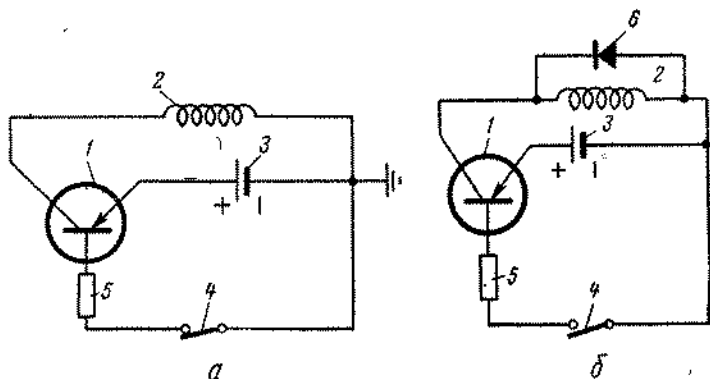


Рис 140 Схемы с защитой контактов от искрового износа

тарен, то транзистор открывается. Его коллектор — эмиттерный переход приобретает способность проводить электрический ток.

В наручных электрических часах транзисторы первоначально были применены в качестве весьма эффективных средств для защиты контактов от искрового износа. Например, подобная схема (рис. 140, а) была применена в контактных часах «Лип», где транзистор 1 был соединен коллектором с катушкой 2 электромагнитного привода, эмиттером с положительным полюсом источника тока 3, а базой — с контактом 4 через большой ограничительный резистор 5. Схема работает следующим образом. При разомкнутом контакте в цепи базы ток отсутствует и транзистор заперт. При замыкании контакта в цепи базы возникает ток, величина которого зависит от напряжения источника тока и величины ограничительного резистора, и транзистор открывается. В цепи коллектор — эмиттер протекает ток, проходящий через катушку. Так как для отпирания транзистора необходим весьма малый ток в цепи базы, то схема работает в исключительно легком режиме замыкания — размыкания контакта. Подобные контактные часы обладают большей надежностью. Нерешенным остается лишь вопрос повышения стабильности механических свойств контактных материалов, имеющих для работы часов большое значение вследствие малых контактных давлений.

Практически полного устранения искрения на контактах достигают в случае применения в вышеописанной схеме с транзистором полупроводникового диода 6, шунтирующего катушку электромагнита (рис. 140, б).

Принципиальная схема балансовых бесконтактных (транзисторных) часов показана на рис. 141, а. Миниатюрная катушка этих часов наматывается проводом, толщина которого не превышает 12—15 мк и имеет две

секции. Одна из них называется катушкой возбуждения 1 или катушкой освобождения, другая — импульсной катушкой 2. Катушка возбуждения включена между эмиттером и базой транзистора 3. Импульсная катушка включена между эмиттером и коллектором транзистора. В разрыв этой цепи включена батарея 4.

Баланс 5 несет скобу магнитопровода 6, на которой закреплены два постоянных магнита 7. Катушки 1 и 2 установлены на платине часов таким образом, что при колебаниях баланса они проходят сквозь зазор между постоянными магнитами.

Если качнуть баланс, то при прохождении над катушками постоянных магнитов в катушке возбуждения возникает электродвижущая сила (ЭДС). Направление витков катушки выбрано таким образом, что в базе транзистора будет приложено

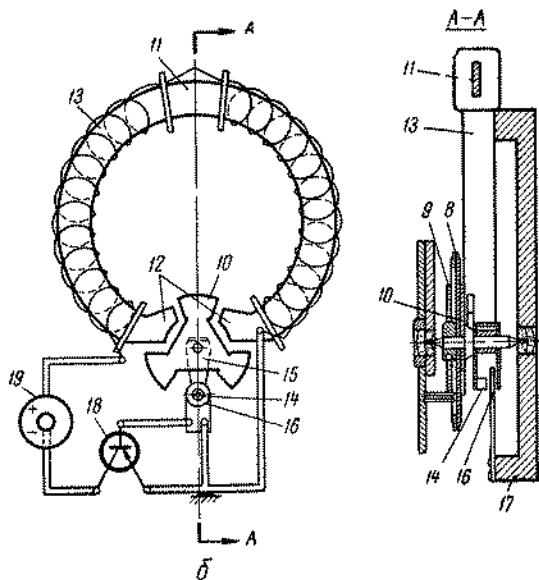
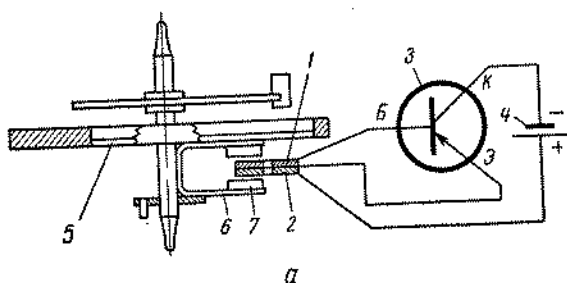


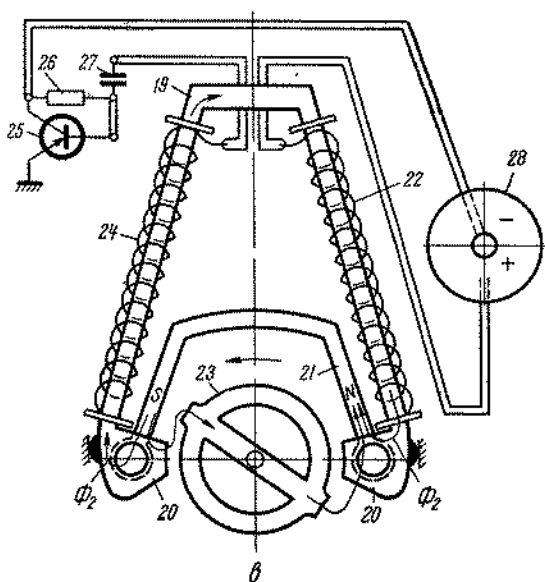
Рис. 141. Схемы бесконтактных

отрицательное напряжение. Транзистор мгновенно откроется, и ток от источника тока 4 потечет через коллектор — эмиттерный переход транзистора и соответственно через импульсную катушку 2. Возникшее вокруг этой катушки магнитное поле вступит во взаимодействие с магнитным полем постоянных магнитов 7. Взаимное отталкивание этих полей сообщит балансу импульс нужного направления.

Когда баланс под воздействием спирали изменит направление вращения, процесс повторится в другом направлении.

Для приведения в действие стрелочного механизма этих часов применяют устройства, аналогичные тем, которые используют в контактных электрических часах, т. е. и в этих часах баланс является не только регулятором хода, но и двигателем стрелочного механизма.

Преимущества бесконтактных часов по сравнению с контактными и тем более с механическими часами — огромны. Во-первых, электронная схема привода этих часов обладает исключительно высокой надежностью работы, она практически не подвержена какому-либо износу в процессе работы и составляющие ее элементы (катушки, транзистор, миниатюрные резисторы) могут функционировать чрезвычайно длительное время. Во-вторых, баланс в бесконтактных часах предельно освобожден от механических нагрузок и затрачивает свою энергию лишь на приведение в действие стрелочного механизма (полезная работа), на трение в опорах и преодоление трения о воздух



(потери энергии). Это является залогом высокой точности хода бесконтактных часов.

К недостаткам этих часов в настоящее время следует отнести два фактора: несколько больший расход тока, что в результате приводит к снижению времени работы часов от одного источника тока до 8—10 месяцев; нестабильность параметров миниатюрных транзисторов, требующая индивидуального подбора транзисторов при монтаже схемы, что усложняет производство этих часов.

Вполне очевидно, что эти недостатки вполне устранимы и вопрос их устранения это только вопрос времени.

Наручные бесконтактные часы, разработанные Научно-исследовательским институтом часовой промышленности, в настоящее время подготавливаются к промышленному освоению.

В настоящее время за рубежом наручные транзисторные часы известны в виде нескольких конструктивных вариантов, изготовленных в качестве образцов. В качестве примеров рассмотрим принципиальные схемы наручных транзисторных часов фирм «Эбош» и «Лип».

Часы фирмы «Эбош» снабжены нейтральным электромагнитным приводом. Регулятором хода и двигателем стрелочного механизма этих часов является система баланс 8—спираль 9 (рис. 141, б). На оси баланса установлен трехлопастный якорь 10, располагаемый в зазоре сердечника 11 между башмаками 12. Обмотка 13, уложенная на сердечник, выполняет функции импульсной катушки. Якорь, сердечник и его башмаки изготовлены из магнитомягкого материала типа пермаллоя или муметалла.

Миниатюрный мощный постоянный магнит 14 закреплен в магнитопроводе 15, установленном на оси баланса. На мосту 17 закреплена миниатюрная катушка возбуждения 16, включенная между базой и эмиттером транзистора 18. Питание схемы осуществляется от источника тока 19.

Когда баланс приближается к положению равновесия, катушка 16 проходит в зазоре магнитопровода 15. Магнитный поток постоянного магнита 14 пересекает витки этой катушки и наводит в ней ЭДС, прикладываемую к базе транзистора. Таким образом, транзистор отпирается и в коллекторной цепи возникает ток импульса, протекающий по обмотке 13. Магнитное поле, возникающее в зазоре между башмаками 12, взаимодействует с якорем 10, сообщая импульс балансу.

Для наибольшей экономичности системы привода при регулировке хода этих часов зазор между якорем и башмаками необходимо доводить до минимума, т. е. только чтобы якорь и башмаки не соприкасались.

Часы фирмы «Лип» имеют поляризованный электромагнитный привод. Магнитопровод 19 этих часов (рис. 141, в) с баш-

маками 20 сопряжен с постоянным магнитом 21. В зазоре башмаков размещен баланс 23, выступы обода которого, являющиеся как бы продолжением перекладки, выполняют функции якоря. Магнитопровод несет импульсную катушку 22 и катушку возбуждения 24, включенную между базой и эмиттером транзистора 25. Названная катушка сопряжена с эмиттером транзистора через массу механизма.

Когда выступы обода баланса удалены от башмаков 20, магнитный поток постоянного магнита 21 почти полностью замыкается через магнитопровод 19 (поток  $\Phi_2$ ). Магнитопровод как бы экранирует постоянный магнит, исключая его влияние на баланс. При приближении баланса к положению равновесия выступы на обode баланса приближаются к башмакам, в результате чего воздушный зазор, отделяющий башмаки и баланс, резко сокращается. В результате поток  $\Phi_2$  ослабевает и часть его замыкается через баланс (поток  $\Phi$ ). Изменение потока  $\Phi_2$  происходит весьма резко, что является причиной наведения ЭДС в катушках 22 и 24. ЭДС, прикладываемая к базе транзистора, отпирает его. Однако ЭДС, наводимая в этой системе, весьма мала, поэтому для облегчения режима работы транзистора между его базой и коллектором включен резистор 26. Наличие в цепи базы этого резистора обеспечивает возникновение начального базового тока, близкого по величине к току отпирающего транзистора. При наличии этого начального тока малое ЭДС, возбуждаемое в катушках 22 и 24, складываясь с начальным током, превышает ток отпирающего транзистора.

Открывшийся транзистор проводит ток через коллектор-эмиттерный переход. Чтобы разряд источника питания проходил только через импульсную катушку 22, в цепь катушки 24 включен разделительный конденсатор 27. Импульс тока от источника тока 28, протекая по катушке 22, создает импульс, поддерживающий колебания баланса.

В транзисторных электрических часах движение от баланса на стрелочный механизм передается аналогично устройствам, используемым для названной цели в контактных электрических часах.

**Камертонные наручные часы.** Последним достижением новой техники в области создания приборов времени являются камертонные часы, в которых в качестве регулятора колебаний использован миниатюрный камертон.

Способность камертона к стабильным по частоте колебаниям известна уже давно. Однако до последнего времени камертоны находили применение лишь исключительно в качестве эталонных частоты. Например, при настройке музыкальных инструментов.

Камертон в простейшем конструктивном исполнении имеет вид двухзубой вилки с небольшой рукояткой, расположенной

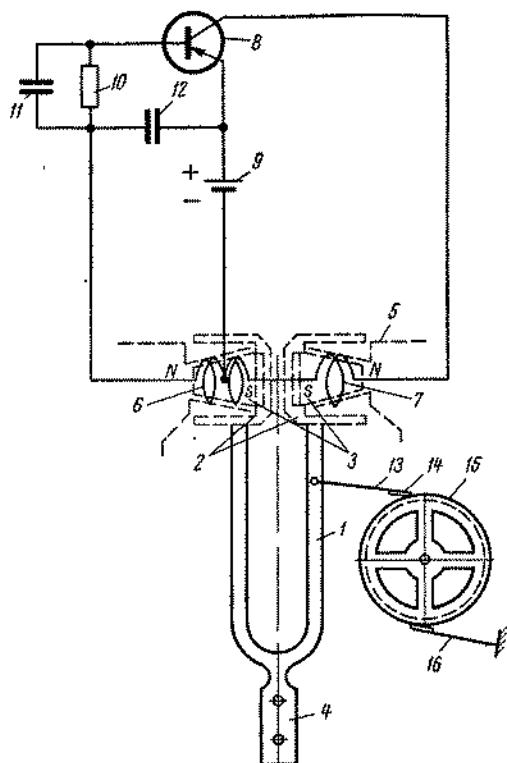


Рис. 142. Схема наручных камертонных часов

в точке соединения обеих ножек. При легком ударе одной из ножек обе ножки камертона приходят в колебания, то сближаясь, то расходясь на некоторый небольшой угол. Частота колебания ножек камертона зависит только от их геометрических размеров и упругих свойств материала камертона. Способность камертона к стабильным колебаниям нашла теперь применение в наручных электрических часах.

Принципиальная схема камертонных часов, имеющих магнитоэлектрический транзисторный привод, показана на рис. 142. Миниатюрный камертон 1, длина которого составляет около 25,5 мм, несет на концах своих ножек чашеобразные магнитопроводы 2, изготовленные из электротехнической стали. В днище магнитопроводов запрессованы постоянные магниты 3. Камертон жестко закреплен на платине часов винтом, расположенным в узловой точке 4 (центр основания ножек, не участвующий в колебаниях). Также на платине часов закреплены пластмассовые каркасы 5, введенные в зазор между постоянными магни-



тами и магнитопроводами камертона. На каркасах намотаны катушки возбуждения 6 и импульсная катушка 7. Конструктивно обе катушки выполнены как две последовательно соединенные намотки, причем одна из намоток имеет промежуточный отвод, разделяющий ее на две неравные части. Таким образом, катушка возбуждения, включенная между эмиттером и базой транзистора 8, образована частью одной из вышеназванных намоток; импульсная катушка образована одной целой намоткой и последовательно с ней соединенной оставшейся частью первой намотки. Импульсная катушка включена между коллектором и эмиттером транзистора; в эту же цепь включена батарея 9, питающая схему часов. На схеме показаны также миниатюрный резистор 10 и два малогабаритных конденсатора 11 и 12. Их назначение состоит в улучшении режима отпираания транзистора и в ограничении амплитуды колебания камертона.

Для приведения камертонных часов в действие после установки в них батареи следует нанести по их корпусу легкий удар (достаточно незначительного щелчка ногтем пальца) и камертон начнет колебаться. Его магниты с магнитопроводами начнут перемещаться вдоль катушек. При этом в катушке возбуждения возникнет ЭДС, приложенная к базе транзистора. Транзистор открывается, и ток от батареи по коллекто-эмиттерному переходу транзистора поступит в импульсную катушку. Поле этой катушки, воздействуя на камертон, сообщит ему импульс, необходимый для поддержания непрерывных колебаний.

Для приведения в действие стрелочного механизма камертонных часов используется храповое устройство. Одна из ножек камертона несет миниатюрную пружинку 13, на конце которой установлен заостренный камень 14. Этот камень, являющийся миниатюрной собачкой храповой системы, непрерывно толкает храповое колесо 15, находящееся в зацеплении с другими колесами стрелочного механизма. Положение храповика фиксируется второй пружинкой 16, установленной на платине часов.

Кроме перечисленных выше особенностей эти часы-обладают рядом чисто внешних специфических признаков. К последним относятся: плавное, а не скачкообразное перемещение секундной стрелки; отсутствие характерного тикания часов, так как камертонные часы обладают почти бесшумным ходом и звук, производимый ими, напоминает тонкий комариный писк (частота колебания камертона равна 360 гц, вследствие чего эти часы невозможно проверить на приборе типа ППЧ-4); отсутствие заводной головки, которая сохранена в электрических контактных и бесконтактных часах для перевода стрелок, в камертонных же часах заменена кнопкой с откидной серьгой, расположенной на задней стенке корпуса, рядом с резьбовой крышкой, закрывающей гнездо для установки батарейки.

Наручные камертонные часы уже освоены в производстве и выпускаются небольшими сериями на Втором московском часовом заводе, а также в США фирмой «Бюлова». Производство этих часов сопряжено с большими техническими трудностями, однако многочисленные достоинства этих часов, по сравнению с часами всех прочих типов, обеспечивают перспективность. Основное преимущество наручных камертонных часов заключается в их исключительно высокой точности. Суточный ход этих часов не превышает  $\pm 3$  сек. Камертонные часы в значительно меньшей мере подвержены воздействию внешних факторов и могут применяться в условиях эксплуатации повышенной сложности.

К недостаткам существующей в настоящее время конструкции камертонных часов следует отнести большую толщину их механизма, а также наличие в их конструкции сложного в изготовлении и малонадежного в работе узла храповика. Этот храповик вследствие необходимости преобразования высоких по частоте колебаний камертона в сравнительно медленное вращение стрелок часов должен при диаметре порядка 2,5 мм нести до 300 мельчайших зубьев. Изготовление такого храповика весьма затруднительно, кроме того, его зубья подвержены довольно быстрому износу.

**Ремонт малогабаритных электрических часов.** Появление наручных контактных, а затем и бесконтактных (транзисторных) электрических часов потребовало от часовых мастеров приобретения новых знаний и изучения методов работы со специальной электроизмерительной аппаратурой. Для ремонта наручных электрических часов в часовой мастерской должны быть созданы определенные условия. В первую очередь мастерская должна быть укомплектована специальной аппаратурой: вольтметром для измерения напряжения батарейки, амперметром для измерения расхода тока, омметром для контроля отдельных деталей электрической схемы, осциллографом для контроля режима работы электропривода, станком для намотки миниатюрных катушек, миниатюрным электропаяльником.

Специалисты-ремонтники должны пройти соответствующий инструктаж о том, как проводить отдельные измерения и испытания, изучить инструкции по эксплуатации электроизмерительной аппаратуры. Рекомендуются, чтобы в часовых мастерских были составлены таблицы с основными техническими характеристиками электрических часов, поступающими в ремонт для сравнения получаемых результатов измерений с заданными значениями.

Для быстрого и удобного контроля параметров электрических часов рекомендуется также смонтировать общий измерительный пульт, включающий все необходимые для измерений приборы. Пульт с измерительными приборами должен быть

смонтирован так, чтобы обслуживание приборов было простым, включение контролируемых часов осуществлялось быстро и без затруднений. В пульт необходимо вмонтировать источник напряжения постоянного тока. Для этого в панель пульта устанавливают несколько сменных источников тока с напряжением 1,5 и 3 в. Следует иметь в виду, что для получения высокой точности измерения диапазон изменения напряжения должен составлять 0—2 в, а внутреннее сопротивление измерительных приборов было бы не менее 20 000 ом на 1 в. Расход энергии схемой привода измеряют милли- или микроамперметром. Расход энергии — один из важнейших параметров электрической схемы, позволяющий судить о работе всего часового механизма.

Рассмотрим практические примеры ремонта наручных электрических часов на основе опыта фирмы «Гамильтон» и Второго московского часового завода, осуществивших наиболее массовый выпуск часов этого типа. Для ремонта наручных контактных электрических часов необходимы: вольтметр со шкалой 2—3 в; омметр со шкалой до 5000 ом, осциллограф типа ЭНО-1 и прибор типа ППЧ-4. Наиболее удобен вольтметр типа М-82; однако целесообразно применять универсальные измерительные приборы — тестеры (микроампервольтметры), позволяющие измерять все электрические характеристики. Наиболее удобны тестеры типа ТТ-1, ТТ-3 или Ц-56.

Весьма частой причиной нарушения работы электрических часов является падение напряжения источника тока. Измеряя напряжение, щупы вольтметра прикладывают к корпусу и крышке источника тока. Если стрелка прибора при этом не отклонится, щупы следует поменять местами. Источники тока, напряжение которых упало до 1,3 в, подлежат обязательной замене.

Все токопроводящие детали должны быть хорошо изолированы от платины. Качество изоляции проверяют омметром, прибором, измеряющим сопротивление. Токопроводящие материалы имеют сопротивление, измеряемое в единицах ом; изоляционные материалы имеют сопротивление порядка миллионов ом. Для измерения сопротивления щупы тестера, переключенного на измерение сопротивления, складываются вместе (замыкаются) и стрелку тестера при помощи ручки регулировки устанавливают на нуль. Затем щупы прибора присоединяют к платине и к детали, изоляцию которой относительно платины проверяют. Если тестер покажет очень большое сопротивление (шкала  $\times 1000$ ; стрелка прибора практически неподвижна), то изоляция надежна. Если стрелка прибора отклонится — изоляция нарушена.

Необходимо также контролировать сопротивление катушки, которая может иметь обрыв или короткозамкнутые витки. При обрыве катушка покажет бесконечно большое сопротивление;

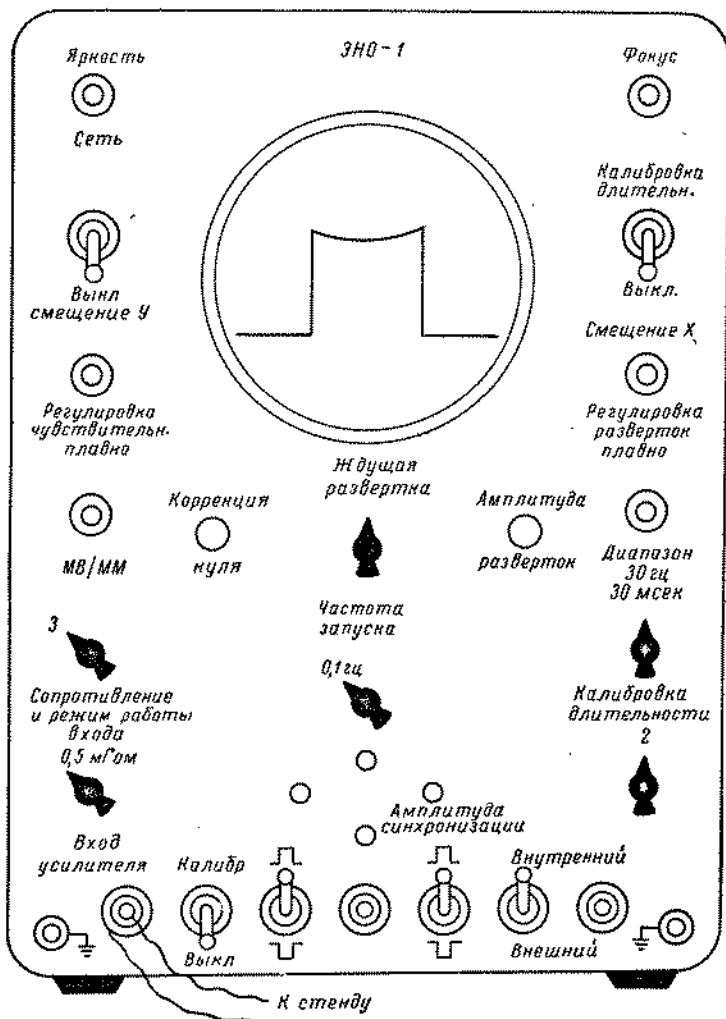


Рис. 143. Электронный осциллограф

при замкнутых витках сопротивление катушки не будет соответствовать номинальному. Номинальное сопротивление катушки рассматриваемого типа равно 3000—3500 ом. Для измерения сопротивления катушки щупы тестера необходимо приложить к ободу баланса и контактному штифту.

Длительность импульса в работающих часах должна равняться 0,007—0,009 сек. При увеличении импульса возрастает непроизводительный расход тока, при уменьшении длительности

импульса снижается амплитуда колебания баланса. Проверку формы и длительности импульса производят осциллографом ЭНО-1 (рис. 143). При разомкнутых контактах на экране осциллографа будет видна только светящаяся точка. Как только

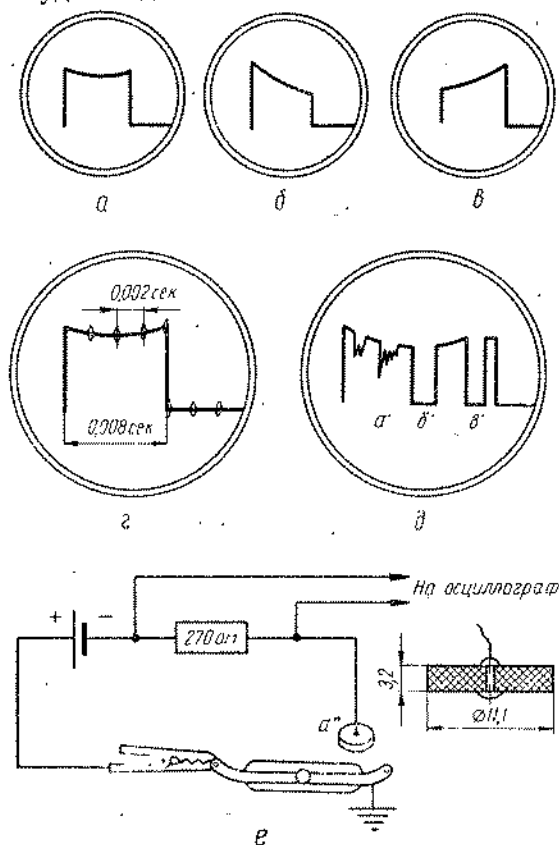


Рис. 144. Осциллограммы:

*а* — нормальное контактирование; *б* — раннее контактирование; *в* — позднее контактирование; *г* — осциллограмма с метками времени; *д* — дефекты контактов; *а'* — дробный импульс; *б'* — разрыв; *в'* — добавочное замыкание; *е* — схема для подключения часов к осциллографу

контакты замкнутся, точка поднимется вверх, сместится вправо и вновь опустится в момент размыкания контактов. На экране осциллографа возникнет П-образный импульс (рис. 144, *а, б, в*). Включив на осциллографе тумблер «Калибровка длительности», получим на экране метки времени, где расстояние между каждой меткой равно 0,002 сек (рис. 144, *г*). Подсчитав число меток в импульсе, определяют его длительность.

При работе с осциллографом рекомендуется пользоваться только рукоятками: «Яркость», «Фокус», «Амплитуда разверток» и «Калибровка длительности». Рукоятка «Сопротивление и режим работы» должна быть установлена на деление 0,5. Часы подключают к осциллографу при помощи простой схемы, показанной на рис. 144, *е* и содержащей кроме источника тока и резистора на 270 ом муляж источника тока «а''». На этом же рисунке показан чертеж муляжа. Если при включении часов на осциллограф изображение импульса на экране окажется перевернутым, то необходимо поменять местами концы схемы.

По форме импульса на экране можно судить и о правильности режима работы контактов. На рис. 144, *д* показано несколько наиболее характерных случаев нарушений режима контактирования.

Разборку наручных электрических часов и анализ их неисправностей рекомендуется производить в определенной последовательности. Для работы с часами необходим немагнитный (латунный или пластмассовый) пинцет. Не рекомендуется использовать латунные пинцеты с никелевым покрытием.

Чтобы вынуть механизм из корпуса, надо отвернуть крышку корпуса, вынуть пружинное кольцо и, ослабив винт переводного рычага, вынуть головку перевода стрелок. С извлеченного из корпуса механизма снимают установочное кольцо. Источник тока снимают после того, как он будет освобожден от удерживающей его байонетной пружины или моста. От механизма отделяют стрелки, после чего механизм укладывают на подставку. Осторожно отделяют мост с контактными пружинками. При снятии моста необходимо следить, чтобы контакты не задели спираль. Чтобы снять верхнюю пластину магнитопровода, надо ослабить винт крепления моста баланса, вывернуть винт крепления магнитопровода (ближний к мосту баланса) и ослабить второй его винт. После этого поворачивают магнитопровод по часовой стрелке, стараясь не задеть катушку. Полностью вывертывают второй винт и снимают магнитопровод. Нижняя пластина магнитопровода будет при этом удерживаться только притяжением магнитов.

Придерживая чуркой баланс от притяжения магнитами, следует снять балансовый мост и отделить баланс. Ангренаж и ремонтур при разборке затруднений не вызывают.

Осматривая механизм часов, необходимо прежде всего проверить правильность исходного положения и процесса замыкания контактов. Затем необходимо проверить напряжение источника тока, а также качество изоляции токопровода относительно платины. При пробое изоляции (стрелка омметра отклоняется) необходимо переклеить токопровод эпоксидной смолой.

Далее проверяют режим работы схемы по форме импульса на экране осциллографа. Если обнаружен дробный импульс или ложные контактирования, необходимо проверить качество крепления контакта на пластине. Измеряют сопротивление катушки, после чего проверяют качество крепления токопровода баланса. Проверяя узел баланса, необходимо проверить легкость и плавность перемещения предохранительного флажка, который должен падать под действием собственного веса.

Перемещая острозаточенной чуркой ходовое колесо (храповик), необходимо также проверить его фиксацию постоянным магнитом. Осмотр дефектов ангренажа и ремонтара производят обычными способами.

Чистят электрические часы обычным путем. Особое внимание следует уделять легкости перемещения предохранительного флажка и чистоте трубки центрального триба. Контактные поверхности должны быть очищены до глянцевого блеска. Промывают контакты только спиртом.

При сборке часов необходимо соблюдать особую осторожность по отношению к контактной группе. После ремонта контакты подлежат обязательной регулировке. Контактная группа должна быть так отрегулирована, чтобы при движении баланса против часовой стрелки токосъемник баланса проходил, не соприкасаясь с контактным штифтом. На рис. 145, *a* показано взаимное расположение контактов катушки и постоянных магнитов при равновесном положении баланса. Если переместить баланс против часовой стрелки настолько, что размыкающий камень 1 прикоснется к пластине 2, то между контактами 3 и 4 должен остаться зазор порядка 0,1—0,15 мм. Взаимные положения контактов при начале 6 и конце 7 замыкания, а также отклонение контактов при возвратном движении баланса 8 показаны на рис. 145, *б*.

Обе контактные пластины должны быть параллельны, причем размыкающая пластина 2 должна располагаться выше середины размыкающего камня 1. Контактная пластина 5 не должна прикасаться к верхней плоскости проволочной рамки пластины 2. В то же время необходимо соблюдать зазор между пластиной 2 и ободом баланса с катушкой.

Длину пластин 2 и 5 регулируют поворотом удерживающих колонок. При повороте колонок по часовой стрелке длина пластин увеличивается, при обратном повороте колонок — длина пластин уменьшается. Длина пластины 2 должна быть такой, чтобы ее конец перекрывал камень 1 на  $\frac{1}{3}$  его ширины. Длина контактной пластины должна обеспечивать полное перекрытие контактов. Высоту установки пластин регулируют подгибкой колонок. После установки длины и высоты пластин их изгибают у основания колонок для правильной ориентации в положении покоя.

Следует иметь в виду, что амплитуда колебания электрических часов зависит от напряжения источника тока. При напряжении порядка 1,5 в амплитуда колебания составляет 300—270°; при напряжении до 1,4 в — 270—250°; при напряжении менее 1,4 в — 250—230°.

Смазывают часы следующим образом: в ангренаже каждую цапфу смазывают путем накола бузины, пропитанной маслом МЧМ-5. Цапфы баланса также смазывают этим маслом. Ремонтуар смазывают маслом МЦ-3. Зубья ходового колеса смазывать не рекомендуется. Необходимо тщательно оберегать контакты от попадания на их поверхность масла.

Основные дефекты наручных электрических часов и способы их устранения приведены в табл. 7.

Наручные часы с камертонным регулятором конструктивно просты,

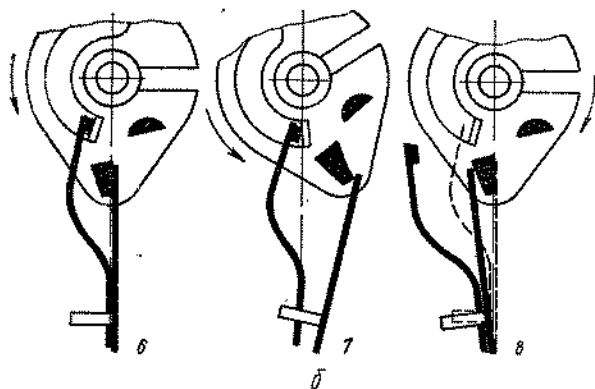
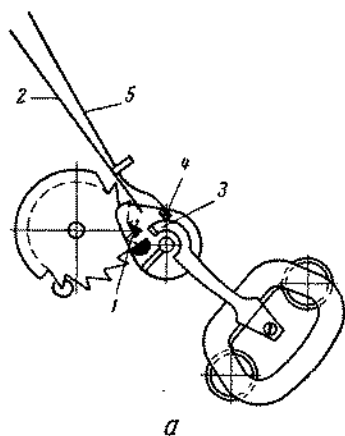


Рис. 145. Контактная группа наручных электрических часов

и ремонт их механической части не вызывает затруднений. Узел камертона и электронный блок практически не подлежат ремонту, и в случае обнаружения их дефектов камертон или названный блок должны быть заменены. Необходимо отметить, что сам камертон в процессе эксплуатации часов не подвержен ни износу, ни деформациям. Повреждение камертона может



Основные дефекты наручных электрических часов и способы их устранения

Дефект	Причина дефекта	Прибор	Метод устранения
Резкое изменение суточного хода, периодический останов Часы идут, стрелки стоят	Падение амплитуды; разряд источника тока до 1,3 в Слабая фиксация ходового колеса, засорение ангренажа	М-82	Замена источника тока Приблизить к колесу фиксирующий магнит (зазор между магнитом и плоскостью колеса должен равняться толщине колеса). Прочистить трубку центрального триба
Периодический останов часов	Деформация контактных пластин; натывание пластин на замыкающий камень	ЭНО-1	Отладить контакты
Большая погрешность суточного хода	Разрегулировка или износ контактов	ЭНО-1	Сменить и отладить контакты
Часы спешат	Падение амплитуды, дробный импульс, подгар контактов	ЭНО-1	Промыть спиртом контакты
Останов часов	Заскок предохранительного флажка за ограничитель на ангренажном мосту Отклеился токосъемник баланса, пробой токосъемника на баланс, обрыв катушки Нет напряжения на контактной колонке, плохой контакт багарей с токопроводом и токопровода с колонкой	Тестер »	Подогнуть ограничитель Сменить баланс Подогнуть токопровод

Дефект	Причина дефекта	Прибор	Метод устранения
Неправильные показания стрелок Большая позиционная погрешность Часы меняют ход Большое отставание Большая нестабильность суточного хода	Отскочил контакт контактной пластины	ЭНО-1	Сменить контакты
	Токопровод пробивает на платину	Тестер	Переклеить токопровод
	Катушка задевает за ангренажный мост или верхний магнитопровод. Деформация или обрыв катушки.	»	Ослабить винты крепления катушки, установить ее в плоскости, закрепить, уравновесить баланс
	Слабый фрикцион		Обжать минутник
	Деформация катушки, затирание предохранительного флажка		Уравновесить баланс, сменить флажок
Часы меняют ход	Дробные импульсы	ЭНО-1	Зачистить и отладить контакты
Большое отставание	Огкленлась катушка, спираль вышла из штифтов градусника	Тестер	Сменить катушку, уравновесить баланс. Выправить спираль
Большая нестабильность суточного хода	Намагниченность стальных деталей часов		Выпрессовать постоянные магниты, размагнитить механизм

произойти лишь при неумелом обращении с часами в процессе их ремонта.

При разборке часов узел камертона и оба блока (источника тока и электронный) отделяются от механизма одновременно. Необходимо внимательно следить, чтобы при отделении камертона не была повреждена пружинка, ведущая храповик, а также не были смещены пружинные шайбы на затылках чашек магнитопроводов, так как последнее приведет к разбалансировке камертона и изменению частоты его колебания, что в условиях часовой мастерской не поддается исправлению.

При осмотре механизма наручных часов с камертонным регулятором некоторую специфику представляет методика определения и контроля основных механических и электрических параметров этих часов.

Качество ангренажа, включая и узел храпового колеса, может контролироваться с помощью магнитоэлектрического микроамперметра типа М-193 или М-194. Для этой цели механизм часов 1 (рис. 146) необходимо установить на металлическую подставку 2, на которой должен быть укреплен (но изолированно от подставки) пружинный контакт 3, обеспечивающий надежное контактирование с токо-

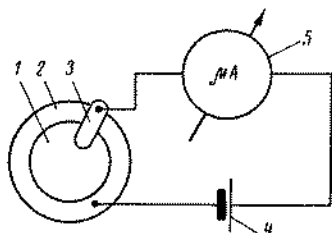


Рис. 146. Схема для контроля параметров камертонных часов

съемником, находящимся в пластмассовом блоке в углублении для источника тока. Источник тока 4 устанавливается вне механизма и подключается к последнему через микроамперметр 5. Микроамперметр должен быть установлен на предел измерения не менее 100 мкА, так как до запуска камертонного генератора потребляемый схемой ток составляет до 60—90 мкА. Возбуждение камертонного генератора осуществляется легким постукиванием по подставке вдоль оси постоянных магнитов камертона.

Проверку производят в следующей очередности. Механизм часов с отведенной от храповика толкающей пружинкой устанавливают на подставку и запускают камертон. С возбуждением камертонного генератора расход тока уменьшается до величины порядка 10 мкА, что позволяет переключить микроамперметр на более чувствительную шкалу. Если показания микроамперметра не превышают эту величину и стрелка прибора не колеблется, то электрическая схема часов работает нормально.

После проверки электрической схемы камертон останавливают, отключив питание схемы, и восстанавливают взаимодействие толкающей пружинки с храповиком. Часы запускаются

вновь. Расход тока при этом не должен возрасти более чем на 5 *мкА*. Изменяя величину натяга фиксирующей и толкающей пружины храповика, добиваются уверенного срабатывания храпового механизма во всех положениях часов при минимальном расходе тока (порядка 12—15 *мкА*). При хорошем качестве деталей часов и правильно слаженном храповом механизме стрелка микроамперметра не должна отклоняться от своего среднего положения на величину большую  $\pm 0,2$  *мкА*.

Сильные колебания стрелки относительно своего среднего значения указывают на дефекты в агрегате.

Часовой мастер, изучающий ремонт наручных электрических часов, должен освоить процесс намотки миниатюрных катушек, применяющихся в этих часах. Обрывы катушек, пробой их витков являются частыми причинами нарушения работы электрических часов. Замена же катушек в процессе ремонта в настоящее время практически невозможна, и дефектную катушку следует изготавливать самому. Для намотки катушек необходимо изготовить простой намоточный станок (рис. 147, а), шпиндель 1 которого приводится в действие от электродвигателя, применяемого для привода швейных машин. Этот электродвигатель 2 удобен тем, что имеет педальный реостат для регулировки скорости вращения. Рекомендуется соединить со шпинделем цифровой счетчик 3 для контроля числа витков катушки. Поскольку катушки бесконтактных электрических часов наматываются одновременно в два провода, на отдатчике 4 станка устанавливают одновременно две тарные катушки с микропроводом. Оси 5 катушек имеют резьбу и несут две конические гайки 6 для крепления тарных катушек. В качестве цапф осей рекомендуется использовать старые конические оси будильников. Оси работают в центровых винтах 7. Натяжение провода, сходящего с отдатчика, регулируют подтягиванием центровых винтов. Оси тарных катушек должны располагаться перпендикулярно оси шпинделя и отстоять от оправки 8, закрепленной на шпинделе, на расстоянии 400—450 *мм*. Это расстояние выбирается так, чтобы провод в оправке под действием натяжения равномерно укладывался сам по поверхности оправки. Направление провода регулируют перемещением плеча 9 отдатчика на оси 10. Фиксируется отдатчик винтом 11.

Во избежание обрывов провода электродвигатель в начале намотки запускается плавно. Вращение оправки постепенно ускоряется. Останавливают двигатель также постепенным снижением скорости вращения.

Укладку провода на оправку контролируют при помощи бинокулярного микроскопа МБ-1 с восьмикратным увеличением.

Катушки наручных часов контактных и транзисторных часов наматывают медным эмалированным проводом марки ПЭВ-2 диаметром 0,012 *мм*.

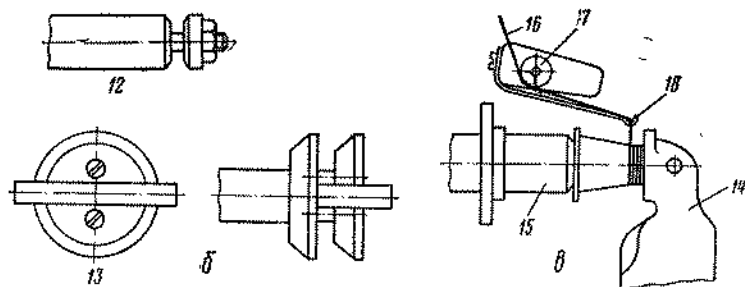
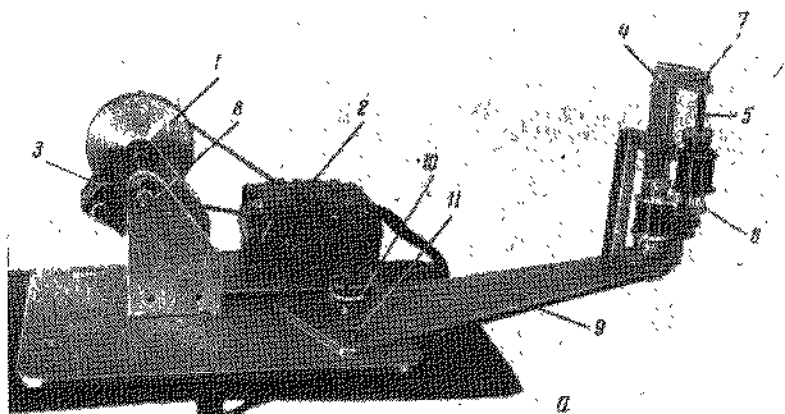


Рис. 147. Станок для намотки катушек

Перед намоткой поверхность одинарной оправки 12 (рис. 147, б) покрывают тонким слоем парафина. Толщина слоя не более 5—10 мк. Закрепив концы провода на оправке, проводят намотку. По окончании намотки в оправку дают каплю закрепляющего лака. В качестве такого лака можно использовать: бакелитовый лак, лак БМК или 932Ф, а также клей БФ-4. Пропитанную лаком катушку просушивают на оправке без ее разборки при комнатной температуре в течение 30—40 мин. После этого оправку подогревают до температуры 75—80° С, разбирают и снимают катушку с оправки. Окончательную просушку катушки производят между двумя стеклами под легким грузом.

На рисунке 147, б показана также оправка разъемного типа 13 с двумя щечками, закрепляемыми винтами, которая более удобна для съема катушек. Разъемные щечки устанавливают

при помощи пластины толщиной 0,5 мм, устанавливаемой в прорезь между щечками. После сборки оправки пластину вынимают.

Катушку камертонных наручных часов наматывают медным эмалированным проводом ПЭВ-2 диаметром 0,015 мм. Каркасы катушек 14 (рис. 147, в) камертонных часов выполнены из пластмассы и составляют одно целое с электронным блоком и блоком источника тока. Намотку катушек производят на базе конуса каркаса совместно с блоком, что в значительной мере затрудняет намотку.

Перед намоткой каркас необходимо проверить на наличие сколов и заусенцев, которые необходимо устранить. Лопнувший каркас непригоден. После проверки блок раструбом катушки насаживают на конус 15 шпинделя. Каркас на шпинделе не имеет креплений и держится на конусе только силой трения.

Укладка провода 16 осуществляется специальным поводком с роликом 17, устанавливаемым на намоточном станке. Поводок может перемещаться вдоль оси шпинделя. Крючок 18 поводка изготовляют из рояльной проволоки. Все детали поводка, прикасающиеся с проводом, должны быть тщательно отполированы.

Свободный конец провода временно закрепляют на теле блока с таким расчетом, чтобы после намотки оставался свободный конец длиной 50—60 мм. Поводок устанавливают таким образом, чтобы его конец с крючком находился во впадине каркаса и не доходил до внутренней его щечки примерно на 0,05 мм. Провод после закрепления свободного конца пропускают через крючок и ролик поводка. После этого, вращая шпиндель рукой, кладут несколько витков провода, после чего включают двигатель станка. Сначала при помощи поводка заполняют впадину каркаса; постепенно увеличивая ширину намотки, заполняют весь каркас. Раскладывать провод следует равномерно, чтобы по достижении нужного числа витков наружная поверхность намотки была цилиндрической. Заканчивать намотку необходимо у внутренней щечки каркаса.

Катушка электронного блока и катушка блока источника тока отличаются друг от друга по характеру намотки. Катушка электронного блока имеет одну намотку, а катушка блока питания — две. Намотка двойной катушки от одинарной отличается тем, что по достижении нужного числа витков первой обмотки отводят провод в виде петли, которую временно (так же как и начальный виток) закрепляют на теле блока. Отвод необходимо делать у внутренней щечки каркаса.

При заделке концов катушки и отвода необходимо следить, чтобы все концы провода выходили из катушки с одной стороны: на электронном блоке — с внутренней стороны, на блоке источника тока начало и конец выводят с внутренней стороны каркаса ближе к контактными штифтам. Отвод в виде петли

делают со стороны заземленной клеммы блока. После намотки каждую катушку, не снимая со шпинделя, покрывают тонким слоем лака БМК. Лак наносят кистью, одновременно поворачивая от руки шпиндель станка. После того как лак слегка подсохнет, катушку вместе с блоком просушивают при температуре 50—60° С в течение одного часа.

Микропровод и всю схему электрических часов паяют припоем ПОС-40 с применением канифоли, растворенной в спирту, или при помощи бескислотных флюсов. В качестве миниатюрного паяльника рекомендуется использовать электрический прибор для выжигания по дереву, установив на выжигающей игле легкий медный чехол, выполненный аналогично стержню электропаяльника. Специально зачищать микропровод в месте пайки не требуется.

## КРУПНОГАБАРИТНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЧАСЫ

**Часы с электроподзаводом.** Среди крупногабаритных электрических часов чрезвычайно распространены часы с электроподзаводом, которые являются как бы промежуточным звеном между механическими и электрическими часами. Одна из конструктивных модификаций этих часов — автомобильные часы уже были описаны выше. В большинстве случаев часы с электроподзаводом отличаются друг от друга конструкцией узла подзавода и не имеют различия в ангренаже, ремонтуре и других узлах механизма. Рассмотрим конкретные конструкции и схемы механизмов подзавода, которые можно считать наиболее типичными.

В настольных часах «Миниэлектрик-60б» (фирма «Кинцле», ФРГ) применен электромагнитный подзавод спиральной пружины (рис. 148, а). Спиральная пружина 1 своим наружным концом закреплена на диске 2, а внутренним концом — на оси 3. Диск 2 может свободно вращаться на оси 3 и несет собачку 4, взаимодействующую с храповым колесом 5, установленным на оси промежуточного колеса 6. Диск 2 несет также контакт 7. Второй контакт 8 установлен на якоре электромагнитного реле 9. При работе часов диск 2, вращаемый пружиной 1, ведет храповик 5, который, соответственно, приводит в действие часовой механизм. По мере вращения диска 2 контакт 7 замыкается с контактом 8, включая питание обмотки реле от источника тока 10. Реле срабатывает и резко притягивает якорь, который отталкивает при этом контакт 7. Контакты размыкаются, так как диск 2 поворачивается на оси 3. При повороте диска пружина подзаводится на некоторый угол, а собачка 4 проскальзывает по зубьям храповика 5. Храповик 5 сопряжен с маховиком 11, вследствие чего в момент подзавода храповик

продолжает движение по часовой стрелке, поддерживая ход часов. Маховик 11 заменяет гешперное устройство, предохраняющее часы от воздействия на ход периодов подзавода. При питании часов фирмы «Кинцле» от источника тока типа «Лик-Пруф» продолжительность работы часов без смены батареи составляет три года. Применение угольно-цинковых источников тока фирма не рекомендует.

Известный интерес представляют часы (фирма «Диль-Электро», ФРГ), в которых в качестве двигателя часов используют цилиндрическую пружину 12 (рис. 148, б), связывающую два колеса 13 и 14. Пружина периодически подзаводится миниатюрным электродвигателем 15. Энергия заведенной цилиндрической пружины отдается колесу 13, вращение которого передается на колесную передачу часов. По мере вращении колеса 13 и расходования энергии пружины штифт 16 колеса 13 приближается к пальцу 17 шайбы 18, соосной с вышеназванными колесами механизма подзавода. Нажим штифта 16 на палец 17 вызывает поворот шайбы 18, которая сообщает перемещение штоку 19, снабженному изоляционной втулкой. Перемещение штока позволяет токопроводящим щеткам 20 прикоснуться к коллектору двигателя. Последний приходит во вращение и через червяк, сидящий на валу ротора, вращает колесо 14, заводя таким образом пружину. Штифт колеса 13 и палец шайбы 18 перестают при этом соприкасаться, в результате чего цепь питания двигателя снова разрывается и процесс подзавода заканчивается. Длительность подзавода при номинальном напряжении источника питания 1,2 в составляет 4 сек. Подзавод пружины осуществляется через каждые 8 мин. Продолжительность работы часов от одной батареи до полутора лет.

На рис. 148, в показано устройство подзавода с синхронным непрерывно работающим электродвигателем, применяемым в реле времени фирмы «Хорстманн Гир» (Англия). В этом устройстве спиральная пружина 21, установленная в барабане 22, приводит в действие обычный часовой механизм. На валу барабана 23 установлен храповик 24, приводимый во вращение собачкой 25, установленной на качающемся рычаге 26. Рычаг сопряжен с пружиной 27 и приводится в движение эксцентриком 28, установленным на валу 29 редуктора (не показан), приводимого во вращение электродвигателем 30. При включении электродвигателя в сеть эксцентрик 28, с каждым своим оборотом опускает рычаг 26 и растягивает пружину 27. Пружина 27, соответственно, возвращает рычаг в исходное положение и собачкой 25 поворачивает храповик 24, осуществляя подзавод пружины. Подзавод пружины 21 продолжается до тех пор, пока момент этой пружины не превысит момента, создаваемого пружиной 27. Тогда рычаг 26 не возвратится в исходное положение и эксцентрик (а следовательно, и двигатель)



будет вращаться вхолостую. Подзавод пружины 21 возобновляется по мере её раскручивания. Таким образом, при работе механизма подзавода пружина 21 находится все время в заведенном состоянии. При перерыве питания двигателя пружина 21 обеспечивает резерв хода на 12 часов.

Французская фирма «Одо» применяет в настенных часах устройство, представляющее сильно упрощенную модификацию

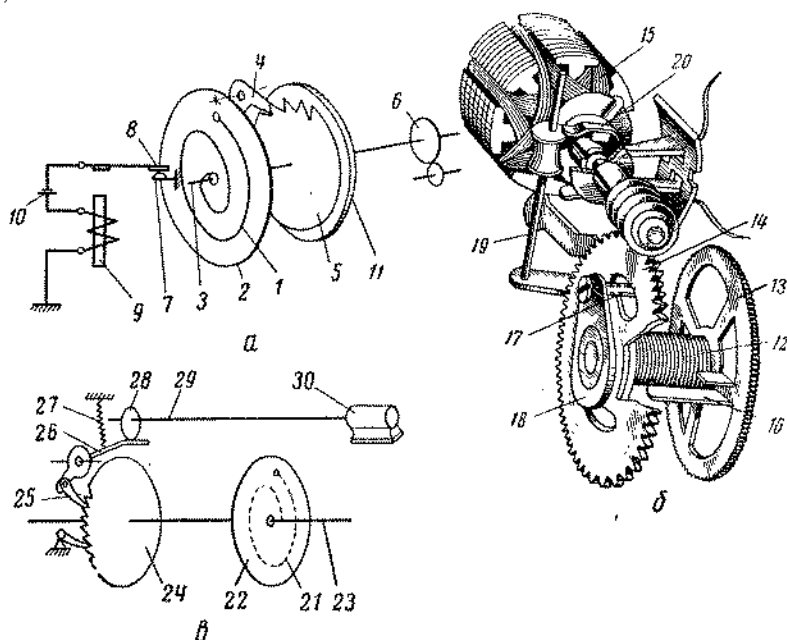


Рис. 148. Схемы электроподзавода

вышеописанного механизма подзавода. В часах «Одо» пружина 21 заменена гешпером, рычаг 26 не имеет пружины 27, но несет на стороне собачки небольшой груз. Рычаг, отброшенный эксцентриком, возвращается в исходное положение под действием тяжести груза, одновременно приводя в действие часовой механизм. Как только рычаг приблизится к эксцентрику, он будет вновь отброшен вниз и собачка перехватит зубья храповика. Перепады момента во время переброса рычага сглаживаются гешпером.

На рис. 149 показаны кинематическая и электрическая схемы подзавода, примененного в часах фирмы «Жаз» (Франция). В этих часах подзавод осуществляется при помощи миниатюрного магнитоэлектрического двигателя с транзисторным

приводом. Ротор *1* магнитоэлектрического двигателя через зубчатую передачу *2* и *3* сопряжен с валом скобы *4* поводковой муфты. Поводок *5* этой муфты установлен на оси червяка *6*. На верхнем конце вертикальной оси червяка установлен груз *7*. Червяк находится в зацеплении с колесом *8*, жестко установленным на секундной оси часового механизма. Под действием груза *7* червяк опускается вниз и, действуя как зубчатая рейка, вращает колесо *8*. В тот момент, когда поводок *5* будет захва-

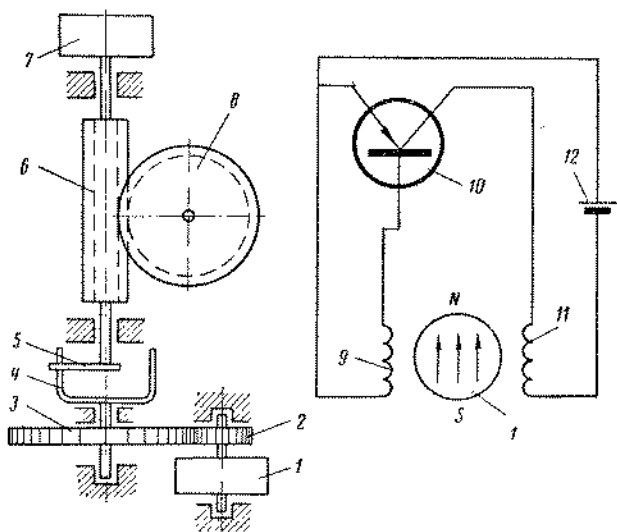


Рис. 149. Схема электроподзавода с постоянно работающим электродвигателем

чен скобой *4*, червяк начнет вращаться и, продолжая вращать колесо *8*, поднимется по зубьям колеса вверх. Подъем червяка прекратится в тот момент, когда поводок выйдет из зацепления со скобой. Процесс повторяется.

Ротор *1* электродвигателя выполнен из высококоэрцитивного магнитного сплава и намагничен в радиальном направлении. По обе стороны ротора размещены две катушки. Катушка возбуждения *9* включена между базой и эмиттером транзистора *10*; импульсная катушка *11* — между коллектором и эмиттером транзистора. В цепь катушки *11* включен источник тока *12*. При вращении ротора *1* в катушке *9* наводится ток, отпирающий транзистор. В цепи коллектор-эмиттер, а следовательно, в импульсной катушке *11* возникает ток, и ротору сообщается импульс. При повороте ротора на  $180^\circ$  ток в катушке *9* меняет направление, транзистор оказывается запертым и ротор

вращается по инерции. При следующем повороте ротора на  $180^\circ$  процесс повторяется.

Представляет также интерес конструкция контактного подзавода с электродвигателем, примененная в настольных часах фирмы «Эргас» (ФРГ). В этих часах блок подзавода установлен на центральной оси 1 (рис. 150, а), с которой сопряжен внутренний виток спиральной пружины 2. Наружный конец этой пружины прикреплен к стенке барабана 3. В стенке барабана прорезано окно, в которое входит изогнутый конец пружины-шупа 4, закрепленной на наружной поверхности барабана. На центральной оси свободно сидит поводок 5, опирающийся на контактную пластину 7.

По мере раскручивания пружины 2, ее наружный виток приближается к стенке барабана, отжимая пружину 4. В определенный момент выступ этой пружины освобождает поводок 5. Поводок отбрасывается пластиной 7 вверх и контакт пластины замыкается с неподвижным контактом 6, включая питание электродвигателя 8 от источника тока 9. Электродвигатель через редуктор 10 сопряжен с зубчатым венцом барабана 3 и, вращая барабан, подзаводит пружину 2. По мере подзавода витки пружины отходят от стенки барабана, пружина 4 опускается, захватывает поводок 5, который, нажимая на пластину 7, размыкает контакты. Пружина подзаводится один раз в час.

Подобного типа механизм электроподзавода применен в часах «Энергия», изготовляемых Ленинградским заводом электрических часов (рис. 150, б). Заводная пружина в этих часах закреплена внутренним концом на заводной гайке, навинченной внутри барабана 10 на центральную ось 11. Наружный конец пружины прикреплен к стенке барабана. На днище барабана установлена плоская пружина 12, а на центральной оси жестко закреплен поводок 13. При работе часов по мере вращения центральной оси поводок 13 скользит по пружине 12, прижимая ее свободный конец к барабану. Отогнутый конец пружины 12 освобождает пластину 14, которая поднимается и контактирует с неподвижным контактом 15, включая питание электродвигателя 16. Двигатель через редуктор вращает барабан, подзаводя пружину. При этом пружина 12 выходит из-под поводка 13 и ее отогнутый конец нажимает на пластину 14, размыкая контакты. Процесс повторяется каждый час; длительность подзавода составляет 1,5—2 сек. В качестве источника тока в часах «Энергия» применена батарея типа КБС-Л-0,50. Срок работы часов от одной батареи указанного типа составляет четыре месяца.

Механизмы часов «Энергия» ремонтируют обычными методами. Узел подзавода требует при ремонте выполнения некоторых специальных операций. Рассмотрим основные дефекты узла подзавода этих часов и способы их устранения.

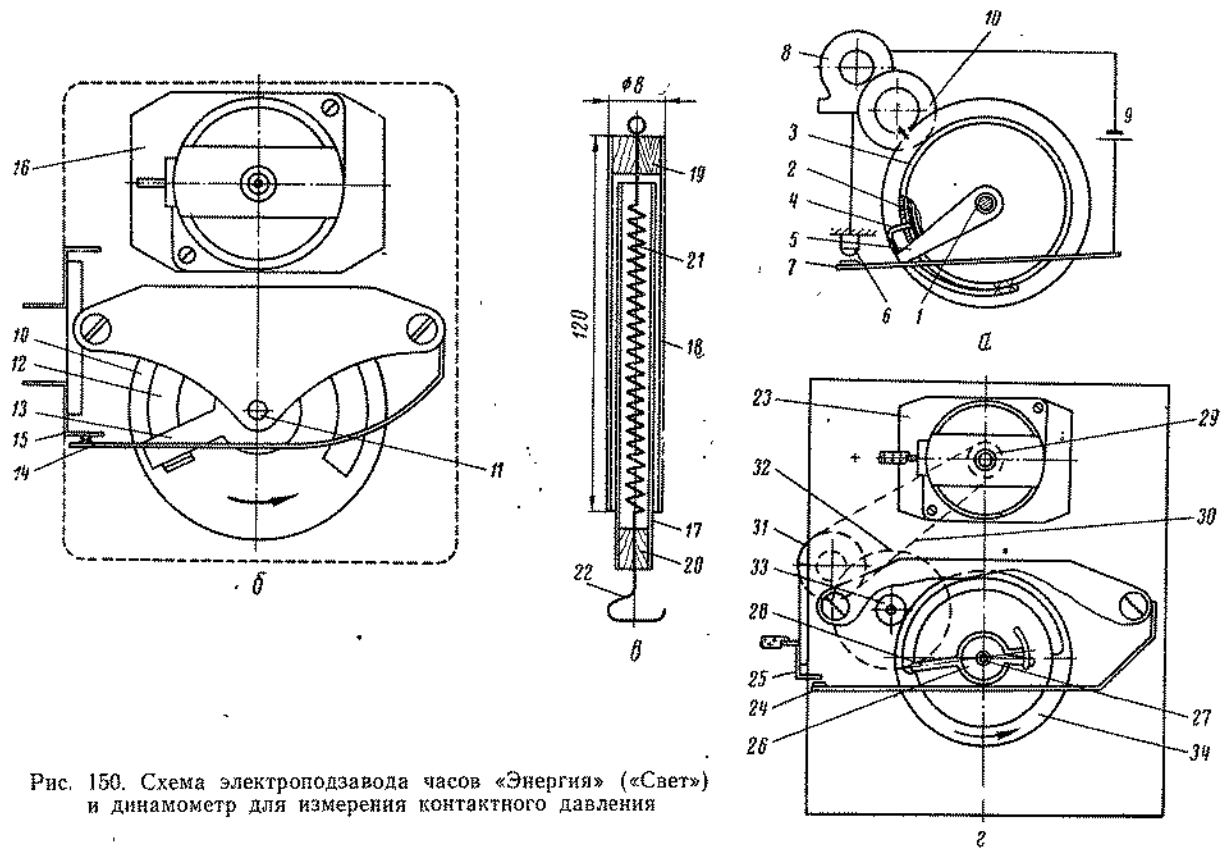


Рис. 150. Схема электроподзавода часов «Энергия» («Свет») и динамометр для измерения контактного давления

Частым дефектом является деформация или поломка пружины 12. Для замены пружины нужно вынуть механизм из корпуса, снять стрелки, защитный пластмассовый кожух и приставной ход. Удалить минутный триб и, сняв центральный мост, вынуть барабан. Разобрать узел барабана и приклепать новую пружину. Новую пружину необходимо плавно изогнуть, чтобы свободный конец пружины на 1,5 мм отстоял от днища барабана. При сборке механизма после ремонта необходимо до установки поводка завести пружину двигателя на три оборота.

Если во время подзавода электродвигатель издает шум, нужно возобновить смазку цапф ротора. Промытые и очищенные цапфы смазывают маслом РС-1.

В случае если возросла длительность подзавода, требуется разобрать и промыть передачу между двигателем и барабаном. Цапфы этих колес смазывают маслом МЦ-3.

Если при замкнутых контактах электродвигатель не работает, необходимо сменить источник тока либо зачистить контакты от нагара и отполировать. Для нормальной работы контактное давление должно составлять 25—30 г. Для измерения контактного давления рекомендуется изготовить миниатюрный пружинный динамометр, показанный на рис. 150, в. Динамометр содержит бумажную трубку 17, свободно входящую в бумажную трубку 18. Противоположные концы трубок закрыты клеевыми в трубке деревянными пробками 19 и 20. Трубки соединены пружинкой 21, навитой из рояльной проволоки. Динамометр следует откалибровать, подвешивая на его крючок 22 последовательно грузики весом 1, 2, 3, 4 и т. д. г и нанося на внутренней трубке метки, по мере ее выдвигания. Для измерения контактного давления крючком динамометра захватывают контактную пластину и, удерживая динамометр за наружную трубку, оттягивают пластину. В момент размыкания контактов замечают показание динамометра.

На рис. 150, г показана улучшенная модель часов «Энергия», выпускаемая под маркой «Свет». Механизм изображен в момент начала подзавода. Включение и выключение электродвигателя 23 в этом варианте подзавода осуществляется контактами 24 и 25, приводимыми в действие замыкателем 26, жестко закрепленным на центральной оси 27, и размыкателем 28, свободно установленным на валу барабана и перемещающимся во время работы по пазу барабана на 180°.

Заводная пружина приводит во вращение центральную ось 27, вместе с которой вращается и замыкатель 26. Размыкатель 28 своим радиальным концом упирается в контактную пружину 24, а прямым — в стенку паза барабана. Контакты 24 и 25 при этом разомкнуты. По мере вращении замыкатель 26 своим поводком отождмет размыкатель 28 и освободит контактную пружину 24. Контакты замкнутся. Электродвигатель 23,

шкив 29 которого связан резиновым пассиком 30 с ведомым шкивом 31, приводит во вращение колесо 32, триб 33 которого соединен с барабаном 34. Подзавод продолжается до того момента, пока размыкатель 28 своим радиусным концом не нажмет на контактную пружину 24, разомкнув контакты.

Подзавод осуществляется каждый час; длительность подзавода 1,5—2 сек. При сборке узла барабана и регулировке работы замыкающего устройства необходимо соблюдать некоторые зазоры между деталями этого устройства. Например, вертикальный зазор между валом барабана и барабаном должен быть не более 0,27 и не менее 0,01 мм; зазор между замыкателем и размыкателем должен составлять от 0,1 до 0,2 мм; радиальный зазор между осью редуктора, платиной и центральным мостом допускается в пределах 0,018—0,055 мм, а осевой зазор между этими деталями 0,085—0,24 мм; радиальный зазор между ведомым шкивом и осью редуктора должен быть от 0,018 до 0,055 мм; осевой зазор ведомого шкива между платиной и втулкой от 0,085 до 0,24 мм. При разомкнутых контактах радиусный конец размыкателя должен выступать из контактной пружины на 1 мм. Расстояние между разомкнутыми контактами должно быть не менее 1,5—2 мм. Контактное давление — 20—25 г.

При регулировке работы узла размыкателя необходимо следить, чтобы замыкание контактов происходило при полном выходе замыкателя из контакта с пружиной, чтобы замыкатель свободно входил в паз размыкателя, не задевая его радиального конца, и чтобы размыкатель не задевал своей верхней кромкой за контактную пружину.

Узел барабана смазывают маслом МЦ-3, цапфы редуктора — маслом МЗП-6.

В часах «Энергия» («Свет») имеется календарное устройство, конструкция которого представляет интерес. Календарное устройство приводится в действие кулачком 1 (рис. 151), установленным на суточном колесе. Кулачком взводится рычаг 2, падающий при срыве с кулачка под воздействием пружины 3 и перемещающий храповик 4 дней недели и центральный храповик 5. Храповик 5 жестко сопряжен с кулачком 6 и распределительным колесом 7. На ободе колеса имеется три ряда зубьев особой конфигурации, причем в нижнем ряду расположен один зуб, в среднем — тридцать зубьев, а в верхнем — четыре зуба. Нижний ряд входит в зацепление с храповиком месяцев, средний с храповиком единиц чисел месяца, а верхний — с храповиком десятков чисел.

Для автоматического перевода числа с 30-го на 1-е или с 31-го на 1-е в часах предусмотрен специальный качающийся рычаг 8. При смене наименования месяца распределительное колесо 7 и кулачок 6 занимают такое положение, что во впадину кулачка ложится штифт рычага 8. На оси диска месяцев

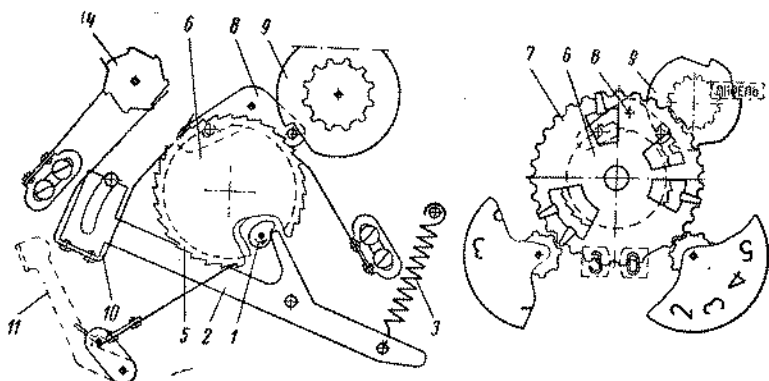


Рис. 151. Календарное устройство часов «Энергия» («Свет»)

установлен кулачок 9, имеющий впадины, соответствующие месяцам тридцатидневной длительности (апрель, июнь, сентябрь, ноябрь). В эти впадины ложится второй штифт рычага 8. При смене тридцатидневного месяца на последующий месяц пружина 3 рычага 10 захватывает два зуба храповика 5 и поворачивает распределительное колесо на два зуба — происходит смена 30-го числа на 1-е. Когда же тридцатидневный месяц сменяется на тридцатидневный, пружина 10 захватывает только один зуб храповика 5, так как захвату большего числа зубьев мешает поднявшийся штифт рычага 8. При смене февраля на март календарь корректируют от руки рычагом 11.

В тех случаях, когда механизм календаря дает неправильные показания, необходимо разобрать механизм календаря в определенном порядке: механизм вынимают из корпуса, снимают стрелки и циферблат, а затем диски единиц и десятков чисел месяца. Затем снимают распределительное колесо с кулачком и храповиком 5 и остальные детали. При разборке проверяют правильность установки диска месяцев относительно его кулачка, а также натяжение пружины храповика десятков чисел месяца.

Собирая календарь, рекомендуется установить детали в положение, показанное на рисунке и соответствующее положению на 30-е апреля.

Для регулировки календаря при нарушении согласованности в показаниях единиц и десятков чисел следует установить распределительное колесо в положение, соответствующее 31-му числу любого месяца. Храповик диска единиц должен при этом находиться вне зацепления с распределительным колесом и легко устанавливаться в нужное положение. Аналогично исправляют положение диска десятков, который должен быть выведен при этом из зацепления с распределительным колесом.

Закачивая описание крупногабаритных часов с электропод-  
заводом, следует упомянуть о весьма интересной и перспектив-  
ной разновидности этих часов — фотоэлектрических или «сол-  
нечных» часах. Использование в электрических часах электрохи-  
мических источников тока (батареек), по мнению специалистов,  
не удовлетворяет в полной мере основному требованию,  
предъявляемому к электрическим часам, — большой длитель-  
ности их работы без смены питания. В большинстве случаев  
батареи обеспечивают работу часов в течение года. Вопрос об  
увеличении ресурса источника питания может быть решен при  
использовании для питания часов миниатюрных аккумуляторов,  
непрерывно подзаряжаемых (т. е. работающих в режиме буф-  
ферного подзаряда) от фотоэлектрической батареи. Фотоэлек-  
трическая батарея состоит из нескольких последовательно  
включенных кремниевых фотоэлементов, основное свойство кото-  
рых состоит в том, что при падении света на кремниевую пла-  
стинку на краях этой пластинки возникает электрический за-  
ряд. При использовании в часах фотоэлектрической («солиеч-  
ной») батареи ресурс питания часов существенно возрастает.  
Подсчитано, что если «солнечные» часы будут ежедневно в те-  
чение четырнадцати часов освещаться источником, обеспечива-  
ющим освещенность порядка 100 лк, то работа часов будет  
зависеть только от срока службы аккумулятора, т. е. составит  
несколько лет непрерывной работы. За рубежом такие часы  
изготавливают во Франции, где фирма «Лип» разработала часы  
с фотоэлементами в виде стрелок, а также в США и ФРГ, при-  
чем в ФРГ фирма «Кинцле» разработала «солнечные» часы  
«Гелиомат» на базе уже описанного механизма с электроподза-  
водом «Кинцле-606». В нашей стране также созданы фотоэлек-  
трические часы, «солнечная» батарея которых, состоящая из де-  
сяти кремниевых фотоэлементов, расположена в крышке корпуса  
часов. Батарея собрана двумя параллельно включенными груп-  
пами, каждая из пяти последовательно включенных кремние-  
вых шайб. Шайбы, расположенные под отверстиями в крышке  
корпуса часов, закрыты общим защитным стеклом.

Источник тока — миниатюрный никелево-кадмиевый герме-  
тичный аккумулятор 1 (рис. 152) своим положительным полюс-  
ом включен на массу механизма, а другим подключен к элек-  
трической катушке 2, намотанной на сердечник 3. На ярме 4  
сердечника помещен качающийся якорь 5, удерживаемый в под-  
нятом положении пружиной 6. Ярмо, якорь и сердечник катушки  
изолированы от массы часов. На центральной оси 7 механизма  
часов, снабженной головкой 8 для перевода стрелок, размещен  
поворотный рычаг 9, несущий на своих концах грузы 10, прида-  
ющие рычагу большую инерционность. Рычаг взаимодействует  
с цилиндрической пружиной 11, являющейся двигателем меха-  
низма. Кроме того, рычаг 9 несет подпружиненные собачки 12,



взаимодействующие с храповиком 13, расположенным на центральной оси. Штифт-поводок 14, жестко закрепленный на храповике, входит с большим зазором в отверстие центрального колеса 15. Кроме того, центральное колесо связано с храповиком небольшой пружиной — гешпером 16. В остальном механизм

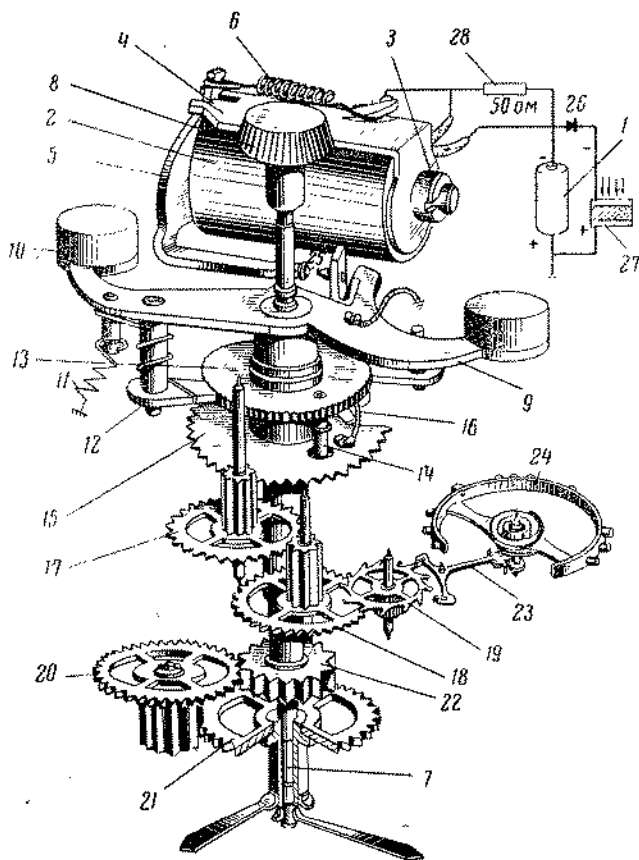


Рис. 152. Схема механизма фотоэлектрических — «солнечных» часов

этих часов не имеет отличий от обычного. Его колесная передача содержит узлы промежуточного 17, секундного 18, ходового 19, вексельного 20 и часового 21 колес, минутный трнб 22, анкер 23, и баланс 24.

Когда рычаг 9 под воздействием пружины 11 стремится повернуться в направлении, указанном стрелками, собачки 12, захватив храповик 13, поворачивают его в том же направлении. При этом штифт-поводок 14 перемещается в отверстии централь-

ного колеса, подзаводит гешлер 16 и, достигнув края отверстия, ведет центральное колесо.

Механизм работает около пяти минут. Спустя это время сблизятся контакты 25, расположенные на рычаге 9 и торце якоря 5. При соприкосновении контактов катушка 2 окажется включенной в цепь питания. Возникшее на катушке магнитное поле резко притянет якорь к сердечнику катушки. Якорь в свою очередь резко толкнет рычаг 9, который будет отброшен от якоря и вследствие своей большой инерционности повернется на значительный угол, растягивая, т. е. подзаводя пружину 11.

При повороте рычага 9 собачки 12 проскальзывают по поверхности храповика. Как только рычаг остановится и под воздействием пружины 11 начнет свой рабочий поворот, собачки вновь поведут храповик.

Резистор 28 включенный параллельно с катушкой, предохраняет контакты от искрового износа. Параллельно с аккумулятором 1 включена фотоэлектрическая батарея 27, осуществляющая непрерывный подзаряд аккумулятора при облучении фотоэлементов светом. Ограничивающий диод 26 предотвращает разряд аккумулятора через фотоэлементы в те моменты времени, когда часы находятся в темноте или под слабым источником света. Фотоэлемент вырабатывает электрическую энергию независимо от того, каков источник света — естественный или искусственный.

**Транзисторные электрические часы.** В настоящее время эти часы, созданные в течение последнего десятилетия, почти вытеснили за рубежом все типы настольных и частично настенных механических часов. Эти часы известны в двух основных модификациях: с маятниковым и с балансовым регулятором, хотя первые, требующие стационарной установки, малоудобны в качестве настольных часов и выпускаются в весьма ограниченном количестве. Наибольшее распространение получили лишь маятниковые часы фирмы «Кундо» (ФРГ). На маятнике этих часов укреплен прутковый постоянный магнит большой коэрцитивной силы, проходящий при колебаниях маятника внутри соленоидной катушки, содержащей две секции: катушку возбуждения, включенную в цепь базы транзистора, и импульсную катушку, включенную в коллектор-эмиттерную цепь транзистора. В часах «Кундо» применен источник тока с напряжением 1, 2 в. Срок службы батареи ограничен 1000 днями. Следует заметить, что большим достоинством крупногабаритных транзисторных часов является то, что их питание осуществляется от источников тока массового типа, используемого обычно для карманных фонарей, причем эти источники тока при их работе в часах значительно превышают свой гарантийный срок действия.

В нашей стране настольные маятниковые часы не выпускают. Производство же настольных балансовых транзисторных

часов, начатое с 1966 г., в настоящее время приобретает все большую массовость.

В часах этого типа наибольшим своеобразием отличаются узлы баланса и узлы преобразователей\*. Рассмотрим основные конструктивные модификации этих узлов. Баланс простейшей конструкции показан на рис. 153, а. Обод 1 укреплен на оси 2, которая несет также спираль 3 и ролик 6 с эллипсом, передающим движение на стрелочный механизм. На ободе закреплен скобообразный магнитопровод 5 с постоянными магнитами 4. Утолщенная часть 7 обода баланса является противовесом по отношению к магнитной системе и при балансировке узла подвергается подсверливанию с нижней стороны. Подобный баланс применен в настенных и настольных электрических часах, освоенных на Сердобском часовом заводе и Ленинградском заводе электрических часов. В таких часах в большинстве случаев применяют балансы с вертикальной осью.

В часах фирмы «Жаз» (Франция) применен баланс, подвешенный на спирали (рис. 153, б) с целью разгрузки нижней опоры. Плоская спираль 8 закрепляется наружным витком в балансовом мосту так, что она, растягиваясь, образует конусообразную винтовую спираль, стремящуюся поднять баланс. Сам баланс в этом случае выполнен в виде двух дисков 10, на внутренней стороне которых закреплены магниты 11 и противовесы 12. Роль магнитопровода выполняет средний участок оси 9. Балансировка узла осуществляется поворотом противовесов, ось крепления которых в дисках 3 эксцентрична.

Получили распространение также уже упоминавшиеся магнитные подвесы (рис. 153, в). В крупногабаритных транзисторных часах наиболее часто применяются магнитные подвесы в виде полого цилиндрического магнита 13, взаимодействующего со вторым магнитом 14, установленным на оси 15. Магнит укрепляется над или под балансом, соответственно притягивая либо отталкивая этот узел. Применение магнитных подвесов такого типа эффективно для балансов, отклонение оси которых от вертикали не превышает  $15^\circ$ .

В настоящее время в крупногабаритных электрочасах применяют весьма простое, но надежно действующее устройство для ограничения амплитуды по максимуму путем торможения баланса вихревыми токами. Токи возбуждаются в небольшой латунной или алюминиевой пластинке, которая установлена в зоне перемещения постоянных магнитов баланса в точке, диаметрально противоположной положению магнитов при остановке баланса в положении равновесия. Амплитуда стабильно удерживается в пределах  $270^\circ$ . Для ограничения амплитуды применяют

---

\* Преобразователями в электрических часах называют устройство для передачи движения от баланса на ангренаж.

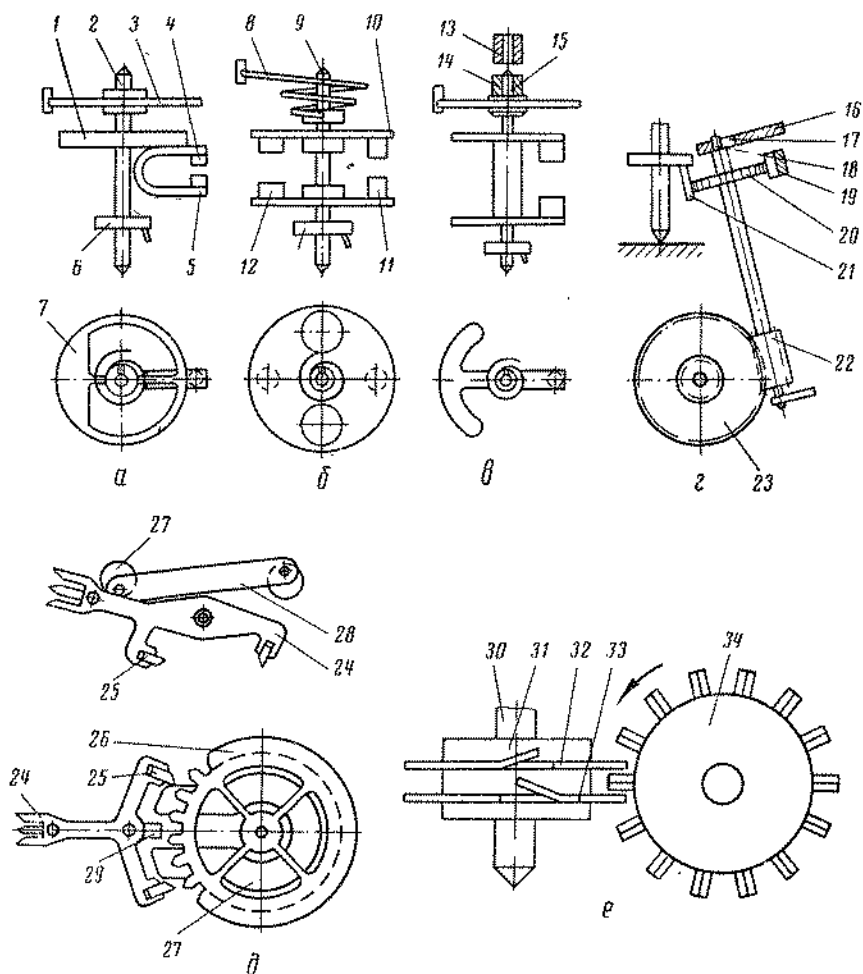


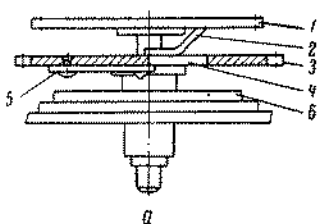
Рис. 153. Баласы и преобразователи транзисторных часов

еще одно весьма простое устройство в виде упора, ограничивающего разворачивание спирали при превышении амплитуды колебания баланса. Кроме того, применяют магнитный регулятор, действующий по принципу теорем Эри. На балансовом мосту закреплен постоянный магнит, взаимодействующий со вторым магнитом или небольшой магнитомягкой массой, закрепляемой на балансе. Изменяя положения первого магнита, можно регулировать силу взаимодействия его со вторым магнитом. Подобное устройство является также одним из средств повышения изохронности колебания баланса электрических часов.

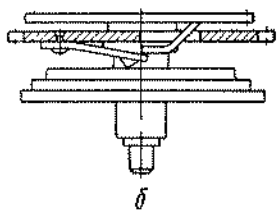
Передача движения от баланса на стрелочный механизм в крупногабаритных часах наиболее часто осуществляется тремя типами преобразователей: храповым, анкерным и червячным (преобразователем с колонным колесом). Храповой преобразователь (рис. 153, *з*) содержит храповик 20, установленный на наклонной оси для передачи движения от вертикальной оси баланса на горизонтальные оси ангренажа. Храповик, перемещаемый эллипсом 21, несет на своей оси червяк 22, выполненный в виде растянутой проволочной спирали, напрессованной на ось. Червяк находится в зацеплении с колесом 23. Передаточное отношение этой пары обычно очень велико, что позволяет сократить число передающих пар в стрелочном механизме. Храповик фиксируется пружиной 19, показанной в сечении. При прямом ходе баланса эллипс захватывает храповик и поворачивает его на некоторый угол. При обратном ходе эллипс, воздействуя на затылок зубьев храповика, приподнимает последний, перемещая цапфу 18 в пазу 17 моста 16, и проходит, не вызывая поворота храповика. В большинстве случаев храповик изготавливают из пластмассы.

Анкерный преобразователь (рис. 153, *д*) содержит анкер 24, перемещаемый балансом. Анкер камневыми палетками 25 ведет ходовое колесо 26. Крайние положения анкера фиксируются магнитной притяжкой с цилиндрическими магнитами 27, регулируемые при помощи планки 28, либо с подковообразным магнитом, взаимодействующим с якорем 29 анкера.

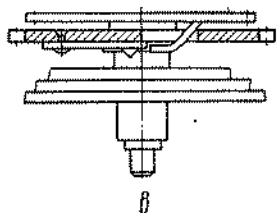
В червячном преобразователе (рис. 153, *е*) ось баланса 30 несет втулку 31 с шайбами 32 и 33. Эти шайбы выполнены по типу пружинных шайб с отогнутыми кромками, образующими как бы виток червяка с двумя разнонаправленными заходами. Шайбы, взаимодействуя с зубьями колонного колеса, имеющими ромбическое сечение, вращают колесо 34. Известна модификация этого устройства, в котором колонное колесо снабжено не радиальными, а торцовыми зубьями. Червячный преобразователь надежен в работе, но требует при ремонте весьма тщательного исправления зубьев колонного колеса, так как при низком качестве их изготовления и особенно при притуплении ребер, образующих вершины ромба, зубья при заходе натываются на рабочие кромки червяка. Червячные преобразователи применены в транзисторном будильнике, изготавливаемом фирмой «Жаз», а также в транзисторном будильнике «Слава» Второго московского часового завода, близком по своей конструкции к будильнику французской фирмы. Будильник «Слава» питается от источника тока типа «Марс-373» напряжением 1,5 в. Сигнальное устройство будильника питается от того же источника тока. Продолжительность работы будильника от одного источника тока 12 месяцев. Время подачи сигнала устанавливают центральной стрелкой. Конструкция сигнального устройства



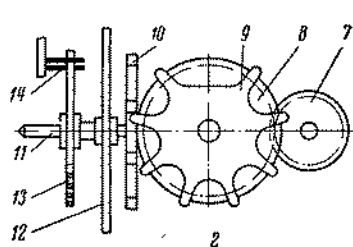
а



б



в



г

Рис. 154. Замыкание сигнальных контактов транзисторного будильника и балансовый прерыватель:

а, б, в — последовательные стадии замыкания контакта; г — схема балансового прерывателя

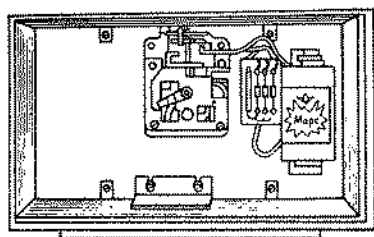
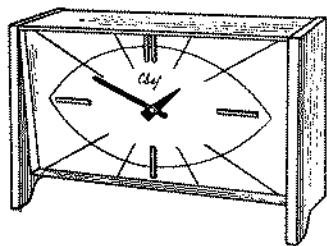
такова, что будильник звонит два раза в сутки при поднятой кнопке остановки боя в течение трех—пяти минут. Суточный ход будильника в пределах  $\pm 30$  сек.

Будильник описываемого типа имеет в качестве сигнального устройства миниатюрный электрический звонок. Автоматическое включение сигнала будильника производится торцовым кулачком, взаимодействующим с часовым колесом. Часовое колесо 1 (рис. 154, а) снабжено выступом 2, взаимодействующим с торцом колеса 3 установки сигнала. Колесо 3 имеет окно 4 и несет контакт 5, свободный конец которого выступает за кромку окна. Когда наступает время подачи сигнала (рис. 154, б), выступ часового колеса под воздействием пружины, отжимающей часовое колесо в направлении циферблата, проваливается в окно и отжимает контакт до замыкания с контактной шайбой 6 (см. рис. 154, а). Включается звонок. В дальнейшем наклонная часть выступа находит на кромку окна колеса, часовое колесо начинает подниматься, сжимая пружину. До этого выступ освобождает контакт, и цепь звонка резко размыкается (рис. 154, в).

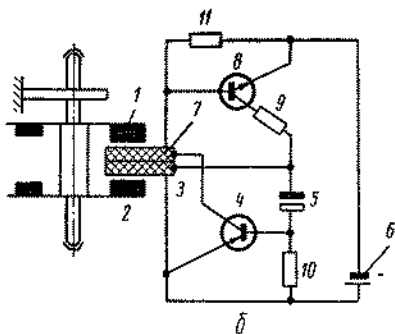
Транзисторный будильник фирмы «Сономатик» (Швейцария) имеет автоматический отключатель сигнала в дневные часы (рис. 154, г). Часовое колесо 7 ведет точное колесо 8, несущее звездочку 9, один зуб которой срезан. Эта звездочка находится в зацеплении со второй звездочкой 10, установленной на оси 11 баланса 12, предназначенного для включения звонка. По мере вращения звездочек взводится спираль 13 баланса 12. В момент включения сигнала срезанный зуб звездочки 9 нарушает зацепление со звездочкой 10. Баланс начинает колебаться, причем наружный виток спирали 13,

перемещаясь в штифтах 14, контактирует с одним из штифтов, вызывая прерывистое включение звонка. Сигнал прекращается с затуханием колебаний баланса.

На рис. 155, а показаны настольные транзисторные часы «Свет», изготовляемые Ленинградским заводом электрических часов (конструкция Сердобского часового завода). Основную особенность этих часов составляет схема привода, собранная на двух транзисторах, один из которых является транзистором с обратной проводимостью. Подобная схема привода обладает большим коэффициентом полезного действия и облегчает условия запуска баланса.



а



б

На балансе часов установлены два постоянных магнита 1 и 2 (рис. 155, б), изготовленных из феррита бария. Когда магниты проходят над блоком катушек, в катушке возбуждения 3 возникает ЭДС, проходящая по цепи: начало обмотки 3—база транзистора 4—конденсатор 5—конец обмотки 3. Транзистор 4 открывается и образуется новая цепь тока: положительный полюс источника тока 6—эмиттер—коллекторный переход транзистора 4—обмотка 7—база—эмиттерный переход транзистора 8—отрицательный полюс элемента. Вследствие обратной проводимости транзистора 8 этот транзистор открывается, создавая цепь тока: положительный полюс элемента 6—обмотка 3—резистор 9—транзистор 8—отрицательный полюс элемента. Одновременно через транзистор 8 потечет ток заряда конденсатора 5, усиливающий ток базы транзистора 4. Начинается лавинообразное нарастание токов в обеих обмотках. Транзисторы переходят в режим насыщения. Длительность этого процесса чрезвычайно мала по сравнению с длительностью импульса, вследствие чего обеспечивается почти мгновенное

Рис. 155. Настольные транзисторные часы «Свет» и их электрическая схема

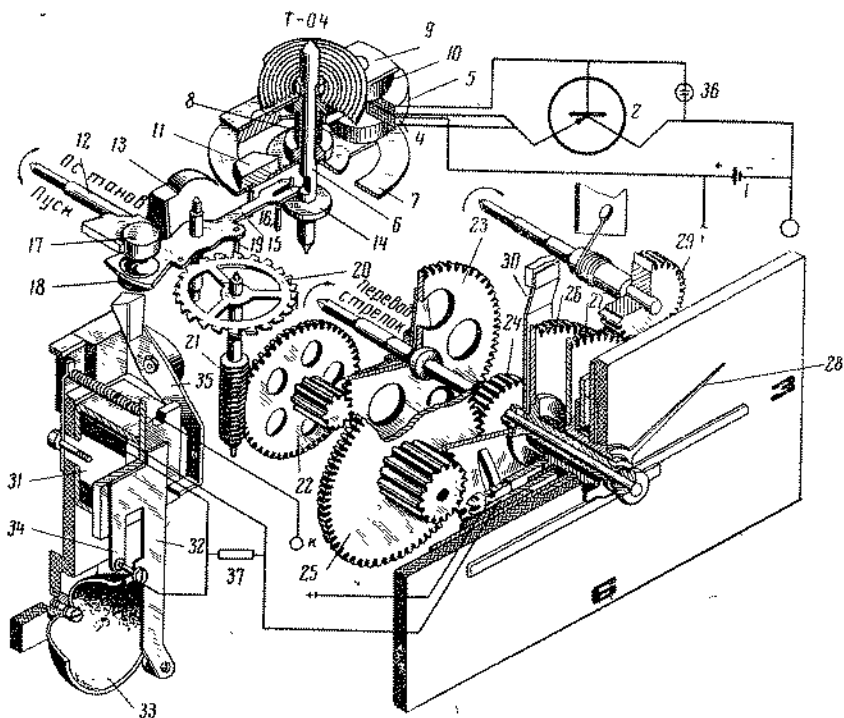


Рис. 156. Устройство транзисторного будильника Б-4М

нарастание силы импульса, или как принято говорить, обеспечивается крутой фронт нарастания импульса. Длительность импульса не зависит от начальных условий работы баланса. Она определяется соответствующим выбором параметров схемы и прежде всего постоянной времени заряда конденсатора 5. Резисторы 10 и 11 — предназначены для смещения в цепи базы транзисторов, облегчающего режим их работы.

Устройство транзисторного будильника, выпускаемого Ереванским часовым заводом, показано на рис. 156. Питание будильника осуществляется от источника тока 1 (типа «Сатурн» или «Марс»), включенного между коллектором и эмиттером транзистора 2. В эту же цепь включена импульсная катушка 4. Катушка возбуждения 5 включена между коллектором и базой транзистора. На оси 6 баланса кроме обода 7 установлены втулка  $\delta$  и пластина 9 магнитопровода. На пластине и, соответственно, на ободке размещены постоянные магниты 10 и уравновешивающие их противовесы 11. Для облегчения пуска часов они снабжены поворотным валком 12 с пружиной 13.



При повороте валика пружина касается обода баланса и обеспечивает этим необходимый пусковой толчок. Кроме перечисленных деталей, на оси баланса размещен ролик с эллипсом 14. Эллипс взаимодействует с хвостовиком анкера 15, конфигурация и принцип работы которого аналогичны анкеру штифтового хода. Перемещения анкера ограничены штифтами 16. Притяжка анкера к ограничительным штифтам создается при помощи двух постоянных магнитов. Одним из этих магнитов 17 закреплена на платине часов, а другой 18 в противовесе анкера. Магниты установлены друг к другу противоположными полюсами. Штифты-палеты 19 анкера и конфигурация ходового колеса 20 аналогичны соответствующим деталям штифтового хода. Своеобразие этой конструкции состоит в том, что роль ведущих элементов выполняют палеты, а ведомых — зубья колеса. На оси ходового колеса размещен червяк 21, находящийся в зацеплении с колесом 22. Применение червячной передачи вызвано двумя обстоятельствами: во-первых, в описываемых часах ось баланса расположена вертикально, в то время как оси колес — горизонтальны; во-вторых, червячная передача, обладая большим передаточным отношением, упрощает кинематику механизма, так как из ангренажа можно извлечь сразу две пары зацепления (ходовой триб-секундное колесо и секундный триб — промежуточное колесо). Колесо 22 своим трибом ведет непосредственно центральное колесо 23, на оси которого помещена минутная стрелка.

Стрелочный механизм, расположенный как обычно под циферблатом, содержит минутный прибор 24, узел вексельного колеса 25 и часовое колесо 26. Кроме того, здесь размещено сигнальное колесо 27 и контактная группа включения электрического звонка. Контактное-сигнальное устройство в этом будильнике выполнено аналогично такому же устройству, примененному в вышеописанном будильнике «Слава». Сигнальное колесо несет сигнальную стрелку 28; вращение сигнального колеса при установке времени сигнала осуществляется трибом 29. Подъем часового колеса в моменты замыкания контактов производит пружина 30.

Электрический звонок транзисторного будильника ничем, кроме размеров, не отличается от обычных звонков подобного типа. Он имеет катушку 31, качающийся якорь 32 с молоточком и колокольчик 33. Колебания якоря обеспечиваются контактным прерывателем 34, размыкающимся при ударе молоточка о колокольчик, и вновь замыкающимся при возврате якоря в исходное положение. Работа звонка может быть прервана принудительно, для чего предусмотрен рычаг 35, при нажиме на который разрывается цепь питания звонка и запирается якорь. Будильник будет работать вновь только после переключения рычага 35 в исходное положение.

В электрической схеме будильника показаны также конденсатор 36, предназначенный для облегчения режима работы транзистора, и резистор 37, который предназначен для гашения искры при размыкании контактов, включающих сигнал.

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХРОНОМЕТРЫ, СИНХРОННЫЕ ЧАСЫ И СЕКУНДОМЕРЫ

**Хронометры.** Крупногабаритные электрические и особенно бесконтактные (транзисторные) часы обладают рядом существенных преимуществ по сравнению с механическими часами, например, упрощение конструкции (сокращается количество пар зацепления в ангренаже), удобство эксплуатации (часы не требуют заводки, функционируют без смены источника тока длительное время) и, что является наиболее существенным — повышается точность хода благодаря высокой стабильности питания, вследствие постоянства разрядной характеристики источника тока, и работы узла баланса в условиях почти полного отсутствия кинематических связей с механизмом и малыми потерями на трение в опорах. Эти свойства крупногабаритных транзисторных часов нашли применение при создании современных конструкций прецизионных приборов времени и прежде всего морских хронометров. Например, французская фирма «Леруа» создала морской хронометр, который имеет обычную систему баланс 1 — спираль 2 (рис. 157, а), на которой установлены две планки с постоянными магнитами 3 и 4 и их противовесами. Втулка, напрессованная на ось баланса и соединяющая планки с магнитами, входит в цепь магнитопровода. В зазоре магнитной системы расположены две катушки 5, включенные по уже описанной схеме на транзистор 6. Питание схемы осуществляется от источника тока 7. Конденсатор 8, включенный между базой и коллектором транзистора, предназначен для предотвращения самовозбуждения электронной схемы. В нижней части оси баланса установлена двухзаходная червячная шайба 9, взаимодействующая с колонным колесом 10, от которого осуществляется привод всей колесной передачи 11.

Известна модификация этого хронометра, носящая название «Хроностат — III» отличающаяся некоторым своеобразием конструкции магнитной системы. В этом хронометре (рис. 157, б) система баланс — спираль 12 несет три сильных магнита 13, уравновешенных противовесами 14. Две плоские цилиндрические катушки, возбуждения 15 и импульсная 16, укрепленные неподвижно в мосте 17, включены в схему привода, содержащую транзистор 18, источник тока 19 и конденсатор 20. Назначение конденсатора, как и в предыдущем случае, состоит в предотвращении паразитной генерации в схеме привода. Подобная

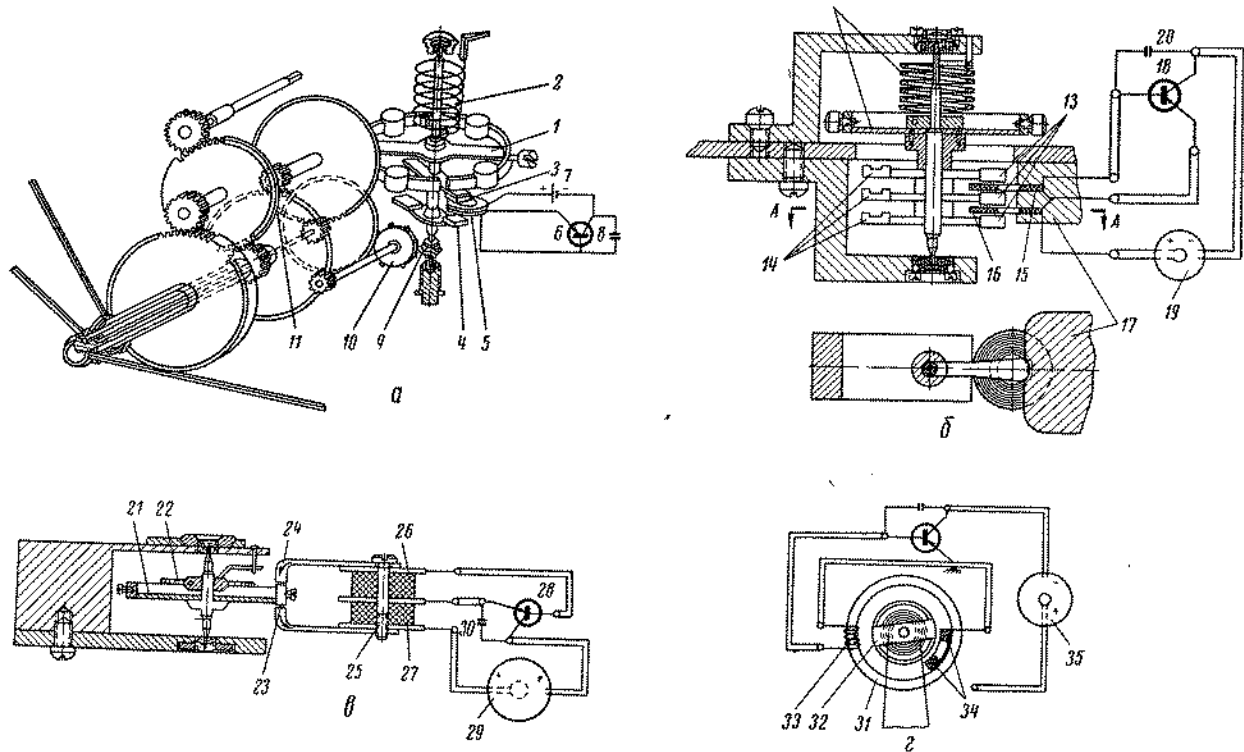


Рис. 157. Схемы крупногабаритных электрических прецизионных часов:  
*a* — схема хронометра «Лера»; *б* — схема хронометра «Хроностат-III»; *в* — схема прецизионных часов «Мак-Шейн»; *г* — схема прецизионных часов «Эбош»

конструкция магнитного блока и блока катушек позволяет распределить импульс, сообщаемый балансу симметрично относительно равновесного положения баланса, что в соответствии с уже упоминавшимися теоремами Эри способствует повышению точности хода хроноста. Электронный (транзисторный) хронометр, близкий по своей конструкции к вышеописанным, создан также в Англии фирмой «Мерсер».

Известна также конструкция прецизионных транзисторных часов «Мак-Шен» (рис. 157, в), содержащая баланс 21 с плоской спиралью 22. В обод баланса вмонтирован цилиндрический постоянный магнит 23, проходящий при колебаниях баланса в зазоре магнитопровода 24, на сердечнике 25 которого установлены катушка 26 возбуждения и импульсная катушка 27, включенные в схему, собранную на транзисторе 28. Питание схемы осуществляется от источника тока 29. Конденсатор 30, срывающий паразитную генерацию, включен между коллектором и эмиттером транзистора. Эти часы известны в двух модификациях: с нейтральной (показанной на рисунке) и поляризованной схемой привода. В последнем случае между башмаками магнитопровода, параллельно сердечнику катушек, установлен постоянный магнит, создающий поляризацию, противоположную полярности постоянного магнита баланса.

Интересна схема прецизионных часов фирмы «Эбош» (рис. 157, г). В этих часах магнитопровод 31 выполнен в виде тора (кольца) из магнитомягкого материала, а баланс имеет магнитную перекладину 32. Катушка возбуждения 33 намотана на некотором небольшом участке магнитопровода, а импульсная катушка 34 выполнена плоской и выгнута по дуге, совпадающей с кривизной внутреннего радиуса тора, где и укреплена. Питание осуществляется от источника тока 35. Схема включения транзистора — обычная. Подобная конструкция обеспечивает повышение точности хода благодаря симметричному расположению (относительно равновесного положения баланса) момента возбуждения схемы привода и момента сообщения импульса.

Первым московским часовым заводом осуществлен выпуск электронных морских хронометров конструкции Научно-исследовательского института часовой промышленности. Колебательная система регулятора этого хронометра (рис. 158, а) состоит из неразрезного биметаллического баланса 1 типа Волэ с цилиндрической спиралью 2. На оси баланса размещены постоянный магнит 3, выполненный в виде втулки, и башмак 4, снабженный латунным противовесом 5. Башмак, а также перекладина 6 баланса выполнены из магнитомягкого материала (железо Армко) и составляют систему магнитопровода. Плоские импульсная катушка 7 и катушка возбуждения 8, имеющие треугольную форму, вклеены в мостик 9 из органического стекла,

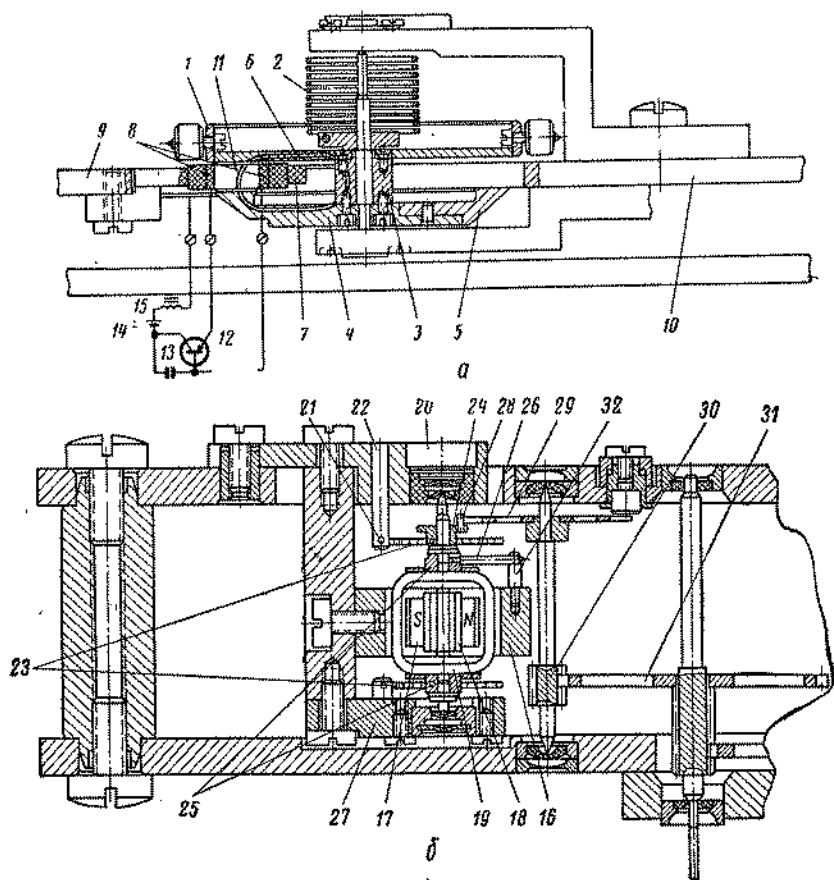


Рис. 158. Схема хронометра НИИЧаспрома

укрепленного на платине *10* хронометра. Расположение катушек таково, что одна из вершин треугольника направлена на ось баланса, причем стороны треугольника, образующие эту вершину, радиальны по отношению к ободу баланса. Для уменьшения величины воздушного зазора магнитной системы в катушке установлен сердечник *11* из магнитомягкого магнетодиэлектрика, обладающего большой магнитной проводимостью и в то же время обладающего малым магнитным взаимодействием с постоянным магнитом баланса. Этим повышается к. п. д. привода и обеспечивается легкий запуск хода.

Схема привода содержит транзистор *12*, конденсатор *13* и источник тока *14*. Кроме того, в схему привода включено малогабаритное реле *15* с внутрирамочным магнитом, осуществляю-

щее привод колесной системы хронометра. Применение этого реле выгодно отличает описываемый хронометр от зарубежных конструкций, так как дает возможность совершенно освободить баланс от жестких кинематических связей с механизмом. Реле состоит из тороидального магнитопровода 16, постоянного магнита 17, закрепленного при помощи распорок 18 в магнитопроводе, и катушки, намотанной на рамку 19. Рамка вращается в опорах 20. Ток подводится к рамке через штифт 21, закрепленный в колонке 22 из изоляционного материала, спираль 23, колодку 24, верхнюю буксу 25 и накладку 26. Отвод тока от другого конца рамки производится через нижнюю буксу 25, нижнюю спираль 23 и ее колонку и через мост 27 на массу механизма. При движениях рамки, возникающих от импульсов в схеме привода регулятора, эллипс 28, закрепленный в колодке 24, поворачивает зуб храпового колеса 29, от которого вращение передается через триб 30 на колесо 31, являющееся секундным колесом колесной передачи. Колебания рамки ограничиваются штифтом 32.

По своим точностным показателям описываемый хронометр соответствует требованиям, предъявляемым к хронометрам первого класса.

**Синхронные часы и секундомеры.** По своему принципу действия эти часы резко отличаются от всех других типов часов. Синхронные часы не имеют какого-либо спускового регулятора, так как сам синхронный электрический двигатель, приводящий эти часы в действие, обладает постоянством скорости вращения ротора и служит в них двигателем и регулятором. Одним из существенных положительных свойств синхронных часов, состоящих лишь из двигателя и колесной передачи, является простота конструкции.

Синхронный двигатель также исключительно прост по конструкции и представляет собой вращающийся ротор, набранный из пластин магнитомягкого материала. Ротор вращается в магнитном поле статора-электромагнита, возбуждаемого переменным током, протекающим по его обмотке.

Схема устройства синхронного двигателя показана на рис. 159, а. Между многополюсными башмаками 1 и 2 электромагнита 3 на оси 4 вращается многополюсный ротор 5 со скоростью вращения 3000 об/мин (для быстроходных двигателей) или 150—400 об/мин (для тихоходных).

Бесшумность работы передачи достигается тем, что первые пары колес изготавливают обычно из пластических масс.

Синхронные двигатели, применяемые в часах, изготавливаются двух типов: с самопуском и без самопуска. Двигатель без самопуска выполняется по схеме, показанной на рис. 159, а. Такой двигатель при включении питания сам «с места» не заводится. Для запуска роторов таких двигателей применяют специальные

пружинящие рычаги, нажимом которых ротору в момент запуска сообщают предварительные обороты, необходимые для ввода двигателя в синхронизм, т. е. сообщения ротору числа оборотов, равного (или незначительно большего) числу его рабочих оборотов. Двигатели с самопуском (рис. 159, б) имеют несколько отличное устройство башмаков электромагнита. Башмаки имеют

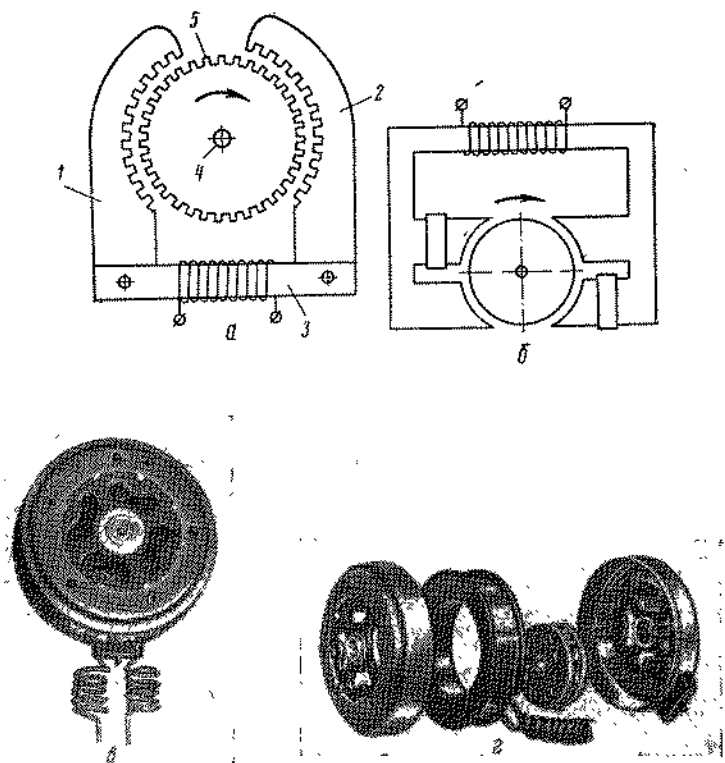


Рис. 159. Синхронный двигатель

сплошной, расщепленный надвое полюс. На эти полюсы со смещением надеты дополнительные обмотки, создающие в моменты запуска дополнительное поле, сообщающее ротору необходимый импульс для трогания и входа в синхронизм.

Один из вариантов конструктивного оформления синхронного двигателя показан на рис. 159, в, г. Видны две половины статора, являющиеся одновременно корпусом двигателя, цилиндрическая катушка и легкий ротор, состоящий из двух магнитомягких дисков и заключенного между ними постоянного магнита.

Одним из основных преимуществ синхронных часов является возможность осуществления их питания непосредственно от осветительной сети и отсутствие каких-либо индивидуальных источников тока типа батарей или аккумуляторов. Однако это же их свойство до последнего времени ограничивало их применение. Как известно, точность хода синхронных часов зависит исключительно от стабильности частоты питающего тока, а последнее как раз и не удовлетворяло требованиям точности хода часов.

Кроме того, правильность работы синхронных часов в некоторой степени зависит от стабильности напряжения питания сети. Значительное падение напряжения вызовет его остановку; большое повышение напряжения приводит к нагреву обмотки. К недостаткам этих часов следует также отнести довольно быстрый износ осей колес механизма, обусловленный непрерывным и быстрым их вращением.

За последние годы в некоторых странах Европы (где частота сетевого тока составляет 50 гц) и в США (где частота тока принята 60 гц) стабильность частоты значительно улучшена. Во Франции, например, стабильность частоты поддерживается не менее  $\pm 0,2$  гц и только в редких случаях и на периоды, не превышающие одного часа, стабильность может снизиться до  $\pm 0,5$  гц. Таким образом, точность синхронных часов поддерживается в пределах  $\pm 30$  сек.

В качестве примера простых синхронных часов можно назвать последнюю модель электрических часов, разработанную английской фирмой «Смитс». Эти часы представляют собой небольшой часовой механизм, легко монтируемый в различных корпусах. Как правило, синхронные часы оформляются в виде настольных или настенных часов. Толщина механизма слегка превышает 24,5 мм, размер платин немного менее чем  $25 \times 25$  мм. Диаметр двигателя около 30 мм, его длина равна 24,5 мм.

В двигателе использован специальный высококоэрцитивный магнит сложной формы, обеспечивающий качественную работу двигателя. Двигатель крепится на особом мосте, одновременно соединяющем обе платины механизма. Это позволяет устранить крепежные колонки, обычно используемые для соединения платин.

Оригинальным в конструкции синхронных часов «Смитс» является изготовление платин, одновременно используемых в качестве изоляционных панелей из синтетической смолы.

Вторым примером простых синхронных часов могут быть названы настенные электрические часы, разработанные фирмой «Кинцле». Габаритные размеры этих часов небольшие. Диаметр корпуса не превышает 245 мм, толщина корпуса вместе со стеклом не выходит за пределы 60 мм. Часы имеют центральную секундную стрелку.



Особенностью часов является их универсальность по напряжению питания. Часы рассчитаны на питание от сети напряжением 80—120 и 180—220 в. Напряжение сменяют простым переключением токовводящих клемм.

Двигатель часов снабжен мощным магнитом, опоясывающим весь механизм. Колонки, соединяющие платины, проходят сквозь этот магнит. Ротор двигателя, установленный между полюсами магнита в верхней части механизма, имеет маховое колесо, повышающее равномерность вращения ротора. Катушка двигателя расположена в средней части магнита внизу механизма.

Особенностью синхронных часов фирмы «Кинцле» является также совершенно бесшумный ход, что достигается малым числом оборотов двигателя (не превышающим 150 об/мин) и изготовлением всех колес зубчатой передачи из фибры.

Наряду с обыкновенными синхронными часами существуют оригинальные конструкции синхронных будильников. Например,

электрический синхронный будильник «Аутоколь» (Англия), отличающийся чрезвычайной простотой конструкции, имеет сигнальное устройство, рассчитанное на выдачу сигнала по двадцатичетырехчасовой программе; он прост, надежен и удобен в эксплуатации. Сигнал производится зуммером. Весь механизм (рис. 160) синхронного будильника «Аутоколь» типа СА собран между двух платин, соединенных колонками. Передача от синхронного двигателя к стрелочному механизму обычная, состоящая из колес и трибов. Сам двигатель закреплен на внешней стороне задней платины.

Сигнальный механизм-зуммер снабжен двухполюсным электромагнитом, между полюсами которого размещен, вибратор или колеблющийся язычок, выполненный из магнитомягкого материала и сопряженный с латунной втулкой, вращающейся на одной из колонок, соединяющих платины.

Сигнальный рычаг производит замыкание и размыкание контакта, для чего его нижний конец изогнут под прямым углом и

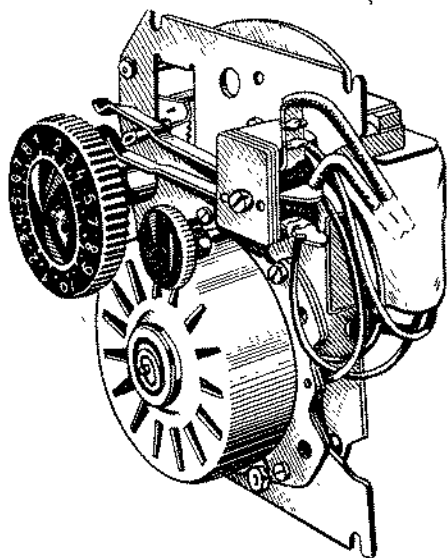


Рис. 160. Механизм синхронного будильника «Аутоколь»

выведен через окно в задней пластине. На этом изогнутом конце помещен изолятор, проходящий между двумя плоскими пружинами, образующими контакты. Контактные пружины изготовлены из лент фосфористой бронзы и закреплены нижними концами в блоке из изоляционного материала. Блок контактов смонтирован на задней пластине механизма. Пружины контакта отрегулированы таким образом, что в свободном состоянии они плотно сжаты. В периоды выключения сигнала изолированный конец сигнального рычага зацепляет одну из пружин и удерживает контакты в разомкнутом состоянии.

Сигнал включается следующим образом: по мере вращения оси, несущей программный диск и делающей один оборот за 24 часа, профилированный край диска приблизится к сигнальному рычагу. Незадолго перед включением сигнала штифт, установленный на программном диске, придет во взаимодействие с пружинной защелкой рычага и освободит последний, причем опустившийся рычаг ляжет одним из своих плеч на край программного диска. В этом положении рычаг остается до тех пор, пока дальнейшее вращение диска не подведет под рычаг выемку, куда и упадет рычаг, освобождая контактные пружины.

Сигнал выключают нажатием кнопки, поднимающей рычаг и замыкающей контакты. Повторение сигнала происходит через 24 часа.

Концы контактных пружин, разогнутые под некоторым углом друг к другу, расположены таким образом, что при замыкании контактов контактирующие поверхности соприкасаются со значительным проскальзыванием. Последнее способствует повышению электропроводимости контактов, так как при их соприкосновении контакты очищаются от нагара.

Изоляционный блок, несущий контакты, одновременно используется в качестве клеммной колодки для подключения остальных проводов электрической схемы будильника. От статора двигателя к колодке отходят гибкие соединительные проводники, причем средний вывод используется как общий для двигателя и электромагнита зуммера.

Подшипники оси ротора размещены в статоре и снабжены подпятником, служащим в качестве опоры для стальной цапфы, запрессованной в ось ротора, и позволяющим регулировать осевой зазор ротора. Противоположная цапфа ротора, проходящая сквозь подшипник, несет на своем конце маховичок. Последний позволяет улучшить пусковые характеристики двигателя и облегчает сохранение равномерности вращения ротора при кратковременных токовых перерывах.

В синхронных будильниках «Аутоколь» имеется специальное устройство для коррекции направления вращения синхронного двигателя. В непосредственной близости от первого колеса

передачи расположена ось корректирующей рукояти, на которой вращается диск с эластичными пружинками, охватывающими триб первого колеса. При правильном направлении вращения эти пружинки расходятся в стороны и не препятствуют вращению колес. При обратном (неправильном) вращении концы пружин, стремясь сблизиться, сцепляются с зубцами триба первого колеса и, слегка прогнувшись при этом, дают обратный импульс, исправляя направление вращения.

Несмотря на большие преимущества, которые дает эксплуатация синхронных часов в быту, промышленности и науке, большая зависимость точности часов от стабильности частоты питающего тока сильно ограничивает их повсеместное применение. В большинстве стран, а также в нашей стране, синхронные часы еще не нашли широкого применения. В то же время приборы, предназначенные для работы лишь в течение короткого промежутка времени и таким образом не накапливающие за время своей работы существенной погрешности, находят применение даже в тех случаях, когда стабильность сетевого питания относительно низка. К числу таких приборов относятся электрические секундомеры.

Часовая промышленность изготавливает два типа электрических секундомеров: синхронные и вибрационные. И те и другие основаны на использовании для измерения времени частоты переменного тока. Разница в их устройстве состоит лишь в том, что синхронные секундомеры в качестве двигателя имеют синхронный электродвигатель, а вибрационные — электрический вибратор.

Устройство синхронных секундомеров П-14М и П-30 весьма просто. Синхронный электродвигатель сопряжен с редуктором, выходная ось которого совершает один оборот в минуту и несет секундную стрелку. Кроме того, на одной из промежуточных осей установлена стрелка для счетчика минут.

Включение и выключение электросекундомера осуществляются соответствующим замыканием или размыканием его цепи питания. Сброс стрелок на нуль производят либо от руки нажимом соответствующей кнопки, либо при помощи электромагнита, воздействующего на аналогичную кнопку. Компликация электрического секундомера по конструкции подобна применяемой в механических секундомерах.

Вибратор вибрационных секундомеров выполнен в виде электрической катушки с П-образным сердечником, в зазоре которого расположена плоская пружинка. При подключении катушки к цепи переменного тока пружинка начинает колебаться; частота этих колебаний пропорциональна частоте тока. Пружинка взаимодействует с храповым колесом, от которого через колесную передачу движение передается на оси стрелок.

Вибрационные секундомеры изготавливаются в двух оформлениях: настольные ПВ-53 и щитовые ПВ-53Щ.

# ПОЛЕЗНЫЕ

*Для предохранения стали от ржавчины* деталь кладут на несколько часов в раствор углекислого калия, вынимают и просушивают.

*Для предохранения стали от окислы* деталь перед закалкой погружают в раствор, содержащий 1 часть хлорного кальция, растворенного в 25 частях воды (растворяется при кипячении), и 2 части размолотого плавикового шпата (добавляется в раствор после остывания).

*Сверление очень твердых металлов* производят со смазкой из равных частей камфары и терпентинного масла.

*Сверление малых отверстий в стекле* производят обычным грехгранником, смоченным терпентином.

*Удаление обломков винтов* из латунных деталей производят раствором квасцов, разведенных в кипящей воде. Каждые два часа удаляют образовавшуюся ржавчину. Процесс длится до 20 ч. Для латунных деталей, имеющих позолоту, можно применять раствор, содержащий 1 часть серной кислоты и 18 частей воды. Процесс ускоряется вдвое. В обоих случаях к растворам рекомендуется добавлять немного уксусной кислоты.

# ЧАСОВОМУ

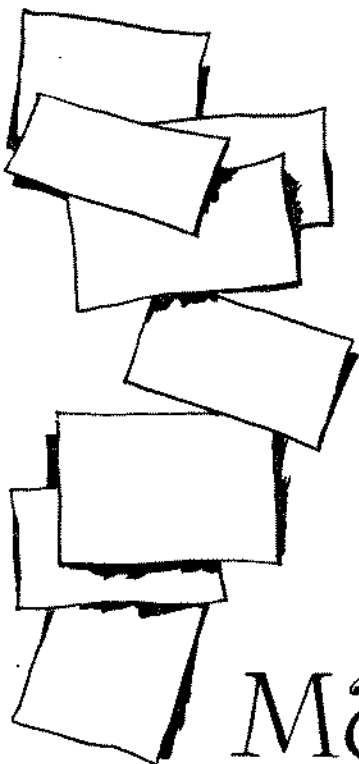


# СОВЕТЫ

*Холодную эмаль для исправления сколов циферблатов можно получить от смешивания 250 частей кристаллического хлористого кальция и 100 частей воды.*

*Прозрачный лак для покрытия латунных деталей и проклейки стекол готовят из 2 частей светлого измельченного целлулоида и 20 частей ацетона. После растворения целлулоида в раствор добавляют 78 частей амидацетата и оставляют до полного просветления лака (1—2 недели).*

*При измерении колес и трибов метрическими инструментами и калибрами рекомендуется пользоваться следующими таблицами (табл. 1—6).*



# мастеру

1. Соотношения колес и трибов (табл. 1 — 7)

Колесо 60 зубцов, внешний диаметр, мм	Триб 6 зубцов			Триб 8 зубцов			Колесо 60 зубцов, внешний диаметр, мм	Триб 6 зубцов			Триб 8 зубцов		
	Внешний диа- метр		Межцент- ровое рас- стоя- ние, мм	Внешний диа- метр		Межцент- ровое рас- стоя- ние, мм		Внешний диа- метр		Межцент- ровое рас- стоя- ние, мм	Внешний диа- метр		Межцент- ровое рас- стоя- ние, мм
	мм	по ка- либру		мм	по ка- либру			мм	по ка- либру		мм	по ка- либру	
1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
7,0	0,77	68	3,66	1,00	60	3,77	9,6	1,06	57	5,02	1,37	53	5,16
7,2	0,18	67	3,76	1,03	58	3,87	9,8	1,08	56	5,12	1,40	53	5,27
7,4	0,82	66	3,87	1,05	57	3,98	10,0	1,11	56	5,23	1,43	53	5,38
7,6	0,84	65	3,97	1,08	56	4,09	10,2	1,13	55	5,33	1,46	52	5,49
7,8	0,86	64	4,08	1,11	56	4,20	10,4	1,15	55	5,44	1,48	52	5,60
8,0	0,89	64	4,18	1,14	55	4,30	10,6	1,17	55	5,54	1,51	52	5,70
8,2	0,91	63	4,29	1,17	55	4,41	10,8	1,20	55	5,65	1,54	51	5,81
8,4	0,93	62	4,39	1,20	55	4,52	11,0	1,22	54	5,75	1,57	51	5,92
8,6	0,95	61	4,49	1,23	54	4,63	11,2	1,24	54	5,85	1,60	51	6,03
8,8	0,97	60	4,60	1,25	54	4,73	11,4	1,26	54	5,96	1,63	51	6,13
9,0	1,00	60	4,70	1,28	54	4,84	11,6	1,28	54	6,06	1,65	51	6,24
9,2	1,02	59	4,81	1,31	54	4,95	11,8	1,31	54	6,17	1,68	50	6,35
9,4	1,04	57	4,91	1,34	54	5,06	12,0	1,33	54	6,27	1,71	50	6,46

Таблица 2

Колесо 64 зубца, внешний диаметр, мм	Триб 8 зубцов			Колесо 64 зубца, внешний диаметр, мм	Триб 8 зубцов		
	Внешний диаметр		Межцент- ровое расстоя- ние, мм		Внешний диаметр		Межцент- ровое расстоя- ние, мм
	мм	по ка- либру			мм	по ка- либру	
1	2	3	4	1	2	3	4
9,0	1,21	55	4,82	13,0	1,75	49	6,97
9,2	1,24	54	4,93	13,2	1,78	49	7,08
9,4	1,26	54	5,04	13,4	1,81	49	7,18
9,6	1,29	54	5,15	13,6	1,84	48	7,29
9,8	1,32	54	5,25	13,8	1,86	48	7,40
10,0	1,35	54	5,36	14,0	1,89	47	7,50
10,2	1,38	53	5,47	14,2	1,92	47	7,61
10,4	1,40	53	5,57	14,4	1,94	46	7,72
10,6	1,43	53	5,68	14,6	1,97	46	7,83
10,8	1,46	52	5,79	14,8	2,00	46	7,93
11,0	1,48	52	5,90	15,0	2,02	45	8,04
11,2	1,51	52	6,00	15,2	2,05	45	8,15
11,4	1,54	51	6,11	15,4	2,08	44	8,25
11,6	1,57	51	6,22	15,6	2,11	44	8,36
11,8	1,59	51	6,32	15,8	2,13	43	8,47
12,0	1,62	51	6,43	16,0	2,16	43	8,58
12,2	1,65	51	6,54	16,2	2,19	43	8,68
12,4	1,67	50	6,65	16,4	2,21	43	8,79
12,6	1,70	50	6,75	16,6	2,24	42	8,90
12,8	1,73	49	6,86	16,8	2,27	42	9,00

Таблица 3

Колесо 70 зубцов, внешний диаметр, мм	Триб 7 зубцов			Колесо 70 зубцов, внешний диаметр, мм	Триб 7 зубцов		
	Внешний диаметр		Межцент- ровое расстоя- ние, мм		Внешний диаметр		Межцент- ровое расстоя- ние, мм
	на трех зубцах, мм	по ка- либру			на трех зубцах, мм	по ка- либру	
1	2	3	4	1	2	3	4
9,0	0,94	60	4,74	11,0	1,15	54	5,79
9,2	0,96	59	4,84	11,2	1,17	54	5,89
9,4	0,98	58	4,95	11,4	1,19	54	6,00
9,6	1,00	57	5,05	11,6	1,21	54	6,11
9,8	1,02	56	5,16	11,8	1,23	54	6,21
10,0	1,04	56	5,26	12,0	1,25	54	6,32
10,2	1,06	55	5,37	12,2	1,27	54	6,42
10,4	1,08	55	5,48	12,4	1,29	53	6,53
10,6	1,11	55	5,58	12,6	1,31	53	6,63
10,8	1,13	55	5,69	12,8	1,34	53	6,74
				13,0	1,36	52	6,84

Таблица 4

Колесо 75 зуб- цов, внешний диаметр, мм	Триб 8 зубцов			Колесо 75 зуб- цов, внешний диаметр, мм	Триб 8 зубцов		
	Внешний диаметр		Межцент- ровое рассто- яние, мм		Внешний диаметр		Межцент- ровое рассто- яние, мм
	мм	по ка- либру			мм	по ка- либру	
1	2	3	4	1	2	3	4
9,0	1,27	54	4,90	11,6	1,64	51	6,31
9,2	1,30	54	5,00	11,8	1,67	50	6,42
9,4	1,33	54	5,11	12,0	1,70	50	6,53
9,6	1,36	53	5,22	12,2	1,72	49	6,64
9,8	1,38	53	5,33	12,4	1,75	49	6,75
10,0	1,41	53	5,44	12,6	1,78	49	6,85
10,2	1,44	52	5,55	12,8	1,81	48	6,96
10,4	1,47	52	5,66	13,0	1,84	48	7,07
10,6	1,50	52	5,77	13,2	1,87	47	7,18
10,8	1,53	51	5,88	13,4	1,89	47	7,29
11,0	1,55	51	5,98	13,6	1,92	46	7,40
11,2	1,58	51	6,09	13,8	1,95	46	7,51
11,4	1,61	51	6,20				

Таблица 5

Колесо 80 зуб- цов, внешний диаметр, мм	Триб 10 зубцов			Колесо 80 зуб- цов, внешний диаметр, мм	Триб 10 зубцов		
	Внешний диаметр		Межцент- ровое рассто- яние, мм		Внешний диаметр		Межцент- ровое рассто- яние, мм
	мм	по ка- либру			мм	по ка- либру	
1	2	3	4	1	2	3	4
10,0	1,33	54	5,41	16,0	2,13	43	8,66
10,2	1,36	53	5,52	16,2	2,15	43	8,77
10,4	1,38	53	5,63	16,4	2,18	43	8,88
10,6	1,41	53	5,74	16,6	2,21	42	8,99
10,8	1,44	52	5,85	16,8	2,23	42	9,10
11,0	1,46	52	5,96	17,0	2,26	42	9,20
11,2	1,49	52	6,06	17,2	2,29	42	9,31
11,4	1,52	51	6,17	17,4	2,31	41	9,42
11,6	1,54	51	6,28	17,6	2,34	41	9,53
11,8	1,57	51	6,39	17,8	2,37	41	9,64
12,0	1,60	51	6,50	18,0	2,39	41	9,75
12,2	1,62	51	6,61	18,2	2,42	40	9,85
12,4	1,65	51	6,71	18,4	2,45	40	9,96
12,6	1,68	50	6,82	18,6	2,47	39	10,07
12,8	1,70	50	6,93	18,8	2,50	39	10,18
13,0	1,73	49	7,04	19,0	2,53	38	10,29
13,2	1,76	49	7,15	19,2	2,55	38	10,39
13,4	1,78	49	7,25	19,4	2,58	37	10,50
13,6	1,81	48	7,36	19,6	2,61	36	10,61
13,8	1,83	48	7,47	19,8	2,63	36	10,72



Колесо 80 зуб- цов, внешний диаметр, мм	Триб 10 зубцов			Колесо 80 зуб- цов, внешний диаметр, мм	Триб 10 зубцов		
	Внешний диаметр		Межцент- ровое рассто- яние, мм		Внешний диаметр		Межцент- ровое рассто- яние, мм
	мм	по ка- либру			мм	по ка- либру	
1	2	3	4	1	2	3	4
14,0	1,86	47	7,58	20,0	2,66	35	10,83
14,2	1,89	47	7,69	20,2	2,68	35	10,94
14,4	1,91	46	7,80	20,4	2,71	35	10,04
14,6	1,94	46	7,90	20,6	2,74	35	11,15
14,8	1,97	46	8,01	20,8	2,76	34	11,26
15,0	1,99	46	8,12	21,0	2,79	34	11,37
15,2	2,02	45	8,23	21,2	2,82	33	11,48
15,4	2,05	45	8,34	21,4	2,84	33	11,59
15,6	2,07	44	8,45	21,6	2,87	32	11,69
15,8	2,10	44	8,55	21,8	2,90	32	11,80
				22,0	2,92	31	11,91

Таблица 6

Межцент- ровое рассто- яние, мм	Стрелочный механизм (внешние диаметры)							
	Минутный триб		Вексельное колесо		Вексельный триб		Часовое колесо	
	мм	по ка- либру	мм	по ка- либру	мм	по ка- либру	мм	по ка- либру
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2,5	1,40	53	4,02	20	1,15	55	4,30	17
2,6	1,46	52	4,19	19	1,20	55	4,47	15
2,7	1,51	52	4,35	16	1,24	54	4,64	12
2,8	1,57	51	4,51	14	1,29	54	4,82	10
2,9	1,62	51	4,67	12	1,33	54	4,99	8
3,0	1,68	50	4,83	10	1,38	53	5,16	5
3,1	1,74	49	4,99	9	1,43	53	5,33	3
3,2	1,79	49	5,16	5	1,47	52	5,50	2
3,3	1,85	48	5,32	3	1,52	51	5,68	1
3,4	1,90	47	5,48	2	1,56	51	5,85	—
3,5	1,96	46	5,64	1	1,61	51	6,02	—
3,6	2,02	46	5,80	—	1,66	50	6,19	—
3,7	2,07	45	5,96	—	1,70	50	6,36	—
3,8	2,13	44	6,12	—	1,75	49	6,54	—
3,9	2,18	43	6,28	—	1,79	49	6,71	—
4,0	2,24	42	6,44	—	1,84	48	6,88	—
4,1	2,30	42	6,60	—	1,89	47	7,05	—
4,2	2,35	41	6,76	—	1,93	46	7,22	—
4,3	2,41	41	6,92	—	1,98	46	7,40	—
4,4	2,46	40	7,08	—	2,02	45	7,57	—
4,5	2,52	38	7,24	—	2,07	44	7,74	—

## 2. Термообработка стали

Механические свойства стали зависят от ее термической обработки. К термической обработке относятся:

**Закалка**, при которой стальную деталь нагревают с последующим быстрым охлаждением в воде или масле. Сталь при этом приобретает большую твердость, но становится хрупкой. Температуру нагрева при закалке можно определять по цвету стали. Обычно сталь закаливается при температуре 700—860° С.

Цвет стали	Температура нагрева, °С
Темно-вишневый . . . . .	660
Светло-вишневый . . . . .	760—780
Желтый . . . . .	950—1000
Матово-белый . . . . .	1100—1200

**Отпуск**, при котором закаленную стальную деталь нагревают до температуры 200—600° С с последующим медленным охлаждением. Отпуск уменьшает хрупкость закаленной стали, уменьшает ее твердость, но увеличивает вязкость. Температуру отпуска определяют по цвету побежалости.

Цвета побежалости	Температура, °С
Светло-желтый (соломенный) . . . . .	225
Коричнево-желтый . . . . .	255
Пурпурно-красный . . . . .	275
Темно-синий . . . . .	295
Светло-синий . . . . .	310
Серый матовый . . . . .	325

**Отжиг**, при котором стальную деталь нагревают до определенной температуры с последующим медленным охлаждением. Отжиг происходит при температуре 750—860° С.

**Цементация**, при которой верхний слой стальной детали насыщается углеродом, сообщая этому слою повышенную твердость и оставляя середину мягкой и вязкой. Обычно цементации подвергают сталь с содержанием углерода до 0,3%. Происходит цементация при нагреве стали по 900—950° С под слоем смеси из угля, поташа, соды и мела.

О свойствах стали можно приблизительно судить по излому. Твердая углеродистая сталь в изломе имеет вид однородно мелких зерен темного оттенка; мягкая сталь состоит из крупных светлых зерен. Определить качество стали можно и «на искру». При прикосновении стали к быстро вращающемуся наждачному точилю возникает сноп искры. Инструментальная сталь дает желтоватую искру, сталь с высоким содержанием углерода — белую, а специальные стали — искру красного цвета; сталь с низким содержанием углерода дает тусклую искру.

## 3. Паяние

При паянии соединяемые поверхности необходимо тщательно очистить и приладить одну к другой без малейшего зазора. Детали при широком шве припоя спаиваются с трудом. Такой шов непрочен. Для паяния твердыми припоями детали располагают на плоском куске березового угля или толстом слое асбеста и закрепляют проволочными клеммами. Для усиления нагрева деталь сверху прикрывают небольшим угольком. При необходимости пайки мелких деталей мягкими припоями удобно пользоваться паяльниками или, закрепив соединяемые детали мягкой железной проволокой, осуществлять их нагрев непосредственно пламенем.

Паяние обязательно производят с применением флюсов. Лучшим флюсом для паяния мягкими припоями считается паяльная кислота. Ее готовят следующим образом. В сосуд с соляной кислотой опускают небольшие ку-

сочки цинка, которые растворяются в кислоте. После полного насыщения кислоты цинком в раствор добавляют по каплям нашатырный спирт, устраняющий коррозионные свойства флюса. Флюс взбалтывают до полного устранения помутнения и фильтруют. Тем не менее после пайки с применением паяльной кислоты детали необходимо тщательно промыть нашатырным спиртом.

Лучшую защиту деталей от коррозии обеспечивают бескислотные флюсы. Паяльную бескислотную соль готовят из смеси: 50 частей нашатыря, 75 частей обезвоженного хлористого цинка, растворяемых в 150 частях кипящей воды.

Паяльную бескислотную воду готовят из: 22 частей хлористого аммония, 33 частей кристаллического хлористого цинка и 45 частей дистиллированной воды.

Для паяния любых металлов мягкими припоями можно применять канифоль, к 5 частям которой добавляют 5 частей сала и 1 часть нашатыря в порошке. Для паяния особо мягкими припоями можно применять в качестве флюса стеарин, которым натирают соединяемые поверхности деталей.

Для твердых припоев в качестве флюса используют буру или борную кислоту. Буру перед употреблением следует подвергнуть обезвоживанию. Для этого буру нагревают на железном противне до полного прекращения вспучивания. Куски обезвоженной буры раздробляют в порошок, который смешивают с опилками твердого припоя. Смесь наносят на место пайки.

#### 4. Рецепты различных припоев Табл. (7 — 10)

Таблица 7

Элементы мягкого (легкоплавкого) припоя				Точка плавления, °С
олово	свинец	висмут	кадмий	
1	2	4	1	65
13,3	26,7	7,50	10,0	76
15	32	53	—	96
60	40	—	—	200
50	50	—	—	250
40	60	—	—	270
30	70	—	—	300
25	75	—	—	360

Таблица 8

Элементы твердого латунного припоя		Точка плавления, °С
медь	цинк	
45	55	835
51	49	850
54	46	875

Элементы твердого серебряного припоя			Точка плавления, °С
медь	цинк	серебро	
30	25	45	720
40	35	25	765
50	42	8	830

Таблица 10

Элементы припоя для золота, %						Проба золота
золото	серебро	медь	кадмий	олово	цинк	
75	5,5	12	—	2	5,5	750
75	3	10	12	—	—	750
58,4	3	24,4	—	2	12,2	584

### 5. Синение

С этой операцией часовой мастер встречается при исправлении отделки стрелок часов старых типов, в тех случаях, когда стрелки сложной конфигурации оказывается невозможным заменить. Такие стрелки тщательно полируют и обезжиривают их поверхность. После указанной обработки их погружают в раствор, состоящий из 2 частей хлорного железа, 2 частей азотнокислой ртути, 2 частей соляной кислоты, 8 частей спирта и 8 частей воды. В этом растворе стрелки выдерживают до 20 мин, вынимают и просушивают в течение 10—12 ч. Процесс повторяют до получения требуемой окраски. После этого стрелки кипятят в воде в течение часа и снова просушивают.

Для синения стальных деталей также можно рекомендовать раствор, состоящий из двух составов: 1) 140 частей гипосульфита и 1000 частей воды; 2) 35 частей уксусной окиси свинца и 1000 частей воды. Растворы перед употреблением смешивают, кипятят и погружают в них деталь до получения требуемой окраски. Затем деталь промывают в горячей воде и высушивают.

### 6. Серебрение

При необходимости восстановления серебрения на участках отдельных деталей в условиях часовой мастерской можно рекомендовать следующие способы:

**Серебрение натиранием.** Смесь, состоящую из 3 частей хлористого серебра, 8 частей винного камня и 8 частей поваренной соли, разводят водой до образования густой массы. Этой массой при помощи жесткой кисти натирают предварительно очищенную и обезжиренную поверхность латунной детали.

**Жидкостное серебрение (первый способ).** В жидкость, состоящую из 1 части углекислого ляписа, 10 частей серноватистонатриевой соли и 10 частей воды, опускают обезжиренную латунную деталь и палочку цинка, которая должна касаться этой детали.

**Жидкостное серебрение (второй способ).** В растворе, состоящем из 6 частей винного камня, 6 частей поваренной соли, 1 части хлористого серебра

и 10 частей дистиллированной воды, в течение 15—20 мин кипятят деталь. При этом деталь покрывается прочным матовым слоем серебра. Для придания покрытию блеска деталь вынимают из раствора и сейчас же погружают в раствор, состоящий из 3 частей гипосульфита, 45 частей воды и 1 части уксусной окиси свинца, где кипятят еще 10 мин.

## 7. Золочение

Восстановление позолоты в условиях мастерской можно рекомендовать двумя способами:

**Золочение натиранием.** Червонное золото растворяют в царской водке, разбавляют водой и полученным раствором пропитывают вату. Вату высушивают и сжигают. Полученной золой натирают детали, подлежащие золочению.

**Жидкостное золочение.** В раствор, состоящий из 1 части кристаллизованного хлористого золота, 10 частей концентрированной соляной кислоты, 4 частей серной кислоты, 2 частей борной кислоты и 150 частей дистиллированной воды, погружают деталь, подвешенную на тонкой золотой проволоке. В раствор погружают палочку из красной меди, которая должна касаться детали. Раствор подвергают кипячению.

## 8. Шлифовка и полировка

**Грубая шлифовка.** Для нее рекомендуется применять наждачную пасту, содержащую: наждак (зернистость 28 мк) — 64% и стеарин — 36%. Для более тонкой шлифовки наждак (зернистость 20 мк) — 95%, свиное сало (топленое) — 2,5% и керосин — 2,5%.

**Полировка.** Рекомендуются пасты, содержащие: окись хрома — 67%, стеарин — 13%, парафин — 13%, оленовую кислоту — 5%, графит — 0,2% и техническое сало — 1,8% или окись хрома — 60%, стеарин — 13%, оленовую кислоту — 5%, графит — 0,2%, техническое сало — 1,8% и керосин — 20%.

**Презиционная полировка.** Ее производят пастой следующего состава: алмаз (лейко-сапфир или микрокорунд) — 75% и пчелиный воск — 25%.

## 9. Моющие вещества и растворы. Способы очистки

**Сильно загрязненные детали.** Такие детали промывают в составе, один литр которого содержит: зеленое мыло — 100 г, спирт-ректификат — 100 г, аммиак 10%-ный — 100 см<sup>3</sup>, щавелевую кислоту — 2 г и остальное — дистиллированную воду. Щавелевую кислоту растворяют отдельно в теплой дистиллированной воде. Также отдельно растворяют зеленое мыло. Затем растворы сливают, добавляя остальные элементы и взбалтывают. Перед употреблением раствор рекомендуется интенсивно взболтать и нагреть до 35—40° С.

**Загрязненные колеса и платины настенных или настольных часов.** Для очистки применяют состав, содержащий: 2 части ядрового мыла, 1 часть нашатырного спирта, 1 часть поваренной соли и 10 частей воды. Детали погружают в состав, который не доводят до кипения, нагревают в течение 1—2 ч. Затем детали очищают жесткой щеткой и промывают в горячей воде.

**Застарелые пятна грязи и жира на латунированных и стальных деталях.** Пятна очищают раствором, состоящим из 1 части едкого натра (каустической соды) и 20 частей воды.

**Ржавчина на стальных деталях.** Ржавчину удаляют, погружая деталь в концентрированный раствор кислого сернокислого калия, и прикасаются к очищаемой детали цинковой палочкой, также погружаемой в раствор. Из раствора при этом выделяются пузырьки газов. Процесс продолжается до полной очистки поверхности детали.

**Окислившиеся латунированные детали.** Детали очищают последовательным погружением сначала в состав, содержащий: 200 частей азотной кислоты (или царской водки) и 2 части поваренной соли, затем в состав, содержащий:

100 частей серной кислоты, 75 частей азотной кислоты и 1 часть поваренной соли. В первом составе детали выдерживают в течение 2—3 сек, во втором — 1—2 сек. Затем детали тщательно промывают в горячей воде и просушивают в опилках. Приготовляя второй состав, следует помнить, что необходимо осторожно вливать серную кислоту в азотную, а не наоборот.

Опилки для высушивания можно готовить из любой древесины, не содержащей смолу. Лучшими считаются опилки пальмы, бука, ясеня. Хранить опилки рекомендуется в плотном полотняном мешочке. При высушивании деталей рекомендуется мешочек часто встряхивать.

**Детали с серебряным покрытием.** Такие детали погружают в раствор, содержащий 1 часть винного камня и 2 части поваренной соли, или в горячий раствор гипосульфита. Темные пятна с поверхности серебряных изделий удаляют густой смесью мела и нашатырного спирта.

**Синение на стальных стрелках.** Удаляют раствором, состоящим из 7 частей серной кислоты с 10 частями воды или уксусной кислотой. Сталь, смоченная этим раствором, белеет, после чего ее промывают водой или спиртом.

### 10. Размагничивание стальных деталей

Размагничивать стальные детали приходится довольно часто. Чтобы размагнитить деталь (или часы), ее нужно ввести в отверстие катушки, питаемой переменным током, и медленно оттуда вывести. Следует иметь

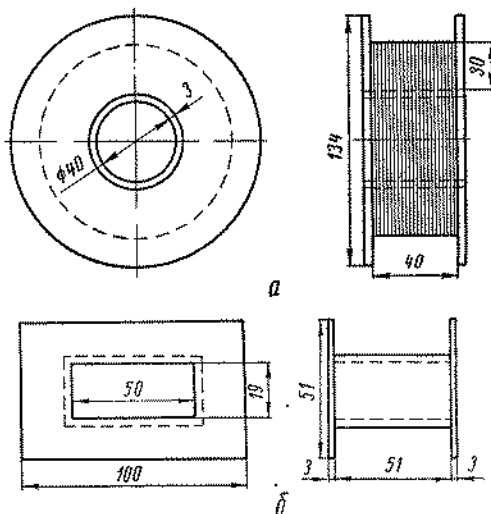


Рис. 161. Каркасы для катушек размагничивания

в виду, что часы во время их нахождения в катушке резко вибрируют. Их следует с некоторым усилием удерживать в центре отверстия и не давать «прилипнуть» к стенке катушки под воздействием магнитного притяжения, создаваемого полем катушки.

Каркас катушки должен быть изготовлен либо из пластмассы (например, плексигласа), либо из электротехнических материалов (гетинакс, текстолит). Каркас можно склеить из картона, пропитав затем спиртовым шеллачным лаком. Форма и размеры каркаса для катушки, питаемой непосредственно от сети напряжением 220 в, показаны на рис. 161, а. Катушку

наматывают проводом марки ПЭВ диаметром 0,3 мм; сопротивление катушки должно составить около 800 ом. Такую катушку не рекомендуется включать больше чем на 8—10 мин.

Вообще же включать катушку непосредственно в сеть нецелесообразно, так как при этом требуется катушка весьма значительных размеров, способная выдержать напряжение сети. Кроме того, включать катушку непосредственно в сеть не рекомендуется по соображениям техники безопасности. Лучше, если питание катушки осуществляется через понижающий трансформатор с выходом на 4—6 в.

Катушка, рассчитанная на питание переменным током с напряжением 4—6 в, должна быть намотана медным проводом с диаметром 0,5 мм в двойной хлопчатобумажной изоляции. На одну катушку (рис. 161, б) нужно около 126 м (280 г) такого провода. Витки провода должны плотно укладываться на каркас катушки. В одном слое должно быть примерно 60 витков. Всего катушка должна содержать не менее 600 витков, т. е. вся обмотка должна состоять из 10 рядов. Между отдельными рядами катушки следует прокладывать слой бумаги, пропитывая его спиртовым шеллачным лаком. Наружный ряд необходимо обернуть бумагой, пропитать лаком и покрыть двумя слоями изоляционной ленты. Для удобства катушку рекомендуется укрепить на деревянной подставке.

## КРАТКИЙ ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ

### А

**Акс** (уст\*) — ось баланса.

**Амбус** — наковальня в виде многогранника с глухими отверстиями различного диаметра.

**Американское сверло** — спиральное сверло.

**Амплитуда** — угол отклонения маятника (баланса) от положения равновесия.

**Амортизатор** — см. противоударное устройство.

**Ангренаж** — зубчатая передача от барабана к ходовому колесу.

**Ангренаж машина** — устройство для проверки зацепления отдельных пар колес и определения межцентрового расстояния.

**Анкер** — (скобка, вилка, якорь) деталь, передающая движение от ходового колеса к балансу.

**Анкерное колесо** (уст.) — см. ходовое колесо.

**Арбур** — оправка с роликом для выполнения токарных работ на станке с лучковым приводом.

**Арканзас** — мелкозернистый точильный камень, применяемый для прецизионной шлифовки.

**Арондирование** — обработка зубьев колеса с целью уменьшения наружного диаметра колеса.

### Б

**Барабан** — цилиндрическая коробка с зубчатым венцом для заводной пружины.

**Барашек** — гайка с ушками для заворачивания от руки.

**Баррет** — напильник, одна или несколько сторон которого не имеют насечки.

**Балансваге** (уст.) — см. перевес-машинка.

**Бигель** (уст.) — серьга на корпусе карманных часов.

**Биметалл** — пластина, состоящая из двух слоев различных металлов, получаемая путем одновременного горячего проката этих металлов.

**Биметаллический баланс** — баланс, обод которого выполен из биметалла.

**Бокорезы** — кусачки с боковым размещением режущих губок.

**Бормашинка** — приспособление для сверления осей колес и баланса при необходимости замены цапфы.

**Бочонок** (уст.) — см. заводная муфта.

**Брошь** — пружинящая шайба для закрепления различных деталей.

**Бушон** — металлическая оправка для камней.

### В

**Вексельное колесо** — (уст. — репеек) колесо с трибом для передачи вращения от минутного триба к часовому колесу.

**Вельцмашина** — устройство для обработки зубьев колес (см. Арондирование).

**Вельцфайл** — напильник для обработки от руки зубьев колес.

**Вибрационная машинка** — приспособление для определения необходимой длины спирали по периоду колебаний баланса.

**Вибрация** — операция по определению необходимой длины спирали путем сличения периодов колебания эталонного и ремонтируемого балансов.

**Вилка** (уст.) — см. анкер.

\* Уст. — устаревшее наименование.



**Винтоправка** — устройство для полировки торцевой поверхности головок винтов.

**Волосок (уст.)** — см. спираль.

**Волчий зуб (уст.)** — храповой зуб, образованный криволинейными поверхностями — выпуклой передней и вогнутой затылочной.

**Воронение (скинение)** — создание на поверхности стальных деталей декоративной сине-черной пленки путем одновременной химической и термической обработки.

**Вороило** — инструмент для полировки стальных деталей в виде напфиля с гладкими полированными поверхностями.

**Выкачка** — соотношение правой и левой амплитуд. Различают правую и левую выкачку при соответствующем превышении одной амплитуды. Правильная выкачка предполагает равенство правой и левой амплитуд.

## Г

**Гартование** — придание металлу жесткости путем наклепки молотком или многократной прокатки.

**Гашпер** — вспомогательная пружина для предохранения хода часов от колебаний тягового усилия гиревого или пружинного двигателей в момент их заводки.

**Глобен (уст.)** — см. мост.

**Гнездо** — углубление в какой-либо детали (преимущественно в платине) для размещения отдельных узлов или деталей.

**Гномон** — солнечные часы.

**Гонг** — спиральная пружина в часах с боем, звучащая при ударе молоточков.

**Грабштихель** — квадратный или трехгранный резец для точения на токарном станке от руки.

**Градуслик** — деталь для регулировки периода колебаний баланса путем изменения действующей спирали.

**Грат (уст.)** — заусенцы, образующиеся на кромке детали при ее опиловке или сверлении.

**Грузовой сектор** — эксцентрично установленный груз, качания которого используют для автоматического подзавода пружины.

## Д

**Духнолька** — наждачная бумага исключительно мелкой зернистости.

**Декштейн (уст.)** — накладной камень.

**Диамантин** — абразив особо мелкой зернистости, алмазная пыль.

## З

**Заводная муфта** — (уст. — бочонок, кулачковая муфта, кулачковый триб) деталь, осуществляющая переключение зацепления заводного вала от механизма заводки пружины к механизму перевода стрелок, и наоборот.

**Заводное колесо** — (уст. — коронное колесо) колесо, передающее движение от заводного триба к барабанному колесу.

**Заводной вал** — (уст. — ключ) деталь, выведенная из корпуса часов и снабженная головкой для вращения от руки при заводке пружины или переводе стрелок.

**Заводной триб** — (уст. — полубочонок) деталь, входящая в узел кулачковой муфты; при зацеплении с заводной муфтой передает вращение от заводного вала на заводное колесо.

**Запечник** — торцовая часть уступа оси.

**Зенкер** — инструмент для снятия фаски на кромке отверстия.

**Знамя** — приспособление к токарному станку для поддержания осей при их сверлении.

## И

**Изохронность колебаний** — независимость периода колебаний от амплитуды.

**Импульс** — передача усилия заводной пружины от ходового колеса на анкер или от анкера на баланс или маятник.

## К

**Каре (уст.)** — вал барабана.

**Керн** — пуансон, заточенный на конус для нанесения центра отверстия перед сверлением.

**Клепсидра** — водяные часы.

**Клюбка** — миниатюрные ручные тиски с цапговым зажимом.

Ключ (уст.) — см. заводной вал  
Колесвар — коническая много-  
гранная развертка.

Колодка — деталь для крепле-  
ния внутреннего витка спирали на  
оси баланса.

Колонка — деталь для крепле-  
ния наружного витка спирали в ба-  
лансовом мосту.

Колодное колесо — колесо с  
торцовыми или радиальными зубья-  
ми ромбического сечения.

Колонный храповик — хра-  
повик, снабженный торцовыми высту-  
пами, используемый в качестве ор-  
гана переключения рычажных звень-  
ев.

Колонштейн (уст.) — см. эл-  
липсо.

Копье — деталь анкера, предо-  
храняющая анкер от произвольных  
перемещений относительно баланса.

Коричанги (уст.) — пинцеты.

Коронное колесо (уст.) —  
см. заводное колесо.

Корректор — приспособление  
для регулировки положения палет в  
анкере.

Коррозия — окисление поверх-  
ности деталей, например, ржавчина  
на стали.

Крокус — полировальная паста  
на основе окиси хрома.

Кулачковая муфта —  
1) узел, состоящий из заводной муф-  
ты и заводного триба; 2) (уст.) см.  
заводная муфта.

Кулачковый триб — см. за-  
водная муфта.

Куранты (уст.) — часы с боем  
часов и четвертой часа.

## Л

Лимб — кольцевая шкала изме-  
рительного инструмента.

Линза — груз маятника.

Лохштейн (уст.) — камень  
с отверстием для опоры цапф.

Лупа — увеличительное стекло с  
оправой для крепления в глазнице.

Люфт — зазор между деталями.

## М

Маслодозировка — 1) игла  
специальной конфигурации для  
смазки часового механизма; 2) ми-  
ниатюрный шприц для капельного

введения масла в точки смазки меха-  
низма часов.

Маятник Гаррисона — маят-  
ник со стержневой температурной  
компенсацией.

Маятник Грахама — маятник  
со ртутной температурной компенса-  
цией.

Маятник Рифлера — инвар-  
ный маятник.

Минутник (уст.) — минутный  
триб.

Миссисипи — мелкозернистый  
точильный камень, применяемый для  
прецизионной шлифовки.

Монометаллический ба-  
ланс — баланс с ободом из одного  
металла.

Мост — деталь для крепления  
осей трибов со стороны, противопо-  
ложной платине.

## Н

Надфиль — миниатюрный на-  
пильник.

Нитбанк — миниатюрная круг-  
лая или прямоугольная наковальня  
со сквозными отверстиями различ-  
ного диаметра.

Ножовка — тонкий ножевой  
надфиль для прорезки шлицев.

Нониус — дополнительная шкала  
на измерительном инструменте для  
отсчета долей делений основной  
шкалы.

## О

Оливаж — закругление кромки  
отверстий сквозных камней.

Осциллятор — в широком  
смысле регулятор, стабилизатор коле-  
баний.

## П

Палета — импульсный камень  
анкера; различают входную и выход-  
ную палету, имеющие различный на-  
клон плоскостей импульса.

Парашют — амортизатор в виде  
кольца с пружинными лапками для  
эластичного крепления механизма в  
корпусе.

Патрон — приспособление для  
крепления детали на токарном  
станке.

Пендельфедер (уст.) — пружинный подвес маятника.

Перевес-машинка — (уст.—балансире) устройство для уравнивания баланса.

Плантирмашинка — приспособление для нахождения центра отверстия.

Планшайба — патрон в виде диска со струбцинами для крепления деталей.

Платина — основание часового механизма.

Полирфайль — надфиль для прецизионной обработки цапф; обычно одна половина имеет мельчайшую насечку, вторая — воронило.

Полотняйка — надфиль с очень мелкой насечкой.

Полубочонок (уст.) — см. заводной триб.

Поправка хода — отклонение показаний проверяемых часов от эталона времени за сутки.

Потанс — приспособление для удерживания пуансонов над обрабатываемой деталью, размещаемой на миниатюрной подставке-наковальне.

Пресс-потанс — приспособление для запрессовки камней в платину и мосты.

Проектор — оптический прибор для получения сильно увеличенного изображения детали на экране.

Противоударное устройство — приспособление для защиты цапф оси баланса от ударов и вибраций.

Пуансон — стальной прут, рабочий конец которого выполняется различной конфигурации (плоский, сферический, с отверстием или без него, конический и т. п.), применяемый для выбивания, расклепывания, запрессовки и других аналогичных работ.

Путцгольц — см. чурка.

## Р

Ремонтуар — устройство в часовом механизме, включающее узлы заводки пружины и перевода стрелок.

Релетир — часы устаревших конструкций с вызовом боя.

Репеек (уст.) — см. вексельное колесо.

## С

Синение — см. воронение.

Сифон — 1) гидравлическое устройство в виде изогнутой трубки, применявшееся в водяных часах для быстрого опорожнения медленно заполнявшегося сосуда; 2) металлическая поршневая груша для продувки часового механизма.

Скобка (уст.) — см. анкер.

Сливе (уст.) — пружинная втулка, применявшаяся в часах устаревших конструкций для фиксации заводного вала в положении перевода стрелок и заводки пружины.

Собачка — подпружиненный захват для фиксации барабанного колеса, устраняющий раскручивание заводной пружины.

Солдатик — винтовой зажим для крепления резца на суппорте токарного станка.

Спираль — (уст. — волосок) миниатюрная пружинка, обеспечивающая возвратные колебания баланса.

Спираль Архимеда — плоская спираль с постоянным шагом витков.

Спица — осевая опора токарного станка.

Стрелочный механизм — колесная передача от минутного триба к часовому колесу.

Струбцинка — винтовой зажим с подковообразной станиной.

Суппорт — приспособление для перемещения резца на токарном станке.

Суточный ход — характеристика точности часов, определяемая как алгебраическая разность поправок.

## Т

Тонфидер (уст.) — звуковой стержень в часах с боем.

Триб — шестерня с малым (обычно от 6 до 15) числом зубьев.

Трензель — устройство, автоматически переключающее зацепление при изменении направления вращения ведущего вала.

Трибмасс (уст.) — калибр для обмера трибов.

## У

Улитка — плоская или объемная деталь, профиль которой образован спиралью.

## Ф

**Февка** — паяльная трубка для направления дутьем пламени на обрабатываемую поверхность.

**Филигрань** (уст.) — перекладки на обода баланса.

**Фильц** — полоска замши, наклеенная на дощечке и применяемая для полирования.

**Финагель** — брусок дерева твердой породы, применяемый в качестве опоры при опиловке мелких деталей.

**Фонарик** — винтовой зажим для мелких винтов.

**Фреза** — круглый зубчатый резец для нарезки колес, прорезки пазов и выборки фасонных углублений.

**Фрикцион** — соединение двух деталей посредством силы трения, допускающее при определенных условиях их взаимное проскальзывание.

**Фурнитура** — комплект запасных деталей к часам.

**Футер** — металлическая втулка с отверстием.

**Фюзейное колесо** (уст.) — колесо, устанавливаемое на валу пружинного или гиревого двигателя в крупногабаритных часах.

## Х

**Ход** — узел часового механизма, содержащий: ходовое колесо, анкер и баланс со спиралью.

**Ходовое колесо** — колесо, передающее движение от ангренажа на анкер.

**Храповик** — см. храповое колесо.

**Храповое колесо** — колесо с острыми наклонными зубьями треугольной конфигурации.

## Ц

**Цанга** — зажимной патрон токарного станка и клюбок.

**Цевочный триб** — трибы, зубья которых выполнены в виде штифтов, закрепленных между двумя шайбами.

**Цапфа** — конечная опорная часть оси.

**Цапфенмашина** (цапф-машина) — приспособление для шлифовки и полировки цапф.

## Ч

**Чекан** — пуансон, предназначенный для расклепки отдельных участков обрабатываемой детали или образования выпуклостей на поверхности плоских деталей.

**Чеканка** — 1) расклепывание отдельных участков деталей; 2) образование выпуклого рельефа на поверхности плоских деталей.

**Чурка** — (уст. — путцгольц) тонкая деревянная палочка с конической заточкой для чистки отверстий.

## Ш

**Шабер** — трехгранный или плоский резец для обработки плоскостей от руки.

**Шатон** — латунная оправа с закрепленным в ней камнем.

**Шеллак** — смолистое вещество, применяемое для проклейки палет.

**Шлиц** — прорезь в головке винта для отвертки.

**Штеллунг** (уст.) — ограничитель заводки пружины; в узком смысле — мальтийский крест.

**Штихель** — см. грабштихель.

## Э

**Эксцентриситет** — 1) несовпадение центра вращения детали с геометрическим центром ее контура; 2) отклонение, смещение центра вращения от заданного положения.

**Эллипс** — (уст. — колонштейн) импульсный камень, закрепляемый в ролик баланса.

**Эльштейн** — мелкозернистый точильный камень, микрокорунд.

**Эрозия** — образование раковин на поверхности детали; преимущественно износ контактных поверхностей под воздействием искры размыкания.

## Я

**Яблоко** — шайбообразное утолщение в месте крепления детали на оси, например у минутной стрелки.

**Якорь** — см. анкер.

## БИБЛИОГРАФИЯ

- Беляков И. С. «Часовые механизмы», Машгиз, 1957.
- Беляков И. С., Крепс С. Е., Сурин П. Л. «Ремонт часов», Госметпромиздат, 1962.
- Брейтбурт А. С. «Технология часового производства», ОНТИ НКТП, 1937.
- Букингом Х., Прайс Е. «Основы электроники», Профтехиздат, 1961.
- Гевондян Т. А., Киселев Л. Т. «Детали механизмов точной механики», Оборонгиз, 1960.
- Григорьев Г., Поповский Г. «История часов», ОНТИ, 1937.
- Данилевский В. «Русская техника», Лениздат, 1948.
- Елисеев Б. Л. «Электромеханические и электронные приборы времени», ВИНТИ, 1959.
- Ильин М. «Который час?», ОГИЗ, 1933.
- Канн Г. «Практическое руководство по часовому делу», ГНТИ, 1932, части I и II.
- Де Карль Д. «Руководство по ремонту часов», Машиностроение, 1965.
- Де Карль Д. «Сложные часы и их ремонт», ГНТИ МЛ, 1960.
- Логинов В. Д., Елисеев Б. Л. «Ювелирные товары и часы», Экономика, 1967.
- Пинкин А. М. «Ремонт часов», КОИЗ, 1957.
- Применение полупроводников в приборостроении, Машгиз, 1958.
- Путилов К. А. «Курс физики», ОГИЗ, 1934.
- Раппопорт М. Г. «Ремонт часов», Росгиз, 1948.
- Тарасов С. В. «Технология часового производства», Машгиз, 1956.
- Трояновский В. В. «Ремонт часов», Машгиз, 1961.
- Чернягин Б. М., Елисеев Б. Л. «Основные тенденции развития часовых механизмов за рубежом», ВИНТИ, 1959.
- Шишелов Л. П. «Механика часового механизма», КУБУЧ, 1931, части I—III.
- Научно-технический сборник «Часы и часовые механизмы», Цинтиприборэлектропром, 1961.
- Виноградов В. И. «Ремонт наручных мужских часов «Родина», № 1, стр. 80.
- Чернягин Б. М., Шполянский В. А. «Новые конструкции и расчет электромеханических часов», № 1, стр. 3 и № 2, стр. 3.
- Курицкий А. М. «Современные конструкции механизмов электрического подзавода», № 3, стр. 3.
- Елисеев Б. Л., Уваров Е. И. «Фотоэлектрические часы НИИЧаспрома», № 3, стр. 26.
- Чернягин Б. М., Шполянский В. А. «Электронномеханический хронометр», № 6, стр. 3.
- Научно-технический сборник «Часы и часовые механизмы», Цинтиприборэлектропром, 1962.
- Курицкий А. М. «Регулирование изохронизма часов...», № 4, стр. 2.
- Калганов Г. Н. «Новые образцы реле времени», № 4, стр. 7.

Научно-технический сборник «Часы и часовые механизмы», Цинтиприбор-электропром, 1963:

Хандельсман Ю. М. «Ремонт однострелочных секундомеров», № 1, стр. 36.

Гальцова Н. Е. «Ассортимент часовых масел», № 3, стр. 28.

Хандельсман Ю. М. «Основные типы противоударных устройств», № 3, стр. 2.

Власов Н. Д. и др. «Машина для промывки часов», № 4, стр. 27.

Хохлов М. В. «Об особенностях ремонта часов «Мир», № 5, стр. 28.

Захаров А. В. «Некоторые особенности особо плоских часов «Вымпел», № 5, стр. 21.

Нагаев Ф. М. «Новая конструкция автоподзавода», № 5, стр. 24.

Гаянов У. А. «Наручные антимагнитные часы «Волна», № 5, стр. 23.

Измайлов А. И. Неисправности, встречающиеся при ремонте наручных женских часов «Мечта», № 6, стр. 34.

Матто Р. Н. «Особенности устройства и ремонта настольных электро-механических часов «Энергия», № 6, стр. 32.

Научно-технический сборник «Часы и часовые механизмы», Цинтиприбор-электропром, 1964.

Тагиров С. М. «Об особенностях конструкции безвинтового баланса», № 1, стр. 16.

Бесидовский Е. Я. «Светящиеся составы для циферблатов», № 1, стр. 20.

Кшенский Н. В. «Шахматные часы», № 2, стр. 26.

Ярославский М. П. и др. «Ремонт мужских наручных часов «Сигнал», № 4, стр. 36.

Золотников И. А. «Съемник для стрелок», № 5, стр. 36.

Сорокина К. В. «Безвинтовые балансы...», № 5, стр. 28.

«Ремонт настольных часов с боем», № 5, стр. 35.

Научно-технический сборник «Часы и часовые механизмы», Цинтиприбор-электропром, 1965.

Елисеев Б. Л., Чернягин Б. М., Бурденкова Л. И. «Схемы и конструкции крупногабаритных электрочасов», № 2, стр. 1.

Матто Р. Н. «Особенности устройства и сборки системы подзавода электромеханических часов «Свет», № 3, стр. 29.

Захаров Л. И. и др. «Особо плоские наручные часы «Полет», 1966, № 4, стр. 36.

Рейфман М. П. «Настольные электронномеханические часы «Свет», 1966, № 6, стр. 9.

W. J. Milham «Time and Timekeepers», New York, 1945

Neue Uhrmacher — Zeitung, 1960, N 18, S. 18.

Die Uhr, 1960, N 17, S. 80.

Monatschrift für Feinmechanik und Optik, 1958, N 11, S. 339.

Deutsche Uhrmacher — Zeitung, 1960, N 9, S. 397.

Radio — Electronics, 1961, XXXII, N 5, S. 42.

American Horologist and Jeweler, 1964, 31, N 6 + 10.

Horological Journal, 1956, N 1168, p. 21.

American Horologist and Jeweler, 1962, 29, N 6, p. 42.

Neue Uhrmacher — Zeitung, 1963, N 5, S. 7.

Neue Uhrmacher — Zeitung, 1961, N 22, S. 8.

Die Uhr, 1963, N 20, S. 27.

Die Uhr, 1964, N 8, S. 11.

Horological Journal, 1960, N 1223, p. 490.

Journal suisse d'horlogerie et bijouterie, 1961, N 3, p. 347.

La France Horlogère, 1962, N 196, p. 61.

Feinmechanik and Optik, 1961, (78), N 9, S. 290.

American Horologist and Jeweler, 1960, N 7, p. 36; N 8, p. 36; N 9, p. 28.

## О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение . . . . .	3
Немного из истории часов . . . . .	6
<b>Инструменты и приборы . . . . .</b>	<b>16</b>
Основные инструменты . . . . .	—
Вспомогательные и специальные инструменты . . . . .	43
Токарное оборудование . . . . .	67
Приборное оборудование . . . . .	85
<b>Основные приемы работы при ремонте часов . . . . .</b>	<b>100</b>
Основные причины неисправности часов и способы их устранения . . . . .	—
Ремонт деталей двигателя . . . . .	118
Ремонт деталей зубчатого зацепления . . . . .	141
Ремонт деталей спусковых устройств . . . . .	164
Ремонт деталей регулятора хода . . . . .	184
Ремонт деталей оформления . . . . .	219
Чистка, смазка и регулировка . . . . .	232
<b>Механические часы . . . . .</b>	<b>244</b>
Крупногабаритные часы . . . . .	—
Карманные и наручные часы . . . . .	267
Сложные часы . . . . .	281
<b>Приборы времени . . . . .</b>	<b>314</b>
Секундомеры, хроноскопы, хронографы и хронометры . . . . .	—
Технические часы . . . . .	329
<b>Электрические часы . . . . .</b>	<b>339</b>
Малогобаритные электрические часы . . . . .	379
Крупногабаритные электрические часы . . . . .	—
Электрические хронометры, синхронные часы и секундомеры . . . . .	398
Полезные советы часовому мастеру . . . . .	408
Приложения . . . . .	410
Краткий терминологический словарь . . . . .	420
Библиография . . . . .	425

*Борис Леонидович Елисеев*

РЕМОНТ ЧАСОВ

Редактор *О. Н. Царева*

Художественный редактор  
*М. Н. Фалева*

Художник *Ю. Н. Белоногов*

Технический редактор  
*Г. А. Виноградова*

Корректор *Н. В. Кулиева*

---

Т-10258 Сдано в набор 21/II-1968 г.  
Подписано к печати 9/VII-1968 г.  
Формат 60×90<sup>1/16</sup>. Объем 26,75 печ. л.  
Уч. изд. л. 25,93. Тираж 25 000 экз.  
Цена 1 р. 10 к. Изд. № 398.  
Зак. № 709. Тем. план 1968 г. № 83.  
Бумага типографская № 3

---

Ленинградская типография № 4 Главполиграфпрома Комитета по печати при Совете Министров СССР, Социалистическая, 14.

