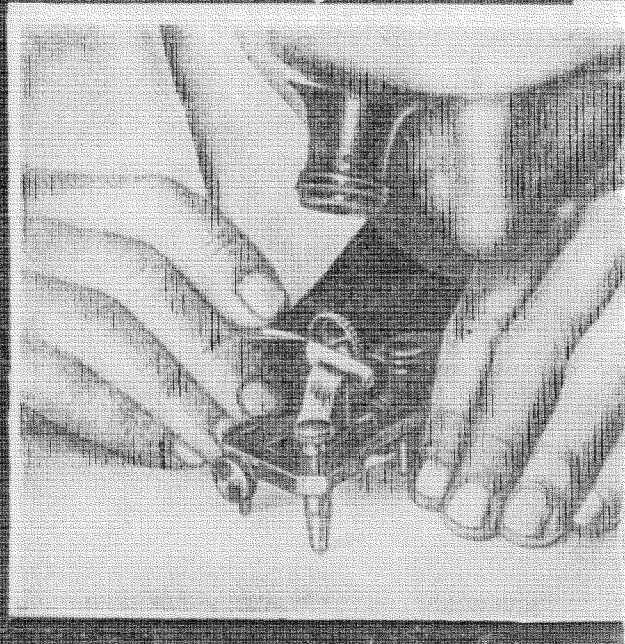


В. В. ТРОЯНОВСКИЙ



Ремонт ЧАСОВ

М А Ш Г И З

В. В. ТРОЯНОВСКИЙ

РЕМОНТ ЧАСОВ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Москва 1961

В книге рассматриваются вопросы устройства и ремонта основных типов часов и часовых механизмов, выпускаемых отечественной промышленностью, изложены отдельные теоретические вопросы, связанные с конструкцией и работой часовых механизмов, а также указан принцип организации производства по ремонту часов.

Книга «Ремонт часов» предназначена для лиц, занимающихся ремонтом часов.

Рецензент **В. А. Ушаков**

Редактор **Б. Р. Бельский**

Редакция литературы по приборостроению и средствам автоматизации

Зав. редакцией инж. **Н. В. ПОКРОВСКИЙ**

ПРЕДИСЛОВИЕ

Отечественная часовая промышленность, из года в год наращивая производственные мощности, выпускает все больше часов бытового назначения.

Население нашей страны имеет в своем распоряжении миллионы часов, различных по своему назначению и конструкции. В процессе эксплуатации часов возникает необходимость их ремонта, периодической чистки и регулировки.

Развитие часовой промышленности требует более совершенной организации и техники ремонта часов.

В настоящее время строят специальные заводы по ремонту часов, крупные ремонтные базы, мастерские и т. п.

Создание ремонтных баз позволяет оснастить их современной техникой, организовать централизованное снабжение фурнитурой (запасными частями), ввести наиболее производительные методы ремонта, улучшить подготовку кадров часовых мастеров, занимающихся ремонтом.

Подготовка новых и повышение квалификации работающих часовых мастеров невозможна без соответствующей литературы.

В книге излагаются отдельные теоретические вопросы и даются практические указания, рассматриваются принципы устройства и работы различных часовых механизмов и их узлов; приведено описание отдельных операций ремонта часов, приборов и инструментов, применяемых при ремонте.

В отдельной главе изложены вопросы организации индивидуального и поточного методов ремонта.

Все замечания и предложения по данной книге, которые будут приняты автором с благодарностью, направлять по адресу: Москва, И-164, Проспект Мира, 106, Машгиз.

ГЛАВА I

БЫТОВЫЕ ПРИБОРЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ

§ 1. КЛАССИФИКАЦИЯ БЫТОВЫХ ПРИБОРОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ

Приборы определения времени, применяемые в быту и технике, отличаются большим разнообразием не только конструктивных форм, принципиальных схем построения, но и принципами действия. Разнообразие конструктивных форм, схем и принципов построения приборов определения времени объясняется различным их назначением и условиями, в которых этим приборам приходится работать.

В зависимости от привода применяемого в приборах времени, они подразделяются на следующие группы:

а) с механическим приводом, в которых основной движущей силой является пружина любой формы или гиря; завод пружины или поднятие гири производятся рукой;

б) с электромеханическим приводом, в которых основной движущей силой также являются пружина или гиря, которые периодически в строго установленные моменты времени с помощью автоматически действующих электромагнитных систем возвращаются в исходное рабочее положение;

в) с электрическим приводом, в которых применяются различные формы электромагнитов периодического действия или с постоянно вращающимися якорями.

К этим группам относится подавляющее большинство приборов определения времени. В них для отсчета времени используются колебания различной частоты.

В бытовых часах для отсчета времени используются колебания маятника или баланса частотой от 0,5 до 3 *гц*.

В секундомерах и многих специальных технических приборах отсчета времени частота колебаний баланса находится в пределах от 2,5 до 200 *гц*. В зависимости от назначения приборы определения времени подразделяются на следующие группы:

а) для показа текущего значения времени; к этой группе относятся все часовые приборы вне зависимости от принципа

их действия, в задачу которых входит отсчет и показание текущего значения времени в секундах, минутах и часах;

б) для отсчета заранее заданных промежутков времени; сюда относятся приборы, производящие отсчет различных отрезков времени, и многие технические приборы, применяемые для регулирования технологических процессов.

По типу колебательных систем, являющихся основой отсчета времени, приборы могут быть подразделены на следующие группы:

а) с маятниковой колебательной системой; к этой группе относятся все типы часовых приборов, имеющих маятник в качестве регулятора;

б) с балансовой колебательной системой; к этой группе относятся все типы наручных, карманных, настольных, настенных и других типов часовых приборов, в которых баланс является регулятором хода; особенностью этой группы часовых приборов является то, что колебательная система с регулятором может работать при любом положении прибора;

в) приборы с электромагнитной колебательной системой; к этой группе преимущественно относятся электрические часы, синхронные часы, различные электрические хроноскопы, различные реле времени.

Особенностью этих приборов является высокая точность отсчета времени при самых различных отсчитываемых промежутках.

Приборы данной группы получают все большее распространение как в технике, так и в быту.

§ 2. ГАРМОНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

Время измеряется путем регистрации периодически повторяющихся действий элементов приборов времени.

В современных приборах времени такие периодически повторяющиеся действия совершаются специальными элементами, способными при определенных условиях производить гармонические колебательные движения.

Для того чтобы уяснить работу часов, необходимо проследить за работой этих элементов.

На фиг. 1 показан пружинный маятник, с помощью которого можно пояснить гармоническое колебательное движение. Верхний конец пружины жестко закреплен, а к нижнему подвешен груз *A*.

Под действием груза пружина получит некоторое растяжение.

Если груз, находящийся в состоянии покоя, толчком переместить в направлении вертикали, как указано штриховой стрелкой, то груз переместится на некоторое расстояние.

Величина перемещения груза будет зависеть от силы полу-

ченного толчка и сопротивления пружины. В нижней точке *B* эти две силы будут уравнивать друг друга. Возврат груза происходит за счет упругой реакции пружины.

Сила реакции пружины может быть столь значительной, что груз не только будет возвращен в исходное положение, но и поднят выше. Груз, переместившись выше положения покоя, остановится в положении *B* и под действием силы тяжести устремится опять вниз, вызвав при этом растяжение пружины, и вновь пройдет положение покоя и т. д. Под действием толчка возникает гармонический колебательный процесс перемещения груза на какой-то период времени. По мере прохождения времени путь перемещения груза будет уменьшаться и в конечном счете он займет положение, из которого был выведен толчком. Процесс затухания колебательного движения происходит в результате затраты энергии пружины на преодоление сопротивления воздуха перемещению груза и преодоление внутренней реакции самой пружины.

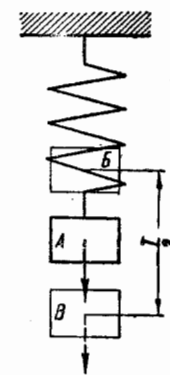
Затухание колебаний груза может и не произойти, если толчок или так называемый импульс силы, выводящий груз из состояния покоя, периодически будет повторяться. Если повторяющийся импульс силы по своей величине не будет превышать сил трения, противодействующих перемещению груза, то в этом случае груз будет колебаться, перемещаясь между двумя точками — верхней *B* и нижней *B*.

Путь перемещения груза между этими точками, или размах, принято называть амплитудой колебания. Время, прошедшее от начала перемещения груза до его возврата в исходную точку, принято называть периодом колебания *T*.

Перемещение между двумя крайними точками *B* и *B* происходит за половину периода $\frac{T}{2}$.

Аналогичное явление можно наблюдать, если на одном конце нерастяжимой нити (фиг. 2) подвесить небольшой груз *A*, а второй конец закрепить неподвижной точке *O*. Нить под действием груза займет вертикальное положение. На нить будет действовать сила тяжести *P*. Такое состояние подвешенного груза называют состоянием покоя. Отведя груз на некоторый угол от положения покоя и отпустив его, последний начнет колебаться.

Груз *A* под действием силы тяжести *P* будет стремиться занять наинизшее положение. При своем движении груз получит ускорение и, достигнув точки покоя, не остановится, а будет двигаться дальше. Удерживаемый нитью, он при этом перемес-

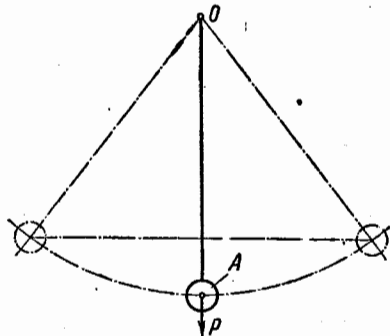


Фиг. 1. Пружинный маятник.

тится вверх. Затрачивая полученное ускорение на подъем, груз вновь остановится в какой-то крайней точке.

Совершив некоторое количество перемещений, груз остановится и займет исходное положение, т. е. положение покоя. Процесс перемещения груза будет гармоническим колебательным движением.

Наблюдая за колебательными движениями подвешенного груза, можно установить, что крайние точки отклонения его будут каждый раз смещаться к вертикали, т. е. колебания будут



Фиг. 2. Схема колебания маятника

затухать. Затухания происходят из-за того, что груз испытывает сопротивление воздуха и сопротивление в точке подвеса. На преодоление этих сопротивлений он теряет энергию, полученную при первом толчке. Если толчками извне будет компенсироваться потеря энергии на преодоление сопротивлений, то колебания груза не будут затухать аналогично тому, как это было рассмотрено в случае с пружинным маятником.

Импульсы, сообщаемые внешней силой, по своему значению должны быть равны затратам энергии на преодоление трения. В этом случае груз будет перемещаться между крайними установившимися точками, т. е. будет сохраняться его амплитуда колебания.

Рассмотренные колебания груза, подвешенного на нерастяжимой нити, известны в теории как колебания математического маятника (предполагается, что вес груза сосредоточен в одной точке). Такая схема удобна для анализа сущности процесса и вывода основных зависимостей.

В природе имеют место аналогичные системы с колебаниями тел, называемых физическим маятником. К таким телам, в частности, относятся маятники настенных и напольных часов.

Физическим маятником называется твердое тело, имеющее неподвижную горизонтальную ось (ось подвеса) и могущее под действием собственного веса совершать вокруг этой оси вращательные движения колебательного характера.

Мы будем рассматривать маятник, который колеблется вокруг неподвижной горизонтальной оси в одной плоскости. Такой маятник называют обыкновенным или круговым. Круговые маятники применяются в настенных напольных и отдельных типах настольных часов, т. е. в стационарных приборах времени, и называются регуляторами хода.

Для того чтобы колебания маятника могли служить для целей измерения времени, период их должен быть строго постоянен и не зависеть от амплитуды. Время одного полного колебания при большой и малой амплитудах должно быть одно и то же, т. е. должна сохраняться изохронность колебаний. Известно, что колебания маятника не строго изохронны, поэтому в часах применяются специальные устройства для того, чтобы, с одной стороны, обеспечить постоянство амплитуды, а с другой — уменьшить влияние изменения ее на период колебаний. Более подробно о работе маятника в часах будет рассказано в § 6 гл. III. По аналогии с пружинным маятником периодом колебания кругового маятника называется время, которое необходимо на перемещение его из положения равновесия в одну сторону и возвращение его в прежнее положение.

Амплитудой колебания такого маятника называется угол его наибольшего отклонения от положения равновесия.

В часах настенных, напольных и в отдельных типах настольных в качестве регулятора хода применяют маятник.

Маятник, а также некоторые связанные с ним детали играют существенную роль в работе часового механизма.

Если в механических часах маятник является только регулятором хода, то в часах с электрическим приводом он, кроме того, является двигателем для механизма, выполняющего функции включения тока.

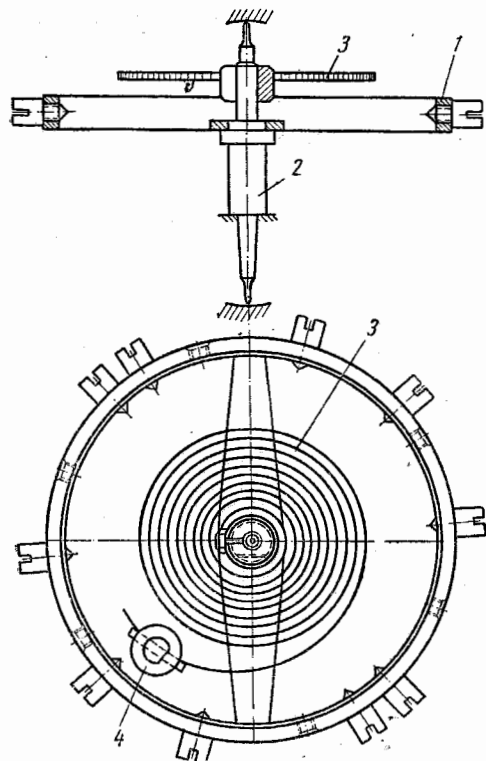
В зависимости от типа часов маятник на свободном своем конце имеет груз в виде линзы или цилиндрической гири. В отдельных типах часов груз может быть в виде двух цилиндрических гирь. Линзы применяются в целях уменьшения сопротивления воздуха. Стержень маятника часов, как правило, бывает легким, но жестким, груз тяжелым и сосредоточенным.

Маятник, не связанный с двигателем, после вывода из состояния покоя, совершив некоторое количество колебаний, останавливается. В рабочем состоянии маятник получает часть энергии двигателя, за счет чего поддерживается постоянство его колебаний.

Период колебания маятника зависит от амплитуды (размаха). При уменьшении амплитуды период колебания маятника уменьшается, и наоборот. Амплитуда колебания маятника в часах зависит от изменения плотности и влажности воздуха, от температуры окружающего воздуха, от изменения сил трения в самом часовом механизме, вследствие износа зубьев колес и цапф осей, а также загустевания масла и т. д.

Период колебания маятника определяется его приведенной длиной, т. е. расстоянием между точкой подвеса и центром его качания. Центр тяжести маятника лежит выше центра качания. Маятник в часах особенно чувствителен к резким изменениям температуры, вызывающим изменение длины стержня маятника. При повышении температуры маятник удлиняется, период

колебания увеличивается, часы отстают, и наоборот. Разность в показаниях между эталоном и проверяемыми часами называется поправкой. Среднесуточное отклонение часов называется вариацией. Чем точнее работают часы, тем меньше их вариация.



Фиг. 3. Колебательная система баланс — спираль.

В зависимости от длины стержня маятника поворот гайки в ту или иную сторону на одно деление вызывает соответствующие изменения в показаниях часов. Такие маятники снабжаются также специальными устройствами для компенсации изменений в показаниях часов при колебаниях температуры. Амплитуда колебания маятника является переменной, регулируемой величиной. В часах переносного типа — наручных, карманных и т. д. применяется иная колебательная система, воспроизводящая аналогичные гармонические колебания.

Эта система из маятника 1 (фиг. 3), укрепленного на оси 2, и спиральной пружины 3, один конец которой закреп-

лен на оси маятника, а другой — к неподвижному основанию 4. Ось маятника свободно вращается в опорах. В изображенном на фигуре положении маятник, или, как его называют в часах, баланс, находится в состоянии покоя. Спиральная пружина (далее для краткости будем называть ее спиралью) не деформирована.

Внешним воздействием баланс может быть выведен из состояния покоя, т. е. его можно повернуть на некоторый угол по часовой или против часовой стрелки. При повороте баланса спираль будет закручиваться или раскручиваться. В спирали будут накапливаться силы противодействия, она будет стремиться принять первоначальное состояние. Повернув баланс на некоторый угол и отпустив его, мы будем наблюдать колебательный процесс.

Перемещение центра тяжести маятника вниз вызывает отставание в показаниях часов, перемещение вверх — опережение. Работы по регулировке маятника необходимо производить остановив его. Неосторожное обращение с маятником (резкие толчки и повороты) приводят к поломке подвесной пружины последнего. Маятники точных часов снабжаются специальными делениями на их регулировочных гайках.

Перемещение центра тяжести маятника вниз вызывает отставание в показаниях часов, перемещение вверх — опережение. Работы по регулировке маятника необходимо производить остановив его. Неосторожное обращение с маятником (резкие толчки и повороты) приводят к поломке подвесной пружины последнего. Маятники точных часов снабжаются специальными делениями на их регулировочных гайках.

Перемещение центра тяжести маятника вниз вызывает отставание в показаниях часов, перемещение вверх — опережение. Работы по регулировке маятника необходимо производить остановив его. Неосторожное обращение с маятником (резкие толчки и повороты) приводят к поломке подвесной пружины последнего. Маятники точных часов снабжаются специальными делениями на их регулировочных гайках.

Работы по регулировке маятника необходимо производить остановив его. Неосторожное обращение с маятником (резкие толчки и повороты) приводят к поломке подвесной пружины последнего. Маятники точных часов снабжаются специальными делениями на их регулировочных гайках.

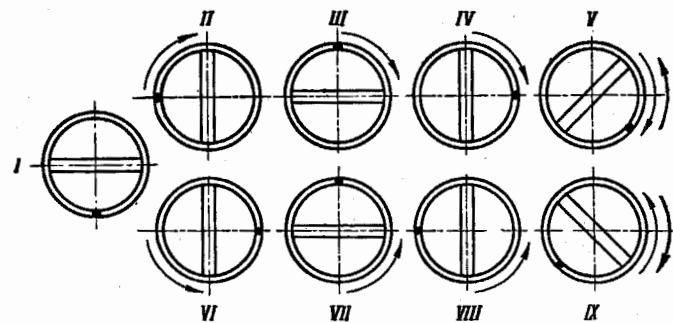
Работы по регулировке маятника необходимо производить остановив его. Неосторожное обращение с маятником (резкие толчки и повороты) приводят к поломке подвесной пружины последнего. Маятники точных часов снабжаются специальными делениями на их регулировочных гайках.

Работы по регулировке маятника необходимо производить остановив его. Неосторожное обращение с маятником (резкие толчки и повороты) приводят к поломке подвесной пружины последнего. Маятники точных часов снабжаются специальными делениями на их регулировочных гайках.

Работы по регулировке маятника необходимо производить остановив его. Неосторожное обращение с маятником (резкие толчки и повороты) приводят к поломке подвесной пружины последнего. Маятники точных часов снабжаются специальными делениями на их регулировочных гайках.

жении он последовательно пройдет положения *V*, *IV*, *III* и *II* и достигнет положения *I*. Под действием силы инерции баланс будет вращаться дальше (положения *VI* — *IX*), а затем вновь остановится и начнет движение, повторяя весь цикл в обратном порядке. Стрелками указано направление движения.

Время, в течение которого совершается одно полное колебание баланса (перемещение из положения равновесия до край-



Фиг. 4. Схема колебания баланса.

него положения вправо и обратно через положение равновесия до крайнего положения влево и вновь до положения равновесия), называется периодом колебания баланса.

Для получения незатухающих колебаний баланса с заданной в известных пределах амплитудой колебаний необходимо периодически сообщать ему дополнительный импульс, способный компенсировать потери, на преодоление трения.

Отличительной чертой этой колебательной системы является то, что период свободно колеблющегося баланса не зависит от величины амплитуды, т. е. эта система является изохронной.

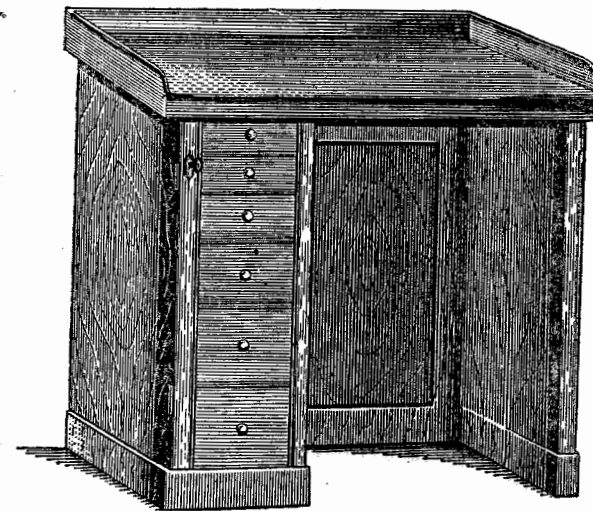
Рассмотренные круговой маятник и баланс являются основными системами, применяемыми в приборах времени для создания периодически повторяющихся процессов, с помощью которых осуществляется измерение времени.

ГЛАВА II

ИНСТРУМЕНТ, СТАНКИ, ПРИЕМЫ РАБОТЫ

§ 3. ОБОРУДОВАНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

Рабочее место часового мастера состоит из стола-верстака (фиг. 5) высотой 90 см с твердой поверхностью и ящиками для хранения инструмента, фурнитуры и часов, находящихся в ремонте, за исключением часов крупных габаритов, для которых должны быть предусмотрены специальные полки.



Фиг. 5. Индивидуальный рабочий стол-верстак.

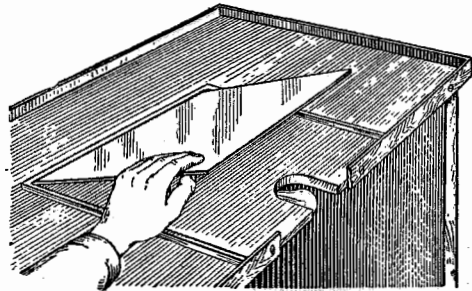
В мастерских с большим количеством работников столы-верстаки комплектуются на несколько рабочих мест в виде многоместных верстаков.

Верстаки должны иметь устойчивые основания, исключающие возможность возникновения сотрясений, связанных с дви-

жениями исполнителя в процессе работы. Это особенно важно при многоместных верстаках. Неосторожные движения и толчки за общим верстаком мешают работе и могут привести к порче механизма, который ремонтируется на одном из соседних рабочих мест.

Рабочее место должно быть удобным и иметь хорошее освещение.

Его по возможности следует располагать в зоне, имеющей хорошее естественное освещение. Каждое рабочее место долж-



Фиг. 6. Подсветка рабочего стола снизу.

но иметь индивидуальный осветительный прибор, желательно лампу холодного света, так как тепло, излучаемое осветительными приборами, утомляет исполнителя. Пространство под верстаком должно быть свободным. Расстояние от глаз работающего до поверхности верстака должно быть 20—25 см. Рабочее место может быть оборудовано откидной площадкой из органического стекла (плексигласа), освещаемой снизу электрической лампой (фиг. 6) или газосветными трубками с боковым надсветом.

Применение такой площадки создает удобства при работе с механизмом и облегчает выполнение некоторых операций (правка спирали и др.).

Стул желательно иметь специальный, с поворотным и регулируемым по высоте сиденьем, а спинка должна быть пружинящей. При отсутствии такого стула обыкновенный стул необходимо подогнать по росту.

Поверхность верстака может быть покрыта плотной бумагой, исключающей выделение пыли и ворса, или светлых тонов пластмассой. Бумага, покрывающая верстак, должна систематически заменяться. Рабочее место должно содержаться в надлежащей чистоте.

§ 4. ИНСТРУМЕНТ

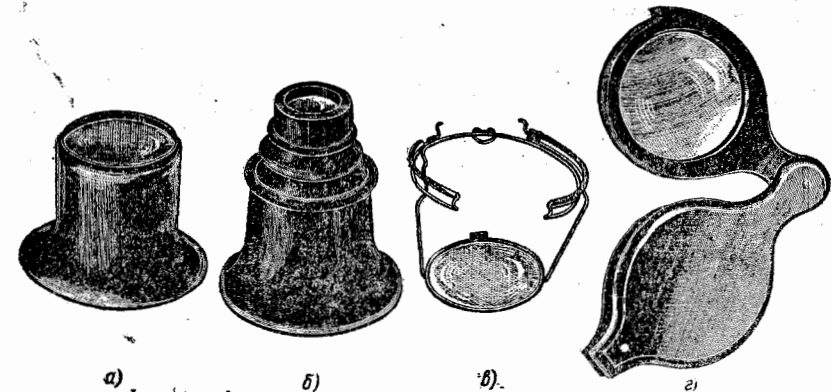
Каждый часовой мастер, независимо от того, работает он индивидуально или в крупных ремонтных мастерских, должен иметь полный комплект необходимого инструмента.

Часовой мастер должен в совершенстве знать назначение каждого инструмента и умело пользоваться им.

Всякий инструмент, с которым приходится соприкасаться в процессе работы, требует соответствующего навыка обращения

с ним и изучения его особенностей. Каждый инструмент имеет свои характерные особенности, которые должны учитываться мастером. Умелое пользование инструментом обеспечивает качественный ремонт и сокращает время, затрачиваемое на него.

Наиболее ходовыми инструментами являются те, которыми пользуются при разборке и сборке механизма, а также частично при устранении некоторых дефектов. К таким инструментам относятся пинцеты, отвертки, лупа, нож и некоторые другие.



Фиг. 7. Лупы.

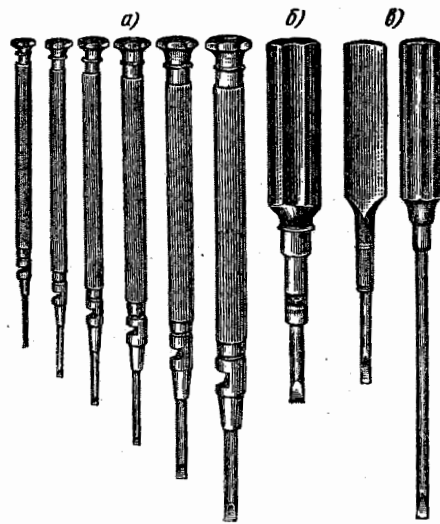
Разнообразие работ, выполняемых часовым мастером, требует большого количества инструмента как по номенклатуре, так и по размерам. При разборке одного механизма иногда приходится пользоваться отвертками пяти-шести размеров.

Многие инструменты и приспособления обычно изготавливаются мастером самостоятельно за исключением приспособлений для вставки стекол мерительного инструмента, потансов, вибрационных машинок, кусачек, плоскогубцев, напильников, надфилей, сверл, метчиков, фрез, разверток и т. д. Инструмент должен находиться всегда на определенном месте, располагаться на верстаке и в его ящиках так, чтобы им было удобно пользоваться во время работы.

Ремонт мелких деталей часов требует применения оптического инструмента, позволяющего хорошо видеть эти детали. Для этой цели чаще всего применяются лупы с различным увеличением (фиг. 7).

На рис. 7, а изображена наиболее ходовая лупа, с которой производятся почти все работы, связанные с ремонтом мелких часов. Эти лупы могут иметь увеличение от 1,5 до 10×. Применять лупы с сильным увеличением для обычных работ не ре-

комендуется, так как они утомляют зрение. Лупа удерживается в глазнице складкой кожи, а может быть закреплена у глаза с помощью проволочного обруча, надеваемого на голову. На фиг. 7, б изображена комбинированная лупа с отделяемой посадкой: При необходимости в большем увеличении на основную лупу надевается посадка.



Фиг. 8. Отвертки.

дят отвертки диаметром 0,6—2 мм (фиг. 8, а). Мелкие отвертки удобно хранить в специальных подставках. Со вставными лезвиями могут быть отвертки и другого вида (фиг. 8, б). Для работ с крупными деталями удобны отвертки, изображенные на фиг. 8, в. Рукоятки отверток изготовляют из дерева твердых пород, эбонита или других пластмасс.

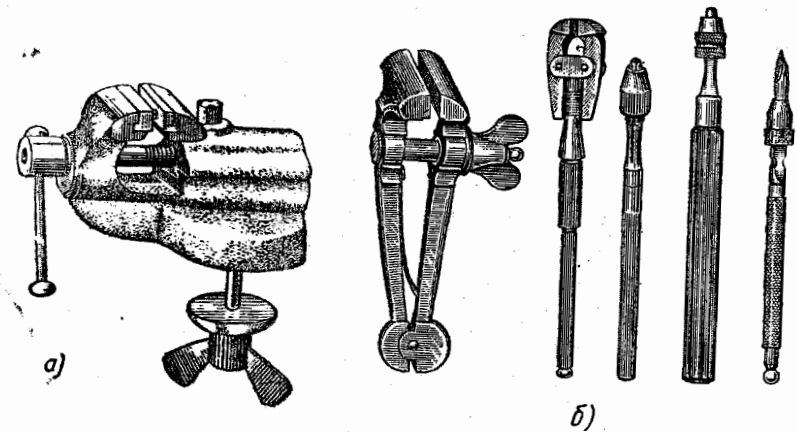
Для удержания деталей при обработке применяют верстачные (фиг. 9, а) и ручные тиски (фиг. 9, б). Губки тисков могут иметь специальные вырезы для лучшего захвата и удержания таких специфических деталей часов, как анкерная вилка, ось баланса, винты и др. Ручные тиски имеют цанговые или конусные зажимы.

При работе с механизмами наручных и карманных часов применяются деревянные подставки (фиг. 10, а) или металлические (фиг. 10, б) универсальные подставки как для круглых, так и прямоугольных механизмов.

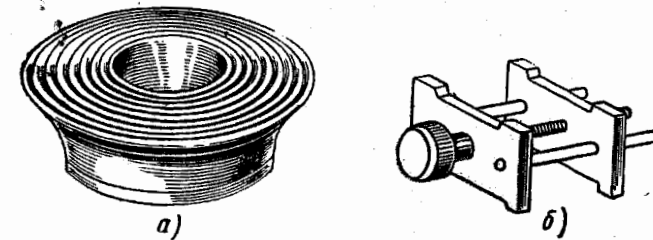
На рабочем месте масло хранится в отдельных масленках для каждого сорта (фиг. 11, а) или их комплектуют по три (фиг. 11, б и в). В крышке последней масленки предусмотрено специальное место для маслodosировок.

Лупа с проволочной оправой (фиг. 7, в) очень удобна для людей, работающих в очках. Она закрепляется непосредственно на оправу очков. Лупа (фиг. 7, г) применяется при рассматривании отдельных узлов, она снабжена футляром и удобна при переноске.

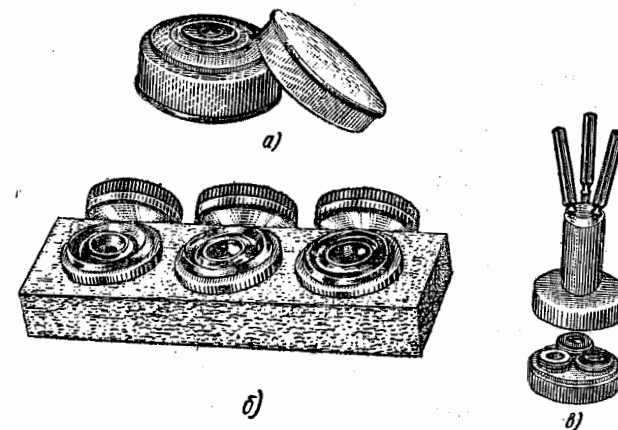
Часовые отвертки применяются при ремонте всех видов часов. Их необходимо иметь в достаточном количестве. Наиболее распространенными для мелких работ являются отвертки со вставными лезвиями и вращающимися головками. В набор из 6 шт. входят



Фиг. 9. Тиски.



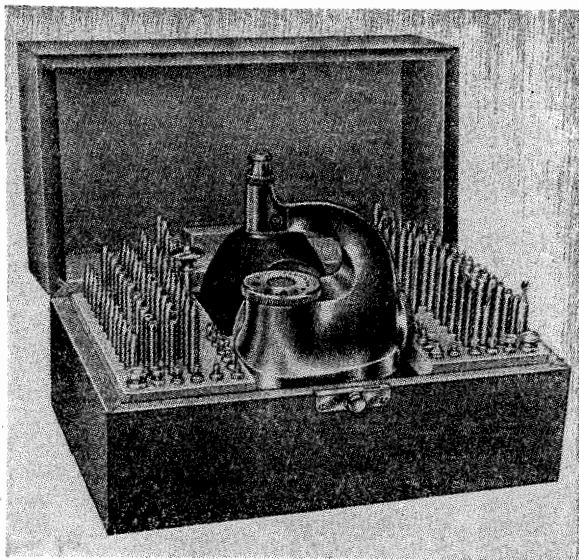
Фиг. 10. Подставки.



Фиг. 11. Масленки.

В заводской практике применяются специальные автоматы для смазки часов, одновременно смазывающие все точки одной стороны механизма необходимым сортом масла с точной дозировкой.

Автоматы для смазки могут быть рекомендованы крупным ремонтным мастерским с потоком на одну марку часов.



Фиг. 12. Комплект потанса с пуансонами.

Для удаления пыли с механизма в процессе его сборки используют резиновую грушу. Молотки разного размера и веса приобретаются мастером по необходимости. Для часового мастера также необходим комплект потанса с пуансонами (фиг. 12).

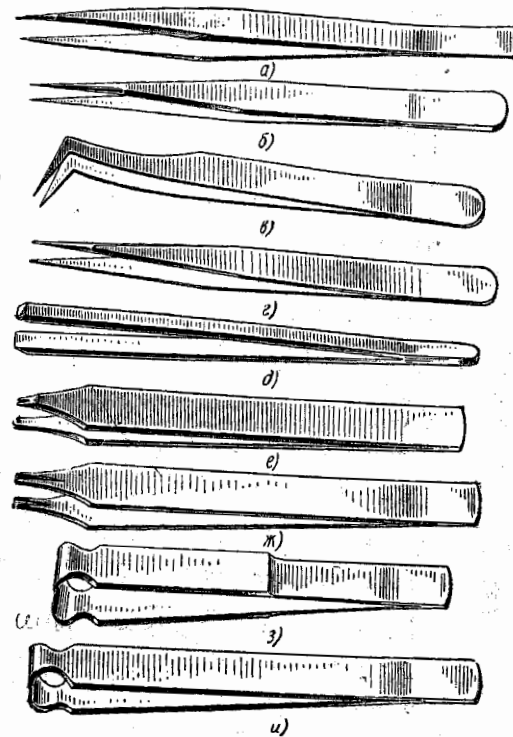
Пуансоны применяются при снятии баланса с оси, запрессовке обода на ось и других работах. Потанс удобен при передвижке и запрессовке камней, установке стрелок и т. п.

В процессе ремонта часовой мастер использует самые различные пинцеты. Пинцет общего назначения, или монтажный, (фиг. 13, а) применяют для удержания различных деталей. На фиг. 13, б показан пинцет для самых тонких работ (правка спиралей, установки плоскости спиралей и пр.) На фиг. 13, в изображен пинцет, который удобно применять для определения вертикального зазора в осях.

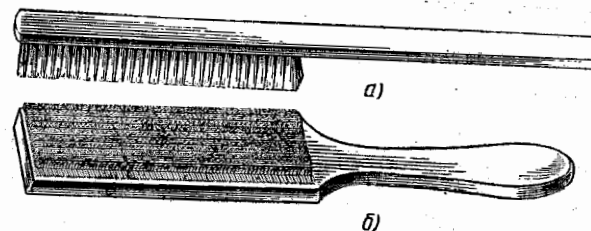
Пинцет со специальными углублениями на губках (фиг. 13, г) применяют для удержания осей баланса, маленьких винтов и

т. п. Пинцет с плоскими массивными губками (фиг. 13, д) используют для выпрямления погнутого цапфа. Специальный пинцет со штифтом (фиг. 13, е) удобен для удаления колонки из моста баланса (особенно часов с цилиндрическим ходом). На фиг. 13, ж изображен пинцет для изготовления внешней кривой спирали баланса. Пинцет-кусачки (фиг. 13, з) удобен при заштифовке спирали в колодку и колонку. На фиг. 13, и изображен пинцет для снятия стрелок и других аналогичных работ. При чистке механизма часов применяют волосяные и металлические щетки (фиг. 14). Чем грубее детали, тем жестче должен быть волос применяемой щетки. Щетки с металлическим волосом необходимы для чистки напильников и удаления ржавчины со стальных деталей крупных размеров.

Напильники-надфили (фиг. 15) могут иметь самое различное назначение.

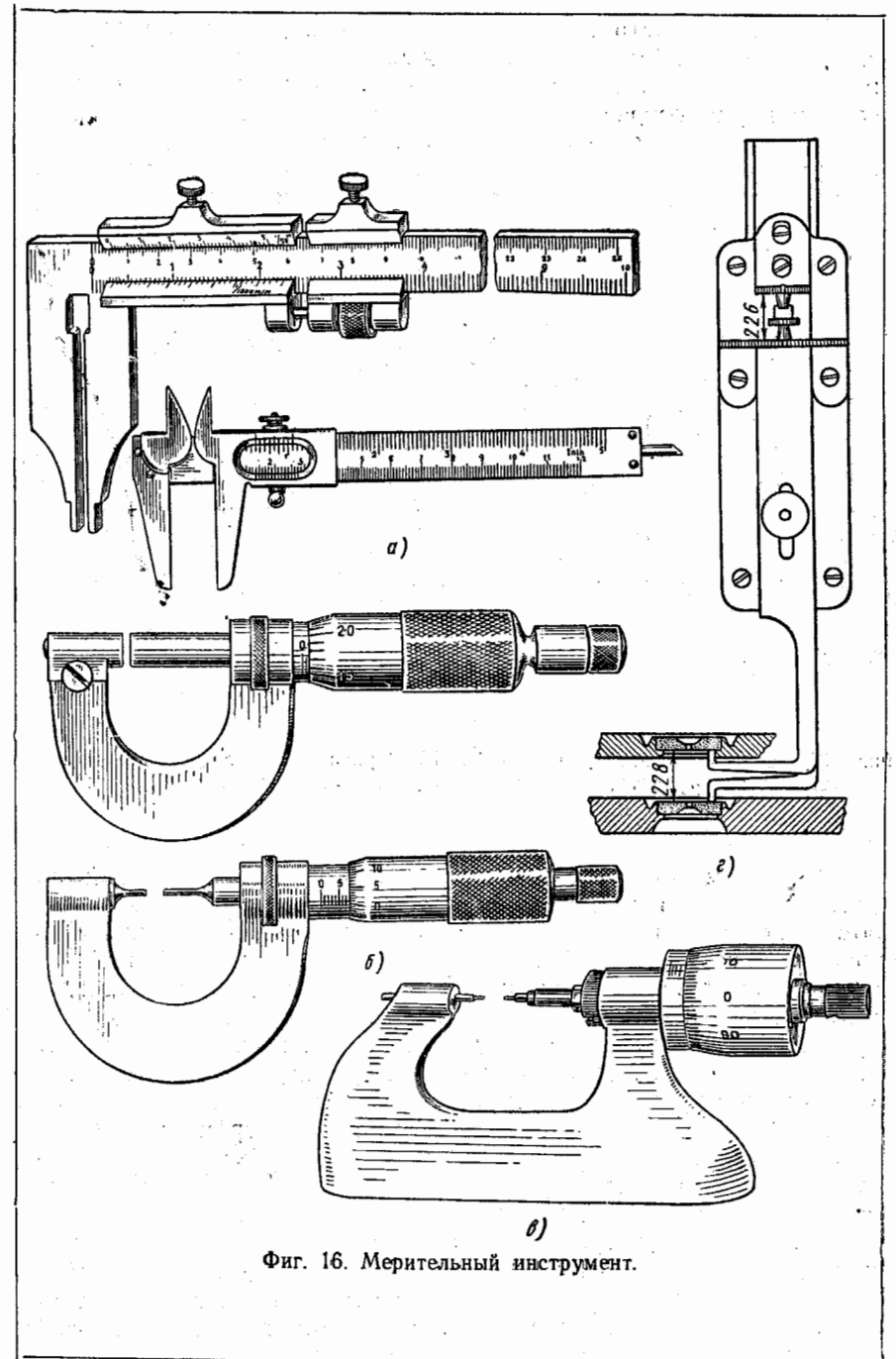
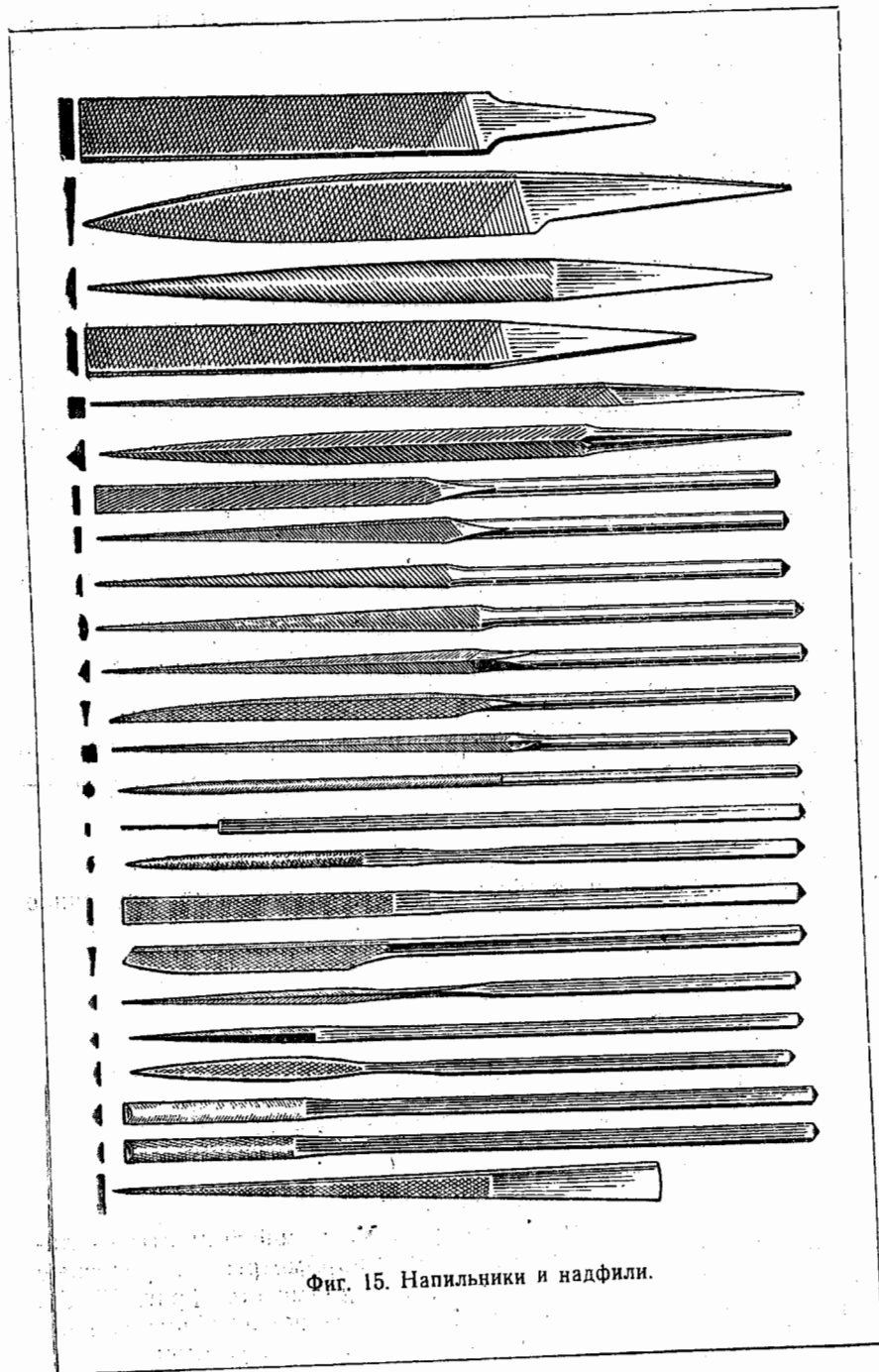


Фиг. 13. Пинцеты.



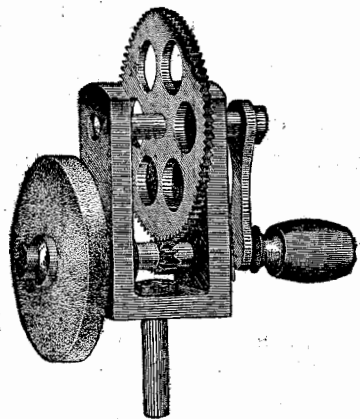
Фиг. 14. Щетки.

Для измерения применяют мерительные инструменты — линейки, штангенциркули (фиг. 16, а), микрометры переносные универсальные с губками различных диаметров (фиг. 16, б), микрометры настольные (фиг. 16, в), а также приборы для измерения внутренних размеров (фиг. 16, г) — нутромеры.

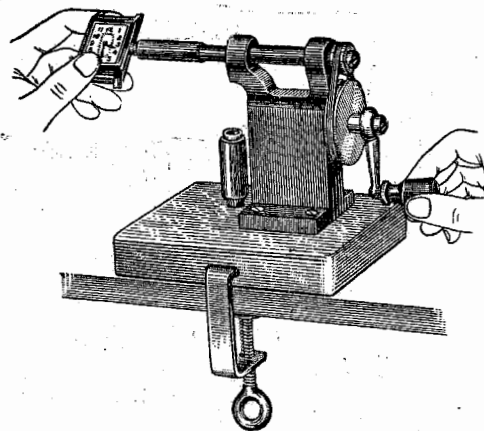


Описанные инструменты являются преимущественно универсальными. Их применяют для самых различных операций ремонта. Специальные инструменты и приспособления будут описаны при рассмотрении соответствующих работ.

При ремонте часов необходимо часто затачивать различный инструмент. Не всегда имеется возможность иметь заточный станок с моторным приводом. Для заточки мелкого инструмен-



Фиг. 17. Приспособление для заточки инструмента.



Фиг. 18. Приспособление для заводки наручных часов.

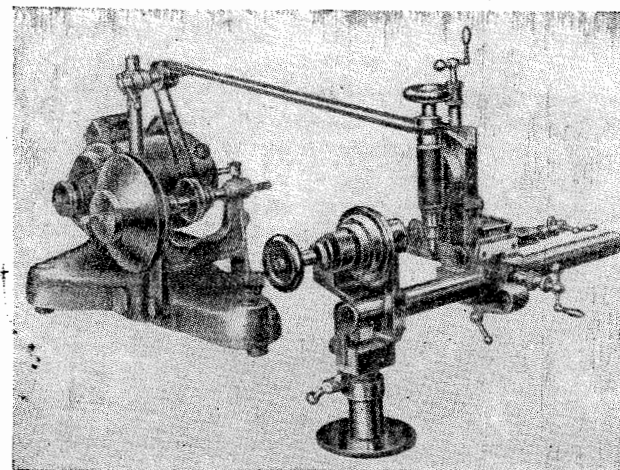
та с успехом может быть применен станок, показанный на фиг. 17. Он легко может быть изготовлен любым часовым мастером. Многосуточные испытания наручных и карманных часов требуют заводки их каждые сутки. Заводка часов при значительном их количестве занимает много времени и является достаточно трудоемкой операцией. Ручная заводка приводит к повреждению пальцев. Поэтому для заводки часов применяют специальные приспособления: плоскую резину или механическое устройство с ручным приводом (фиг. 18).

Заводка на плоской резине сводится к быстрому перемещению головки по плоскости резины. Этот метод имеет тот недостаток, что со временем резина разрушается и мелкие частички ее попадают в часовой механизм, загрязняя его.

Механическое устройство (фиг. 18) сделано так, что при полном заводе ремень приспособления начинает проскальзывать. Такое приспособление легко изготовить в любой мастерской. Приводной ремень рекомендуется делать из резиновой ленты плоского или круглого сечения.

§ 5. СТАНКИ; ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ

Токарный станок. Часовому мастеру не рекомендуется, как правило, заниматься изготовлением деталей при ремонте часов, так как изготовление деталей, даже на первый взгляд самых простых, вызывает значительные затраты времени. Гораздо проще, экономичнее и быстрее использовать готовую деталь, приоб-



Фиг. 19. Настольный токарный станок с электроприводом.

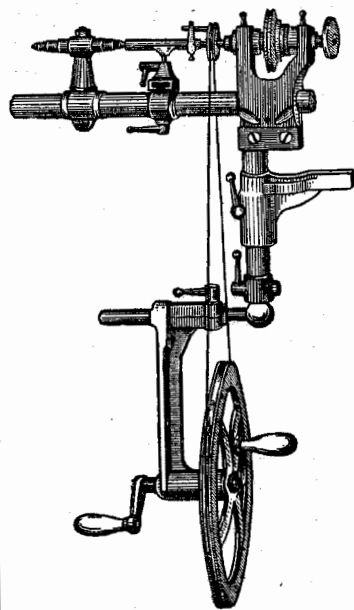
ретенную в фурнитурном магазине. Однако в отдельных случаях возникает необходимость изготовления отдельных деталей или их подгонки.

В крупных часовых мастерских и на ремонтных заводах такую работу поручают квалифицированному механику, хорошо владеющему приемами работы на станках.

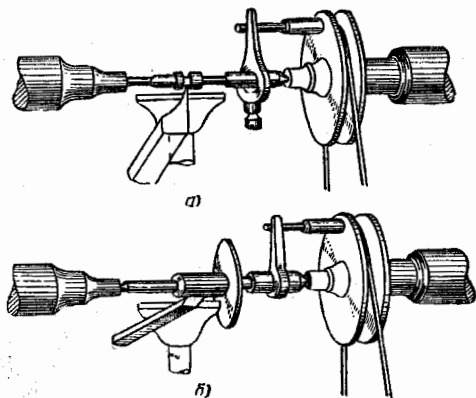
Независимо от того, насколько часто приходится часовому мастеру заниматься изготовлением деталей, он должен уметь работать на токарном станке, сверлить, нарезать резьбу, шлифовать, полировать, а также выполнять ряд других работ.

Современные универсальные токарные станки, предназначенные для часовых мастерских, имеют электрический привод. К таким станкам, как правило, придается значительное количество вспомогательных приспособлений и устройств.

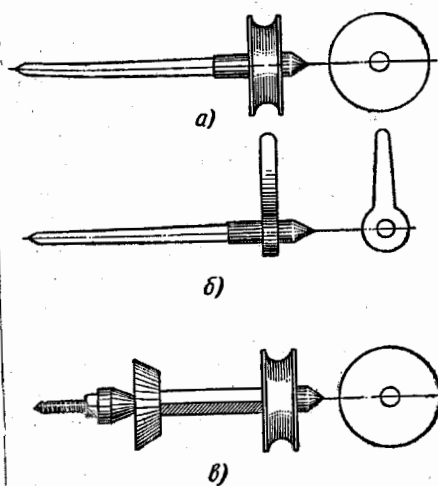
Универсальный станок с электроприводом (фиг. 19) и фрезерным приспособлением может быть применен для выполнения самых различных работ. Скорость вращения шпинделя станка регулируется в широких пределах, что создает большие удобства в работе.



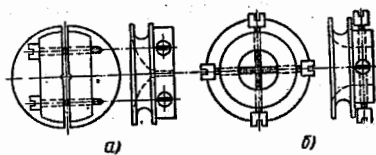
Фиг. 20. Настольный токарный станок с ручным приводом.



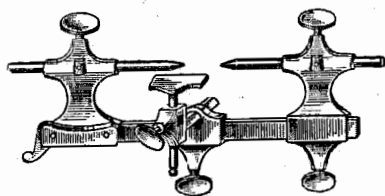
Фиг. 21. Точение детали с применением хомутика или оправки.



Фиг. 22. Различные формы оправок.



Фиг. 23. Рольки.



Фиг. 24. Станок со струнным двигателем.

На таком станке могут выполняться токарные, фрезерные, шлифовальные, сверлильные и другие работы.

В часовых мастерских находят применение станки и более простой конструкции с ручным приводом (фиг. 20).

Операции точения на таком станке производят с применением хомутиков (фиг. 21, а), оправок (фиг. 21, б) или рольков. Оправки могут иметь форму, показанную на фиг. 22, а — в, а рольки — на фиг. 23, а и б.

Станок, у которого деталь приводится в движение струной на луке, показан на фиг. 24. Такой станок имеет набор центров, предназначенных для выполнения различных операций (фиг. 25).

Задняя бабка токарного станка позволяет закреплять деталь в центрах при выполнении различных работ (обточка, шлифование и др.).

На фиг. 26 показаны приспособления, устанавливаемые на задней бабке. Их используют при полировании (фиг. 26, а) и точении (фиг. 26, б), а также при других работах, требующих поддержания детали.

При точении некоторые резцы устанавливают в специальную державку, закрепляемую на суппорте станка (фиг. 27, а), а особые резцы (штихели) удерживают рукой на подручнике (фиг. 27, б).

Точение деталей на часовых станках производят преимущественно штихелями, которые имеют различные сечения, обусловленные их назначением.

Наибольшее распространение получили штихели с квадратным профилем. Формы заточки штихелей показаны на фиг. 28. Обточка поверхности детали большой длины может производиться боковыми гранями штихеля (фиг. 29), однако, как правило, точение ведется вершиной штихеля. Штихель должен резать металл, а не рвать его.

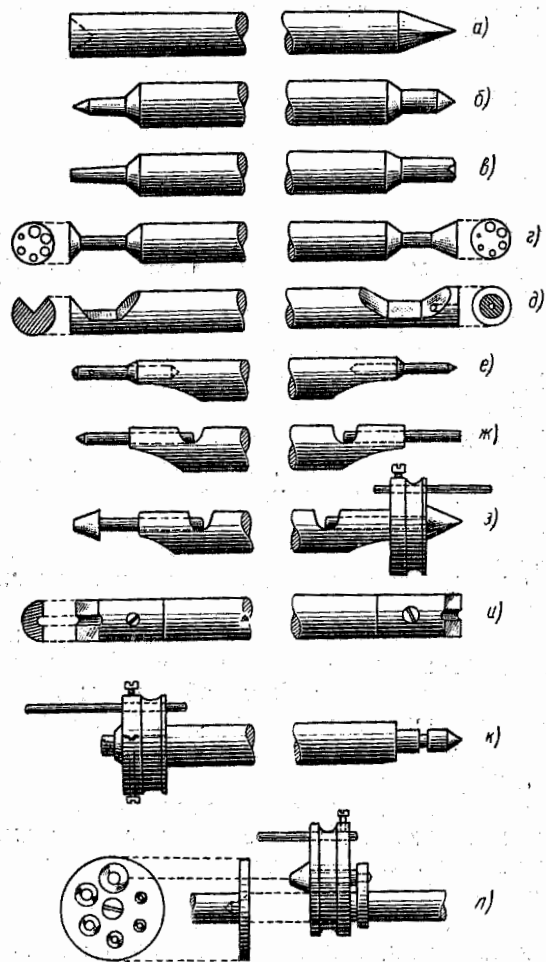
Получение чистой поверхности детали во многом зависит от заточки резца и штихеля. Плоскость штихеля должна быть не только заточена под соответствующим углом, но и тщательно отполирована.

Вершина и грани штихеля не должны иметь самых малейших выбоин и зазубрин, так как последние оставляют на обрабатываемой поверхности следы и затрудняют резание.

Заточка штихеля может быть выполнена на специальном заточном или токарном станке с закреплением оправки камня в цанге станка. На фиг. 30, а и б показаны приемы заточки.

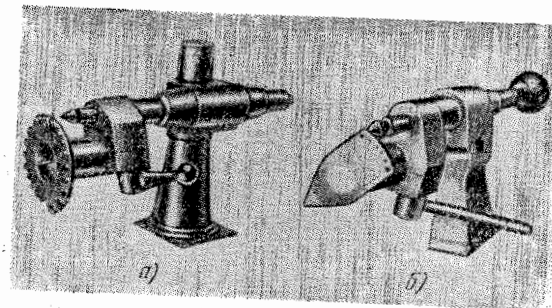
Стрелками указано направление вращения камней. Доводка и полирование производятся вручную на плоском камне с перемещением резца только в одну сторону, как показано на фиг. 31, а и б.

Доводка отнимает много времени и к тому же для правильного выполнения требует определенного навыка. При невнима-

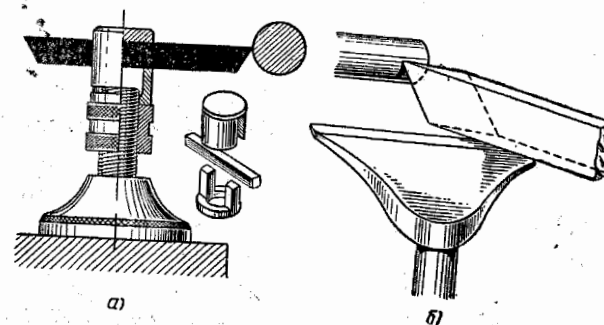


Фиг. 25. Набор центров:

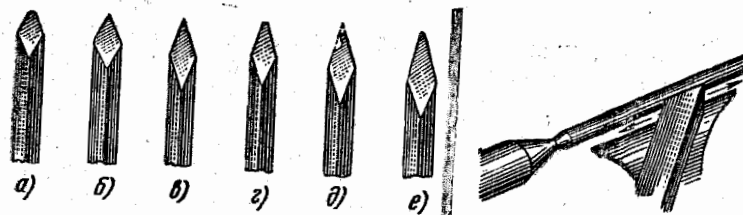
a — *в* — для разных работ; *г* — для заточки и полирования цапф;
д — для заточки на конус; *е* и *ж* — эксцентричные для разных работ;
з — для работы с хомутиком; *и* — для заточки и полирования крупных цапф; *к* — для точения с хомутиком для крупных работ; *л* —
 для сверления отверстий и полирования цапф.



Фиг. 26. Приспособления к токарному станку.



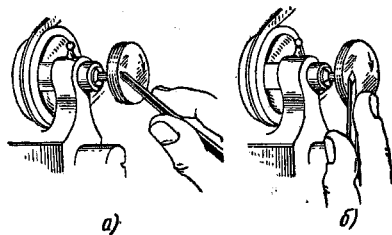
Фиг. 27. Державки для резцов.



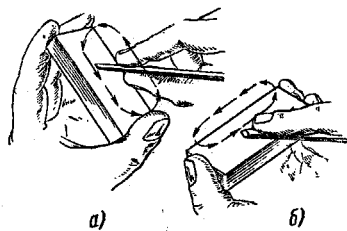
Фиг. 28. Формы штихелей:
a — с полукруглой режущей вершиной; *б* и *в* — с острой режущей вершиной; *г* — с прямой вершиной; *д* — с подрезом для расточки; *е* — фигурной.

Фиг. 29. Прием работы штихелями.

тельном выполнении грани могут быть скруглены, и штихель не будет резать. Поэтому для получения хорошей доводки применяют приспособления, показанные на фиг. 32, а—в, которые



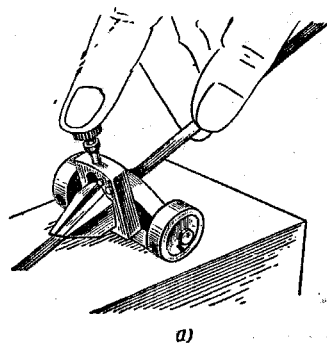
Фиг. 30. Заточка штихелей.



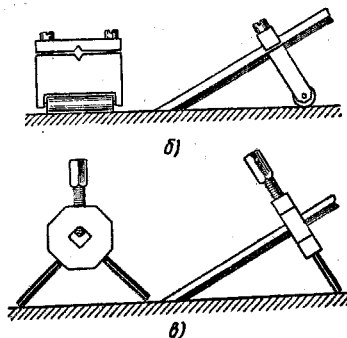
Фиг. 31. Доводка штихелей.

легко могут быть изготовлены в любой мастерской. Такие приспособления целесообразно применять для заправки отверток.

Приемы работы на станке разберем на примерах изготовления отдельных деталей часового механизма.



Фиг. 32. Приспособление для доводки штихелей.



Изготовление деталей. Изготовление винтов. Винты изготовляют из стали-серебрянки. В начале обтачивается хвостовая часть с соблюдением размера, необходимого для данного типа винта. Если будет нарезаться резьба М1—1 мм, то и диаметр заготовки 1 мм. Нарезку резьбы производят плашкой или винтовой доской. Ее производят с обильной смазкой заготовки часовым маслом и повторными движениями режущего инструмента вперед и назад.

Обратное движение режущего инструмента освобождает его от стружки. Масло следует применять достаточно вязкое. Хорошие результаты дает подсолнечное масло.

При нарезке целесообразно для упора нарезающего инструмента использовать заднюю бабку станка.

Для лучшего входа заготовки в плашку хвостовая часть обтачивается на конус. После нарезки коническую часть, если она мешает, срезают резцом, а оставшийся конец закругляют, затем обтачивают головку винта.

Изготовленный винт отрезают отрезным штихелем или обычным хорошо заточенным квадратным.

Винт следует поддерживать рукой при отделении его от прутка. Шлиц фрезеруют соответствующей фрезой или прорезающим надфилем или пилой. При этом винт зажимают в цангу станка резьбой. Для того чтобы шлиц проходил посередине, надфилем или пилой сначала легко касаются края головки и очень осторожно намечают нужное место.

После изготовления шлица винт подвергают закалке, затем цилиндрическую часть его головки зачищают и производят отпуск до синего цвета побежалости. После термической обработки головки винта ее шлифуют и полируют. Острую кромку головки притупляют арканзасским камнем, когда винт зажат в станке или приспособлении для полирования.

Во избежании срыва шлица отверткой его края слегка заоваливают камнем. Край камня должен захватывать всю длину шлица.

Для полирования винтов с плоской головкой применяют пластинку из оргстекла, на которую наносят крокус, смоченный маслом, или оловянную пластинку с алмазной пастой. Для удержания винтов применяют пинцеты, приспособленные таким образом, что в них удобно удерживается винт. Иногда применяют винты со сферической головкой; такая головка имеет красивый вид и легко полируется.

Изготовление заводного вала. В часах заводной вал является весьма уязвимой деталью. Заводная головка, которая навинчивается на него, выступает за корпус, поэтому довольно часто вал бывает погнут или сломан, а иногда головка с валом выпадает из механизма.

Замена заводного вала не вызывает никаких трудностей, если есть новая деталь. Для часов, выпуск которых промышленностью прекращен, или для часов неотечественного производства подобрать новый вал не удастся и его придется изготовлять.

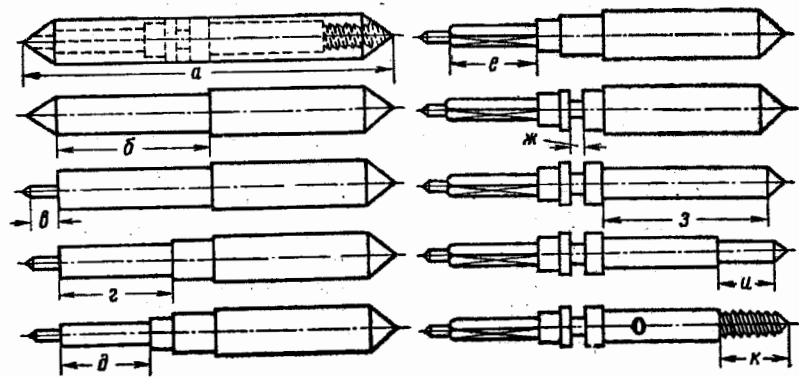
Иногда бывает, что отверстие под вал в платине изнашивается и стандартная деталь не обеспечивает нормальной работы. Появляется необходимость в изготовлении вала с большим посадочным диаметром.

Заводной валик должен иметь чистую точеную поверхность без полирования. Изготовление заводного валика можно выполнять методом подгонки размеров по существующим деталям (платина, заводной триб, кулачковая муфта), определяя длину уступов непосредственно на платине.

Заводной валик изготовляют из стали У7АВ.

Вал (фиг. 33) изготавливают на токарном станке. Заготовку зажимают в цангу или помещают с хомутиком между центрами токарного станка. Практически удобнее производить обработку, не вынимая валика из станка.

Разработанное отверстие заводного вала в платине исправляют разверткой или надфилем, придавая ему правильную форму. Диаметр заготовки валика должен входить в отверстие



Фиг. 33. Последовательность изготовления заводного валика:

а — заготовка до точения; б — точение заплечика, находящегося в мосту; в — точение цапфы; г — точение заплечика для заводного триба; д — точение заплечика для кулачковой муфты; е — опилка квадрата; ж — точение выточки для крепления вала; з — точение длинной цапфы; и — точение части вала для резьбы; к — нарезка резьбы; л — место крепления вала в тисочках для нарезания резьбы.

платины без зазора. Если такого прутка нет, то заготовка протачивается до этого диаметра. Затем обтачивается уступ под посадку заводного триба.

Для получения квадрата правильного размера под посадку кулачковой муфты необходимо вершину валика обточить по диаметру до плотной посадки ее в отверстие кулачковой муфты. До этого диаметра будет фрезероваться или опиливаться квадрат.

Диаметр валика под квадрат целесообразно выполнять несколько меньше размера диагонали квадратного отверстия муфты, так как в противном случае образуются острые углы, которые быстро изнашиваются, и посадка кулачковой муфты будет свободной. Эти округления очень полезны при опиливании квадрата от руки; они должны оставаться одинаковой ширины по всей длине квадрата и для всех четырех углов.

После опилки или фрезерования квадрата обтачивается крайний уступ малого диаметра, который входит в соответствующее отверстие в платине. Перед нарезкой резьбы необходимо проточить выемку под штифт переводного рычага. Выем-

ка протачивается отрезным штихелем. Выемка должна иметь прямые углы, иначе валик может выпадать.

После выполнения проточки изготавливают хвостовой уступ под нарезку резьбы. Вал отрезается от заготовки. При отрезке для облегчения операции нарезки концу валика придается небольшая конусность.

Нарезка резьбы производится на валике, крепко зажатом в цангу станка. После нарезки резьбы валик подвергается термической обработке, как это было описано для винтов.

Если при установке заводной головки вал окажется длинным, он несколько укорачивается. Нарезанная часть вала должна быть немного длиннее резьбы головки, иначе привинтить заводную головку до конца не представится возможным. Если вал короткий, на дно отверстия заводной головки необходимо подложить кусок латунной проволоки.

Величина заводной головки зависит от размеров корпуса. Малая заводная головка плохо захватывается при заводке часов и может служить причиной недозаводки часов. Большая головка или головка, удаленная от корпуса, легко подвергается поломке. Близко расположенная головка также создает затруднения при переводе стрелок. При установке заводной головки нельзя зажимать вал за квадрат, необходимо зажимать за уступ, имеющий наибольший диаметр, непосредственно после нарезной части. При этом необходимо следить, чтобы была зажата только одна эта часть.

Изготовление оси баланса. Изготовление оси баланса часов представляет собой достаточно сложную работу. К изготовлению осей баланса часов малых калибров обычно приступают после освоения технологии изготовления осей более крупных калибров.

При изготовлении оси, кроме обычного штихеля, для облегчения работы рекомендуется применять специальные штихели. Штихель общего назначения применяют для обработки цилиндрической части и обточки заплечиков, штихель с закругленной режущей кромкой — для обточки конических частей цапф оси.

Режущие грани штихелей должны всегда иметь острую режущую кромку. Вытачивая ось, необходимо помнить, что длина цилиндрической части конической цапфы равна примерно удвоенному ее диаметру, а длина цапфы с заплечиком — утроенному диаметру.

Длину оси определяют по месту. Накладные камни как на мосту баланса, так и на платине снимаются, замер длины оси производят по наружным плоскостям камней подшипников. Место установки двойного ролика на оси определяют измерением расстояния от плоскости анкерной вилки, увеличивая это расстояние на зазор и толщину ролика. Место посадки переключателя баланса определяют от плоскости нижнего камня опоры

до верхней плоскости моста анкерной вилки, также принимая во внимание зазор. Размер верхнего конца оси определяют уменьшением общей ее длины на величину, определяющую нижний ее конец.

Для изготовления оси применяют стальную проволоку-серебрянку марки У10А, диаметр которой должен быть несколько больше самого большого диаметра готовой оси.

Материал для заготовок подвергается закалке. Для этого проволоку нагревают на спиртовке или газовой горелке до вишнево-красного цвета, а затем быстро попружается в воду. Нагрев следует производить в затемненном помещении, с тем чтобы свет не мешал различать степень нагрева. Нагрев в хорошо освещенном помещении может привести к перегреву, что вызовет последующую хрупкость металла. Производить обточку заготовки из проволоки, которая подвергалась закалке, нельзя. Поэтому производят ее отпуск до темно-синего цвета побелости, предварительно отчищая проволоку наждачной бумагой от окалины. Отпуск производят пропуская проволоку сквозь пламя горелки или спиртовки; лучший результат дает отпуск, производимый на медной пластинке со свободным перекатыванием на ней проволоки. На этом заканчивается предварительная термическая обработка.

Для обработки заготовка зажимается в цангу.

Длина, выступающая из цанги, должна соответствовать полной длине оси плюс 2 мм.

Вначале вытачивают верхний конец оси и в первую очередь место посадки перекладки баланса, оставляя припуск на окончательную отделку порядка 0,05 мм.

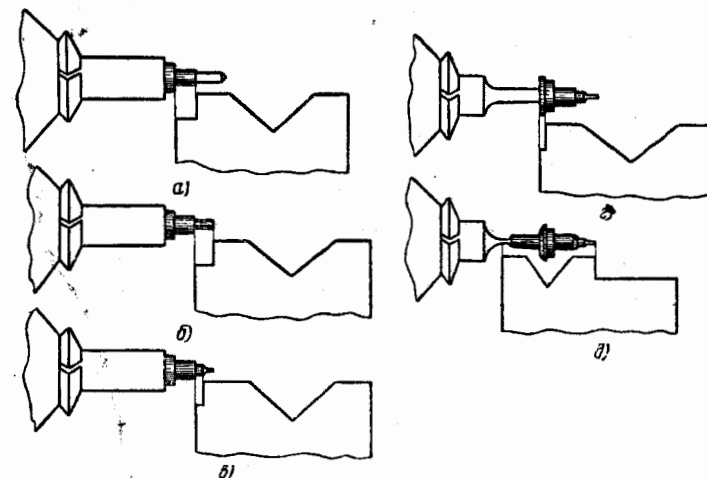
Затем обрабатывают место посадки колодки спирали баланса по размеру ее отверстия. Цилиндрическую часть цапфы обтачивают почти под размер с небольшим припуском. Используя штихель с закругленной вершиной, протачивают конус цилиндрической части цапфы. На этом предварительная обработка верхнего конуса оси баланса заканчивается.

Последовательность изготовления оси и измерение длины уступов шаблонами показаны на (фиг. 34, а — д). Использование штихелей в зависимости от места обработки показано на фиг. 35, а.

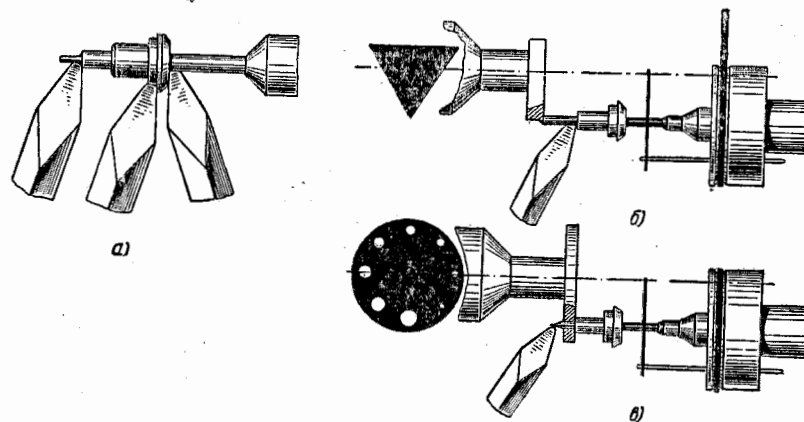
При точении в центрах с хомутиком обработку оси и отделку ее цапф удобно вести с применением приспособлений, показанных на фиг. 35, б и в.

При обработке ось измеряют также микрометром (фиг. 36), но шаблоны применять удобнее.

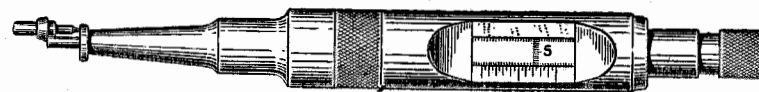
Окончательную доводку цапф оси баланса можно проводить после изготовления оси на специальном приспособлении, а также на токарном станке с помощью притиров, которые изготавливают для шлифования из сырой стали-серебрянки, а для полирования — из бронзы или дерева (бук, пальма). Притиры имеют



Фиг. 34. Последовательность обработки оси.



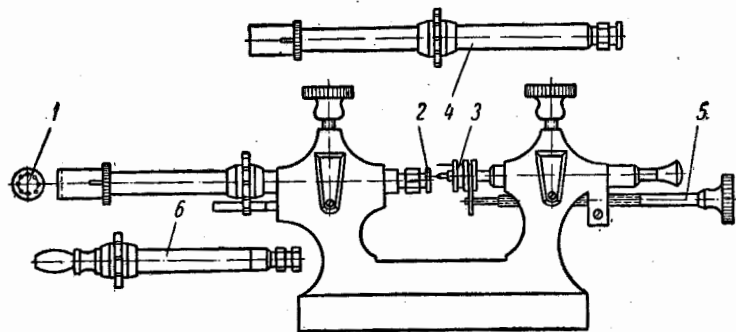
Фиг. 35. Применение штихелей при точении оси баланса.



Фиг. 36. Измерение оси микрометром.

различную форму сечения рабочей части в зависимости от формы шлифуемого или полируемого уступа. Рабочие грани притиров обрабатываются напильником для придания нужной формы и нанесения рисок, которые необходимы для удержания шлифующей и полирующей пасты.

Пасту для шлифования готовят из мелкого наждачно-го порошка, смешиваемого с часовым маслом. Она должна быть достаточно вязкой. Пасту тонким слоем наносят на рабочие грани притира. Притир при шлифовании вращающейся



Фиг. 37. Станок для полирования цапф:

1 и 2 — центры с канавками для заточки и полирования цапф; 3 — поводок; 4 — центр для цапф средней толщины; 5 — винт; 6 — центр для цапф второго колеса.

цапфы перемещается под ней взад и вперед. После окончания шлифования, когда цапфа доведена до требуемого диаметра, с помощью сердцевинки бузины удаляется абразив. Перед полированием цапфа должна быть безукоризненно чистой. Полирование цапфы производится бронзовым притиром с диамантовой пастой или деревянным притиром с крокусом. Верхняя цапфа оси отделяется окончательно сразу после ее изготовления, а нижняя — после отделения оси от заготовки. Ось зажимается в цангу за верхнюю часть, и производится отделка нижней цапфы.

Полирование цапф. Описанным выше способом на токарном станке можно не только полировать цапфы изготавливаемых осей, но и монтировать оси любых других деталей. Другим способом является полирование цапф осей с помощью надфиля с очень тонкой насечкой и воронила, которое производят на специальном полировальном станке (фиг. 37).

Вращение обрабатываемой оси осуществляют поводком ролика с помощью смычка. Ось устанавливают одной стороной в обратный центр спицы приспособления (фиг. 38), а обрабатываемую цапфу — в опорную выемку так, чтобы она была доступна воронилу. При полировании движение воронила должно

происходить в направлении, противоположном вращению цапфы. Если опорная выемка приспособления будет слишком мелкой, цапфа будет на много выступать из нее. При этом трудно удержать, без перекося воронило, поэтому обрабатываемая цапфа может получиться конической.

Опорная выемка приспособления должна быть несколько мельче, чем диаметр полируемой цапфы. Заплечико оси при полировании не должно касаться торца спицы с упорными выемками.

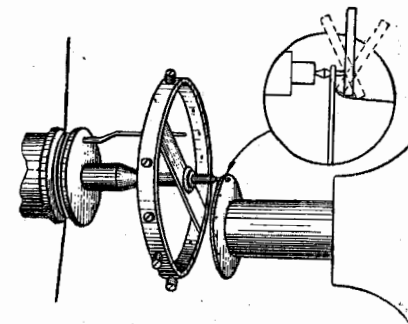
При полировании цапфы оси вращение должно производиться с достаточно большой скоростью. Пуск станка, т. е. перемещение смычка при выполнении полирования, производят после установки воронила на месте, иначе ось может выскочить из приспособления.

Последовательность работы на приспособлении следующая: измерение цапфы, выбор опорной выемки (она должна быть немного меньше, чем диаметр цапфы), подготовка воронила и смычка, установка оси в приспособление, установка воронила на цапфу, движение смычка книзу и надфиля вперед, движение в обратном направлении и т. д. до тех пор, пока воронило не перестанет брать. Если же необходимо только освежить цапфу, то обработку ведут до получения надлежащего качества полирования.

При полировании конического уступа цапфы оси баланса важно, чтобы закругление цапфы совпадало с закруглением воронила. Совпадение радиуса закругления воронила и радиуса заплечика цапфы проверяют, соединяя обе детали и просматривая их против света; малейшее различие между радиусами хорошо видно по световой полоске между ними. Конический уступ оси баланса не должен закладываться в опорную выемку; поддерживается только цилиндрическая часть цапфы.

Если радиус закругления воронила слишком мал по отношению к радиусу заплечика цапфы, то тогда будет отполирована только цилиндрическая часть цапфы, что допустимо при полировании сторон оси. В новой детали конический уступ также должен быть отполирован. Это можно быстро сделать, если оба радиуса совпадают. Если радиус закругления воронила больше, чем радиус закругления уступа цапфы, то будет обрабатываться только верхняя часть уступа.

Полировать цапфы оси баланса воронилом с острыми краями граней нельзя, так как при этом может быть повреждено заплечико. Заправка воронила, т. е. нанесение рисок, производит-

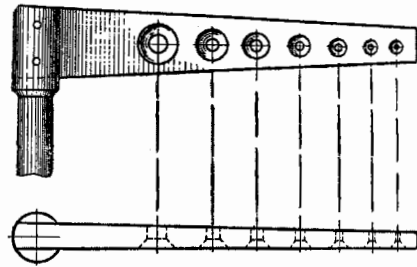


Фиг. 38. Полировка цапф оси баланса.

ся на цилиндрической болванке, обтянутой наждачной бумагой. Поверхность воропила определяет чистоту полирования цапфы. Хорошо заправленное воропило дает возможность получить хорошую поверхность и угол между цапфой и заплечиком.

Одну грань воропила заправляют крупнозернистой наждачной бумагой, которую используют для черновой обработки, другую — более мелкой наждачной бумагой, которую применяют для окончательного полирования. Иногда при полировании воропило смазывают часовым маслом.

Для отделки пяточки цапфы оси баланса применяют спицы с отверстиями, куда проходит цапфа; вращение осуществляется на заплечике. Пяточку обрабатывают тонким воропилем.



Фиг. 39. Приспособление для сверления отверстий в оси.

Замена сломанных цапф. В практике ремонта широко производят замену сломанной цапфы путем высверливания отверстия в оси и вставки новой цапфы. Эту операцию производят с помощью специального приспособления, показанного на фиг. 39, а также на обычном токарном станке с цанговым патроном.

При замене цапфы сначала срезают сломанную часть, затем намечают центр острым штихелем или зенковкой. После этого сверлят отверстие на необходимую глубину, в которое запрессовывается новая цапфа. Сверление производят спиральными или перовыми сверлами. Последние чаще всего изготавливаются самим мастером.

Закаленные оси перед сверлением необходимо отпустить. Отпуск таких деталей, как ось с трибом, связан с появлением на зубьях цветов побежалости, которые необходимо снять. Снятие цвета побежалости можно произвести протиркой этих мест серной кислотой с последующей тщательной промывкой в воде.

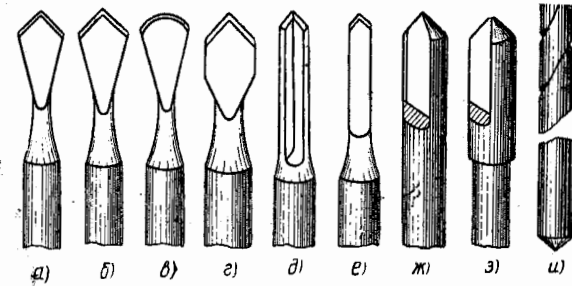
Ось следует отпускать до светло-синего цвета. Целесообразно на отпускаемую часть оси надевать медную трубку, зажимая в тисочки ту ее часть, которая не должна быть отпущена.

Применяемые перовые сверла должны быть хорошо закалены с последующим отпуском. Большие сверла отпускают до желто-соломенного цвета побежалости, малые сверла подвергают закалке в воздухе без отпуска.

Сверло должно быть коротким, чтобы оно не вибрировало во время работы. Как известно, угол заточки режущей части сверла зависит от материала, подвергаемого обработке сверлением.

При сверлении отпущенной стали применяют сверла с тупым углом заточки, а иногда режущую часть закругляют по радиусу (фиг. 40).

Сверло всегда должно быть хорошо заточено; если оно сверлит плохо, его необходимо заточить. Притупившееся сверло требует увеличения давления, что ведет к его поломке. Если сверло не сломается, то оно заполирует дно отверстия и делает свер-



Фиг. 40. Сверла:

а — одностороннее первое сверло; б — двустороннее сверло; в — сверло для сверления особо жестких металлов; г — для коротких точных отверстий; д — для выравнивания мягких металлов; е — для сверления отверстий в металлах; ж — пушечное сверло для отверстий точного диаметра; з — для чистой проходки; и — спиральное (американское) сверло.

ление еще более затруднительным. Сверление лучше начинать на малой скорости без смазки.

Глубина сверления должна быть равна примерно трем-четырем диаметрам сверла, так как в противном случае цапфа не будет держаться прочно. Отверстие должно быть строго цилиндрическим; при коническом отверстии невозможно закрепить новую цапфу. Диаметр отверстия должен быть равен диаметру цапфы.

Новую цапфу изготовляют слегка на конус из стали-серебрянки с последующей закалкой и отпуском. После запрессовки цапфы ее обрабатывают, как было указано выше.

Шлифование и полирование. В процессе производства ремонта часов встречается необходимость выполнения шлифования и полирования поверхности деталей.

Шлифование и полирование вызываются необходимостью уменьшения трения взаимодействующих деталей, придания деталям механизма красивого внешнего вида; кроме того, полирование является мероприятием, предохраняющим деталь от коррозии.

Шлифование является операцией подготовительной к полированию. Шлифованию и полированию подвергаются как стальные, так и латунные детали.

В зависимости от размера и характера детали, а также материала, из которого она изготовлена, операцию шлифования и полирования производят на станке или на соответствующих приспособлениях.

Если поверхность детали после обработки имеет неровности, грубые риски и другие дефекты, их устраняют надфилями или наждачным полотном соответственно с различной насечкой или зернистостью абразива. Абразивное полотно может быть на хлопчатобумажной или бумажной основе. В зависимости от требуемой поверхности для шлифования применяют пасты из наждачного порошка с маслом, из пемзы, графита и др. Шлифование считается законченным, когда обрабатываемая деталь имеет однородную сероватую поверхность без следов рисок и царапин.

Полирование по существу не отличается от шлифования. При полировании абразивной пастой служат такие материалы, как крокус и диамантин, разведенные на масле или вазелине. Заключается полирование применением мягкого кожного фильца или замши с незначительным количеством крокуса. Иногда при полировании применяют диски и пластины из пальмы и бука.

Выполняя шлифование и полирование, необходимо придерживаться такого правила: обрабатываемая деталь должна выниматься из приспособления только после окончания обеих операций; поверхности обрабатываемой детали и обрабатывающего инструмента должны быть строго параллельны между собой; шлифующие поверхности дисков и пластин не должны иметь выбоин или каких-либо изъянов; применяемые инструменты и полировочные пасты должны быть чистыми.

Шлифование латунных деталей производят мягким войлоком, фетром или фланелью, закрепленными на брусках или дисках, с нанесением полировочных паст.

При ремонте часов шлифование и полирование головок винтов иногда производят на специальных приспособлениях, называемых винтоправками. Работа на них не требует каких-либо пояснений.

Пайка. Иногда при ремонте часов применяют соединение деталей пайкой. При пайке деталей часовщику необходимо знать свойства металлов, подвергающихся соединению таким способом. Необходимо знать температуру плавления металла, из которого сделаны детали, и температуру плавления применяемого припоя; в противном случае детали можно сжечь.

Чем ниже температура плавления припоя, тем менее прочно соединение.

Детали перед пайкой подвергают тщательной очистке от грязи, масла, ржавчины. Место пайки должно быть совершенно чистым. Очистку производят напильником, шабером, наждачным полотном и т. д. Соединяемые места деталей должны быть тща-

тельно пригнаны. Поверхность соприкосновения каждой соединяемой детали подвергается предварительному лужению припоем, применяемым для пайки. При лужении и пайке применяют флюсы, которые способствуют этому процессу.

Флюсы могут быть различными в зависимости от припоя и материала соединяемых деталей. Они предохраняют очищенные поверхности деталей от окисления на воздухе в процессе пайки, облегчают распространение припоя на поверхности металла, обезжиривают место пайки. В виде флюсов применяются травленая соляная кислота (травление производят чистым цинком), бура, борная кислота, канифоль, растворенная в спирте, и некоторые другие вещества. Места пайки по окончании должны быть тщательно промыты водой и очищены.

Процесс пайки может выполняться с применением паяльников или паяльных трубок.

**ЭЛЕМЕНТЫ МЕХАНИЧЕСКИХ ЧАСОВ МАЛЫХ КАЛИБРОВ
(НАРУЧНЫЕ И КАРМАННЫЕ ЧАСЫ) И ИХ РЕМОНТ**

§ 6. КОЛЕБАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

В переносных приборах времени и, в частности, в наручных и карманных часах применяют спусковой регулятор, представляющий собой колебательную систему в виде баланса со спиралью. На ось баланса устанавливается двойной ролик с эллипсом, через который система получает необходимый импульс для поддержания незатухающих колебаний. Более подробно о назначении двойного ролика будет сказано в разделе о спусках.

Точность показаний часового механизма определяется состоянием системы баланс — спираль и условиями ее работы. Точный отсчет времени часовым механизмом возможен только в том случае, когда баланс совершает в единицу времени строго установленное количество колебаний. Увеличение количества колебаний баланса в единицу времени приводит к отсчету времени механизмом с опережением, уменьшение количества колебаний баланса — к отсчету с отставанием.

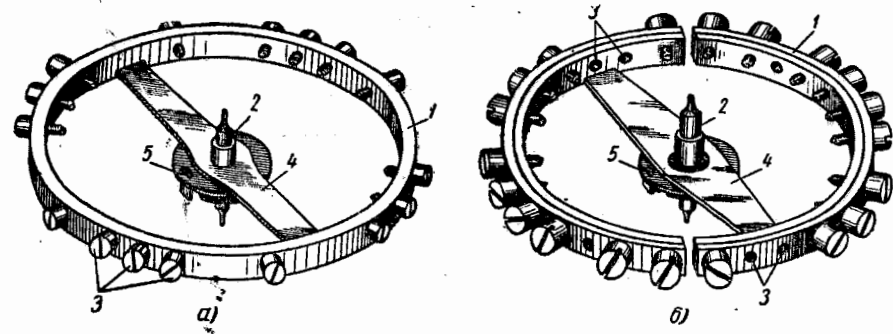
Система баланс — спираль наручных и карманных часов повреждается наиболее часто. В зависимости от размера часового механизма детали, образующие эту систему, могут иметь различную величину.

Размер механизма или, как его называют, калибр определяется в миллиметрах по диаметру его посадочного места; если механизм некруглый, то по размеру его наименьшей стороны. В Швейцарии и некоторых других странах определение калибра механизма производится в линиях. Линия — единица длины равная 2,256 мм.

Колебательная система состоит из трех узлов: баланса, спирали и двойного ролика.

Баланс. В современных часах применяют балансы самых различных конструкций. Среди них можно отметить два основных типа: с монометаллическим ободом (фиг. 41, а) и с биметаллическим (фиг. 41, б). Обод последнего баланса изготовляют из

двух металлов; внешний слой латунный, внутренний — стальной. Оба слоя соединены между собой сваркой или пайкой. Обод 1 биметаллического баланса обычно разрезан в двух местах у перекладины. Такой баланс служит для компенсации влияния изменения температуры на ход часов. Известно, что с изменением температуры размеры металлических деталей также изменяются и, кроме того, меняются их свойства, в частности, изменяется упругость спирали. Все это приводит к тому, что хорошо выверенные часы при одной какой-то температуре при другой начинают спешить или отставать.



Фиг. 41. Виды балансов.

Разрезной биметаллический баланс компенсирует эту ошибку хода. Если при понижении температуры часы начинают спешить, то дуги баланса, приближаясь к его оси 2, как бы уменьшают размер обода баланса и таким образом восстанавливают правильный ход. Для того чтобы можно было регулировать компенсационную способность баланса, на его ободе расположены разьбовые отверстия, куда ввинчивают регулировочные винты. Переставляя винты ближе к разрезу, получаем большую компенсацию, и наоборот.

Кроме винтов 3 (фиг. 41, а) для компенсации баланса на температуру в обод биметаллического баланса у перекладины завинчивают винты для регулировки периода. Если часы спешат, оба винта ввинчивают на одинаковое количество оборотов, и наоборот. Регулировочные винты не рекомендуется переставлять или облегчать.

В монометаллическом балансе винты служат для уравнивания его и для регулировки периода.

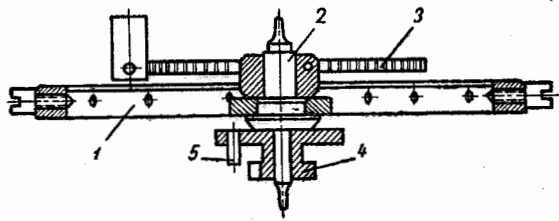
Обод баланса, как моно- так и биметаллического имеет перекладину 4, которой он запрессовывается на ось. На ось баланса устанавливается узел спирали и двойной ролик 5 с импульсным камнем.

На фиг. 42 показано расположение отдельных узлов колебательной системы на оси. На уступе оси 2 тугой посадкой с по-

следующей расклепкой закрепляется баланс 1. Над переключной баланса устанавливается колодка с закрепленной в ней спиралью 3. На нижний уступ оси баланса напрессовывается двойной ролик 4 с импульсным камнем 5.

В различных типах часов оси баланса могут иметь различную форму, основные виды которых рассмотрены ниже.

На заводах изготовленные оси баланса подвергают термической обработке — закалке и отпуску. Диаметр цапфы оси для уменьшения трения в опорах делают возможно меньшим, как только позволяют условия прочности.



Фиг. 42. Расположение отдельных узлов на оси баланса.

В часовом механизме ось баланса своими цапфами устанавливаются преимущественно в камневые опоры. Подвергаясь различного рода толчкам и ударам, часовой механизм может получить повреждение, одним из которых часто бывает поломка цапф оси баланса.

При падении часов такая поломка почти неизбежна.

Резкий удар и особенно падение часов вызывает поломку одной, а то и обеих цапф оси баланса.

Если наручные или карманные часы работают только в горизонтальном положении (нижняя крышка или циферблат вверх), то чаще всего это значит, что одна из цапф оси баланса сломана.

Если часовой механизм, имея заведенную пружину хода, положен на плоскость стороной с целой цапфой оси баланса, последний будет работать, и наоборот.

Но может встретиться случай, когда баланс не работает ни в одном из положений, несмотря на то, что обе цапфы целы. Такой случай может возникнуть при повреждении и выкрашивании камня, в котором находится цапфа оси баланса.

Могут иметь место случаи, когда поломка цапфы происходит не у основания оси, а отламывается самый ее кончик; вместе с этим ритм работы баланса нарушается. Эти явления при соответствующем навыке устанавливаются прикладыванием механизма к уху с поворотом последнего циферблатом вверх и вниз.

Замена оси баланса — одна из ответственных операций, выполняемых при ремонте часов.

Прежде чем приступить к замене оси, мастер должен проверить общее состояние баланса. Эта проверка производится с целью выявления плоскостного и особенно диаметального биения обода баланса. Если окажется, что баланс поврежденной оси имеет диаметральное биение, то возникнет необходимость расточки отверстия в переключине баланса после снятия его с оси.

После расточки отверстия стандартная ось не подойдет, необходимо подобрать или изготовить новую ось с соответствующим размером посадочного места.

В этом случае, когда баланс будет снят с оси без проверки, может возникнуть необходимость вторичного снятия его уже с новой оси. Затем производится расточка отверстия в переключине и изготовление новой оси.

При замене оси с нее снимают все узлы. Снятие колодки с закрепленной в ней спиралью производят двумя тонкими отвертками или специальными рычажками, которыми действуют на колодку с двух противоположных сторон. Воздействие должно производиться аккуратно, с тем чтобы не повредить спираль и переключину баланса. Для снятия колодки баланс кладут на нитбанк (стальная каленая пластина с отверстиями), чтобы его переключина имела надежную опору. Лучше всего снимать колодку, немного раздвинув паз ее тонким клином. При введении клина диаметр колодки увеличивается. После этого она легко снимается. Снятие колодки с применением клина возможно только в том случае, если паз колодки достаточно узок.

В некоторых часах встречаются колодки, закрепленные резбой на оси.

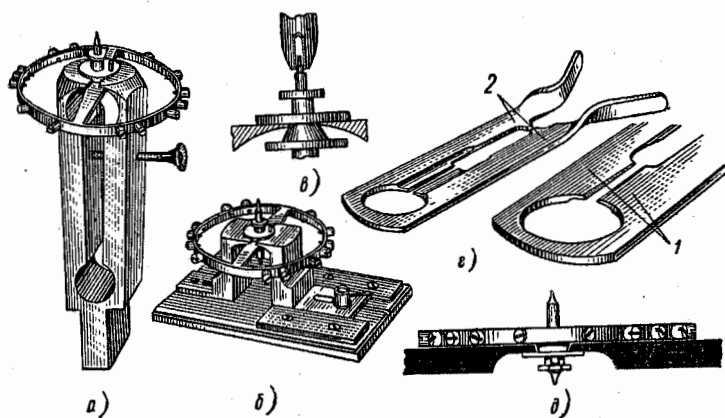
Установку колодки на место производят потансом с соответствующим пуансоном или очень аккуратно пинцетом. Нижнюю часть оси баланса при этом вставляют в отверстие соответствующего диаметра (с небольшим зазором) так, чтобы упор был на предохранительный ролик.

Снятие двойного ролика и особенно обода баланса сопряжено с определенными трудностями. Эти операции выполняют при помощи различного рода приспособлений. На фиг. 43, а показаны приемы снятия двойного ролика: на фиг. 43, а показано приспособление с балансом, устанавливаемое в тиски; на фиг. 43, б — приспособление настольного типа. Губки приспособлений входят между переключиной баланса и импульсным диском двойного ролика. В первом приспособлении ролик снимают за счет того, что губки выполнены клиновидными и при их сжатии они снимают двойной ролик. Во втором приспособлении с помощью пуансона ось с ободом баланса выбивают из ролика (фиг. 43, в).

На фиг. 43, г показано приспособление, аналогичное первому. Оно работает на том же принципе выжимания двойного ролика коническими губками 1. Во избежание повреждения оси приспособление имеет ограничительные выступы соответствующего диаметра.

шей высоты или винт для регулировки положения. Снятие двойного ролика производят введением между роликом и балансом более тонкой стороны губок с постепенным смещением положения. Приспособление имеет упоры 2, ограничивающие сжатие. Применение приспособления показано на фиг. 43, д. При соответствующем навыке снятие двойного ролика может быть произведено специальным пинцетом.

При наличии настольного токарного станка снятие двойного ролика может быть произведено с помощью цангового патрона.



Фиг. 43. Приспособления для снятия двойного ролика.

Верхний конец оси баланса зажимается в цангу. Удерживая двойной ролик за большой диск с помощью цанги задней бабки, вращением патрона станка попеременно в одну и другую стороны можно снять даже очень прочно запрессованный ролик.

Снятие баланса с оси сопряжено с риском повредить посадочное отверстие в перекладине. Посадочный уступ оси, как это было указано выше, при закреплении обода баланса подвергается расклепке.

Прежде чем снять баланс с оси, необходимо срезать расклепку на станке твердосплавным резцом, не касаясь перекладки баланса. После срезания расклепки перекладина баланса свободно снимается с оси. Отверстие перекладки в этом случае будет без повреждений.

Иногда неправильно производят выбивание оси баланса из обода без предварительной обточки. Такой прием расширяет отверстие в перекладине обода баланса, нарушает его цилиндрическую форму, а иногда непоправимо портит баланс. При установке баланса на новую ось, после такого снятия может появиться диаметральный биение баланса на оси и большая неуравновешенность.

В отдельных случаях даже после обточки заплечика на станке ось свободно не выходит и ее приходится выбивать. Для этого заменяемую ось необходимо устанавливать в соответствующее отверстие питбанка без перекоса. Отверстие питбанка не должно быть намного больше опорного диаметра оси, с тем чтобы перекладина баланса опиралась на подставку возможно ближе к оси и не провисала. Если отверстие велико, то может сильно деформироваться перекладина.

Посадку обода баланса на новую ось производят на потансе с последующей расклепкой. Посадочное место оси и нижняя сторона перекладки должны быть тщательно очищены сердцевинной бузины и деревянной чурочкой.

Баланс можно посадить на ось легким ударом молотка, произведенным по плоскому пуансону с соответствующим отверстием. Ось нижним концом помещается на нитбанк, отверстие которого должно точно соответствовать диаметру оси. Расклепку заплечика производят пуансоном с закругленными краями.

Заплечико оси баланса расклепывают только около наружной части. Высота посадочного уступа под расклепку не должна превышать толщину перекладки больше чем 0,05 мм. Если высота больше, то уступ не может быть хорошо расклепан и баланс будет плохо держаться. После расклепки необходимо проверить прочность посадки. При выполнении расклепки баланс с осью медленно поворачивают для того, чтобы избежать перекоса.

В том случае, когда отверстие в перекладине баланса смещено или испорчено, его необходимо расточить. Расточка отверстия перекладки в разрезных балансах затруднена. Для расточки отверстия обод баланса, освобожденный от винтов, помещают на специально выточенную оправку, которую после обточки не вынимают из цанги станка. Расточку выполняют тонким расточным резцом, закрепленным на суппорте. При расточке снимают незначительный слой металла; как только резец будет брать всю поверхность отверстия, расточку прекращают, затем штихелем снимают тонкую фаску.

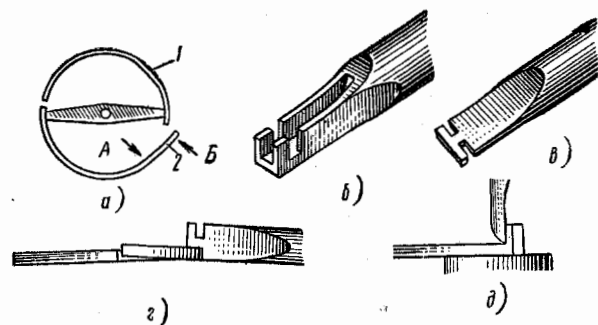
Биение баланса в плоскости возникает в результате деформации перекладки; плоскость обода баланса становится перпендикулярной к оси.

В часах, поступающих для ремонта, могут встречаться балансы не только с деформированной перекладной, но и с погнутом ободом. Правка обода баланса также является серьезной операцией. При правке обода баланса, так же как и при расточке, необходимо снять все винты. Правка обода разрезного баланса несколько легче, чем неразрезного.

Иногда обод разрезного баланса можно выправить пальцами (фиг. 44, а). Приемы исправления зависят от характера повреждения. Когда часть обода 1 изогнута внутрь, а концы 2 вышли наружу, его исправляют следующим образом. Концы

подгибают внутрь, вогнутую дугу выжимают наружу. Когда концы обода погнуты внутрь, конец обода ногтем указательного пальца оттягивается наружу (по стрелке А), одновременно большим пальцем надавливают на выпуклую середину внутрь (по стрелке Б). При упругом ободу усилие может быть значительным. Балансы, имеющие мягкие ободы, легко деформируются при малейшем давлении.

Неразрезные балансы и резкие перегибы разрезных исправляют с применением приспособлений, показанных на фиг. 44, б и в. Они должны быть изготовлены из металла средней твердости (латунь, бронза, никель), все ребра пазов округляют и делают гладкими, чтобы избежать вмятин на ободу баланса при исправлении.



Фиг. 44. Правка обода баланса.

Операцию правки производят в определенной последовательности: сначала правят обод по плоскости (фиг. 44, г), затем по диаметру и вновь по плоскости и т. д. Процесс правки по плоскости и диаметру производят до получения удовлетворительных результатов.

При выполнении операции правки применяют лауфциркуль (фиг. 45, а). Баланс устанавливают в опоры. Указатель 1 (фиг. 45, а и б), закрепленный на кронштейне 2, подводят как можно ближе к ободу баланса. Вращая баланс на оси, проверяют биение по зазору между ободом и указателем. Вначале производят правку по плоскости одной половины баланса, а затем второй.

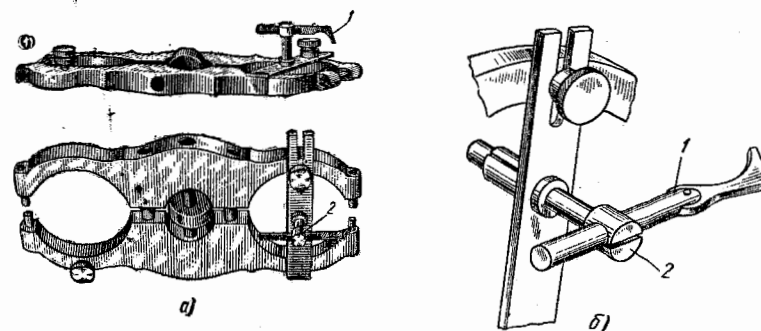
Если обод равномерно по всему диаметру выходит из плоскости перекладки, то применяют специальные плоскогубцы с губками, обложенными мягким металлом. Этими губками удерживают обод и осторожно выгибают перекладку. При этом необходимо иметь в виду, что зазор между ободом баланса и модами как баланса, так и анкерной вилки ограничен.

Правку обода производят до получения равномерного зазора по всей окружности при проверке как плоскостного, так и диаметрального биения. В балансах, в которых заменялась ось,

может появиться диаметральное биение за счет искажения формы отверстия перекладки при удалении испорченной оси. Одна из сторон перекладки окажется как бы несколько короче другой.

Иногда удается исправить этот дефект, не растачивая отверстие перекладки. Баланс устанавливают на нитбанк, зубильцем путем легких ударов немного растягивают спицу. Зубильце устанавливают так, как показано на фиг. 44, д, с тем чтобы следы от него были меньше заметны.

Перестановка двойного ролика на другую ось может вызвать его биение. Если диаметр посадочного места оси точно соответствует размеру отверстия двойного ролика, посадку производят или на потансе, с легким ударом молотка по пуансону. Если



Фиг. 45. Лауфциркуль.

диаметр оси больше, чем это следует для нормальной запрессовки, то при посадке потребуется применение значительного усилия. Посадка с большим усилием может вызвать вздутие трубки двойного ролика. Применение излишних усилий при посадке стальных роликов может вызвать их поломку. Для того чтобы это исключить, посадочное место оси необходимо довести притиранием на станке до необходимого размера. Как правило, двойной ролик запрессовывают до упора. Если на оси нет такого упора, то это учитывают при установке ролика.

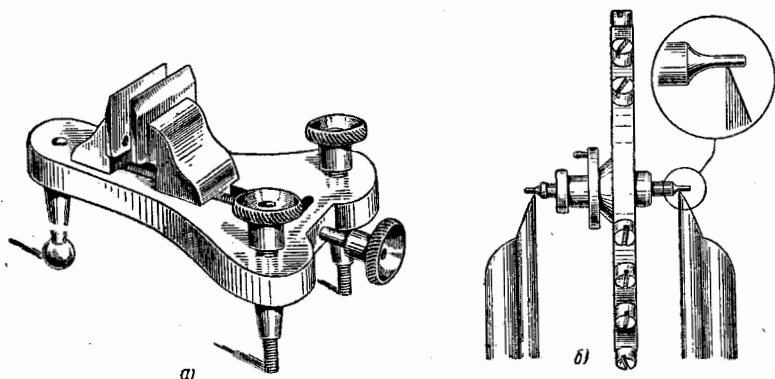
Импульсный камень устанавливают на место до посадки двойного ролика на ось баланса.

Закрепление эллипса производят шеллаком способом, который будет описан в разделе «Спуски».

При необходимости увеличения отверстия под эллипс расширение его производят стержнем, имеющим форму эллипса, с применением шлифовальных паст.

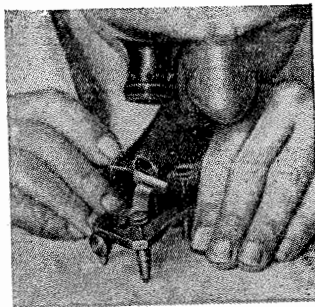
При замене оси баланса или при разборке узла обязательной является проверка его на уравновешенность и статическая балансировка, которую производят на специальных приспособлениях. Приспособление (фиг. 46, а) состоит из двух ножевых

опор, одна из которых может перемещаться. Баланс цапфами устанавливают на ножевые опоры (фиг. 46, б). Положение оси баланса на ноже приспособления показано также на фиг. 44, б.



Фиг. 46. Приспособления с ножевыми опорами для уравновешивания баланса.

Баланс уравновешивается в узле без спирали. Ножи приспособления делаются из агата или рубина и должны быть хорошо отполированы. Цапфы оси баланса перед балансировкой также должны быть хорошо отполированы и не иметь рисок, огранки и других повреждений. Можно применять приспособления и со стальными калеными, хорошо отполированными ножевыми опорами.



Фиг. 47. Проверка уравновешенности баланса мастером.

Рабочие поверхности опор приспособления должны быть без зазубрин и других повреждений. Стальные ножи при необходимости подвергаются исправлению, что не всегда можно сделать с ножами из искусственного рубина.

Надо помнить, что стальные ножи могут намагничиваться.

Перед установкой баланса на приспособление ножи и цапфы необходимо очистить сердцевинной бузины.

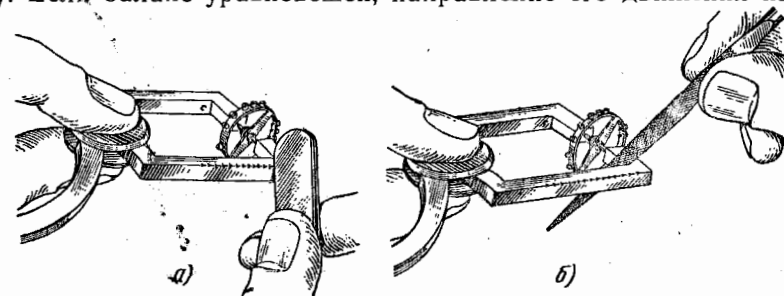
На фиг. 47 показано выполнение этой операции.

Баланс должен находиться на ножах приспособления только цилиндрической частью цапф оси. Установка на коническую часть цапф будет влиять на правильность уравновешивания. Ножи приспособления должны быть установлены строго по уровню.

Неуравновешенный баланс, помещенный на ножи приспособления, после нескольких колебаний остановится в положении,

при котором его утяжеленная часть займет самое низкое положение. Утяжеленную часть баланса облегчают или утяжеляют противоположный участок. Операцию повторяют до тех пор, пока баланс после сообщения ему толчка не будет останавливаться в одном положении; баланс будет находиться в покое при любом положении. В этом случае он уравновешен.

Проверка уравновешенности баланса может быть также выполнена путем легкого наклона приспособления в одну из сторон. Баланс при наклоне приспособления будет скатываться в направлении наклона. Не давая скатиться балансу с ножей, приспособление слегка наклоняют в противоположную сторону. Если баланс уравновешен, направление его движения изме-



Фиг. 48. Положение баланса при проверке.

нится и он покатится в сторону наклона. Если же он неуравновешен, он скатится в сторону первого наклона под действием ускорения, получаемого от неуравновешенного участка.

Проверка состояния уравновешенности баланса может быть выполнена с помощью приспособления (лауфциркуля), показанного на фиг. 48, а и б.

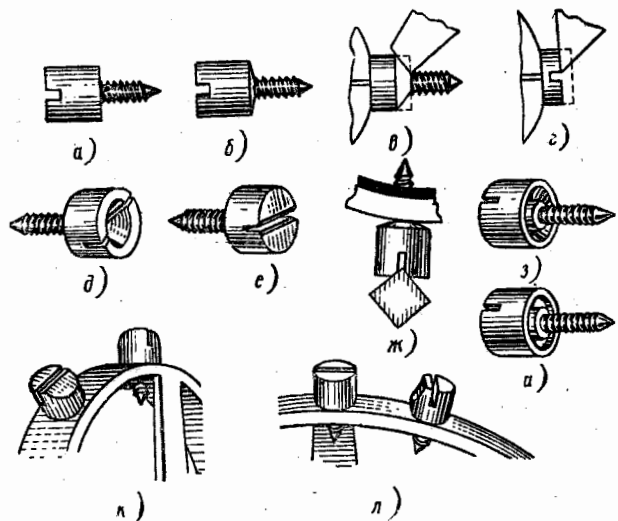
Баланс цапфами устанавливают в опоры приспособления (лауфциркуль). На ребре ножки лауфциркуля имеются засечки. Проводя по этим засечкам ребром пинцета (фиг. 48, а), создают вибрацию опор, под действием которой баланс при наличии неуравновешенности стремится утяжеленной стороной повернуться вниз. Уравновешенный баланс будет колебаться с небольшой амплитудой в опорах лауфциркуля, и его можно легко остановить в любом положении.

Удерживая в левой руке лауфциркуль, надфилем (фиг. 48, б) выводят приспособление из положения покоя; на соответствующих участках производят снятие излишка металла. Эту операцию выполняют без особого усилия, с тем чтобы исключить возможность поломки цапфы.

Операция уравновешивания баланса требует особого внимания часового мастера не только потому, что плохо уравновешенный баланс не обеспечит точного хода часов, но и по другим причинам. В часах после ремонта иногда можно встретить баланс, который был испорчен при выполнении статической ба-

лансировки. Иногда применяются такие приемы облегчения утяжеленного участка баланса, которые портят внешний вид и плохо отражаются при последующих исправлениях часов. В целях экономии времени отдельные мастера производят снятие излишка металла путем опиловки обода баланса или опиловки головок винтов. Такое устранение излишка металла портит внешний вид механизма.

Обработку деталей при уравнивании баланса необходимо производить, стремясь сохранить хороший вид узла. Баланс можно уравнивать, подкладывая регулировочные



Фиг. 49. Винты баланса и способы облегчения их.

шайбы под винты. Удаление излишка металла, как правило, должно производиться только на винтах.

В часах хорошего качества винты баланса изготавливают со сферической нижней стороной головки вместо плоской. Винт с плоской нижней стороной головки при плотном ввинчивании деформирует обод баланса.

На фиг. 49, а, б показаны винты баланса соответственно с плоским и коническим торцами. Излишки металла снимают разными способами: проточкой головки винта с нижней торца головки (фиг. 49, в), с верхнего торца (фиг. 49, з), высверловкой со стороны шлица (фиг. 49, д), опиловкой шлица головки винта (фиг. 49, е). Распиловка шлица показана на фиг. 49, ж. Лучшим способом удаления излишка металла, который, к сожалению, не находит широкого распространения, является фрезерование канавки в головке винта с нижнего торца (фиг. 49, з и и).

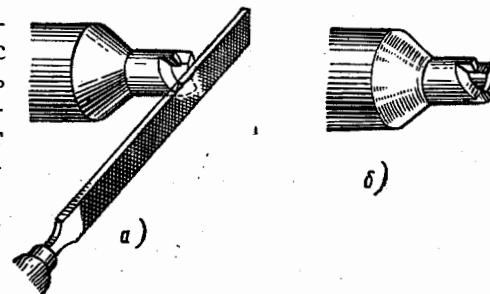
Опиловка головки винта может быть допущена как исклю-

чение с условием выполнения этой операции со стороны, не видимой глазу при осмотре механизма (фиг. 49, к). Опиливать головку винта, как показано на фиг. 49, л, не рекомендуется. Фреза для снятия металла со стороны его нижнего торца может быть изготовлена часовым мастером. На фиг. 50, а и б показаны соответственно зубья фрезы и прием опиловки их.

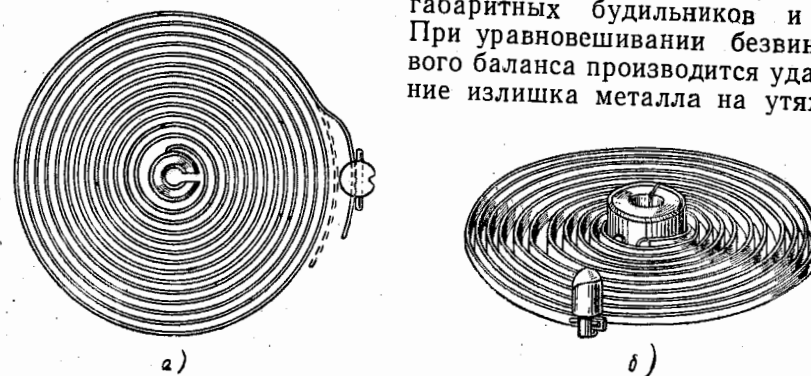
При выполнении операции перевеса баланс не рекомендуется брать пальцами. Тепло рук передается ему и вызывает его расширение, влияющее на выявление неуравновешенности. Поэтому баланс необходимо держать латунным пинцетом.

При правке винтов, чтобы избежать деформации обода, баланс необходимо положить на опору той частью обода, где находится обрабатываемый винт.

Значительно сложнее уравнивание безвинтовых балансов. Это относится к балансам таких часов, как «Эра», малогабаритных будильников и др. При уравнивании безвинтового баланса производится удаление излишка металла на утяже-



Фиг. 50. Фреза для облегчения винтов баланса.



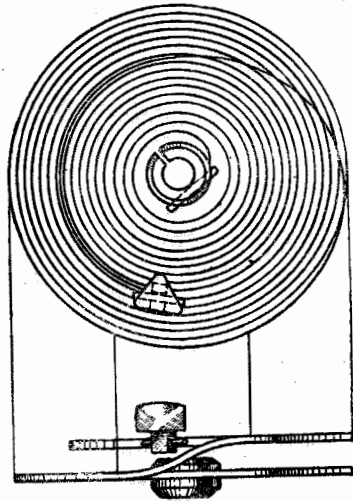
Фиг. 51. Плоская спираль.

ленных участках путем высверливания несквозных отверстий с нижнего торца обода. При этом необходимо избегать беспорядочной опиловки обода на его торцах.

Спираль. Важным узлом колебательной системы часов является спираль. В часах применяют в основном плоские спирали с концевыми кривыми (фиг. 51, а) и без них (фиг. 51, б). Витки равномерно сходятся к центру по спирали. Конец вну-

треннего витка закрепляют к колодке, надеваемой на ось баланса, а внешний — к колонке, которая установлена и закреплена на мосту баланса.

Спираль с внешней концевой кривой (спираль Бреге) показана на фиг. 52. Ее внешний виток имеет особую форму и расположен в плоскости, параллельной плоскости остальных витков. Форма изгиба концевой кривой может быть различной, но она должна удовлетворять определенным условиям.



Фиг. 52. Спираль с внешней концевой кривой.

Колодка спирали имеет разрез, который обеспечивает плотную посадку на ось и в то же время позволяет повернуть ее в нужном направлении. Широкий разрез колодки может нарушить равновесие баланса и отразиться на точности хода. Неаккуратное обращение со спиралью при ее монтаже может повести к повреждению витков. Для того чтобы колебательная система обеспечивала правильный ход часов, спираль должна точно соответствовать балансу. От калибра часового механизма зависит размер и вес баланса. В зависимости от размера и веса баланса подбирают спираль с соответствующими параметрами, т. е. к каждому балансу должна быть подобрана спираль определенной упругости, длины и сечения. Промышленностью выпускаются спирали соответственно размеру часового механизма. На упаковке спирали указываются в линиях или миллиметрах размеры, относящиеся к калибру часов, тем самым указывающие назначение спирали. Необходимо помнить, что спираль на заводе индивидуально подгоняется к каждому балансу. В часах одного типа эту подгонку производят за счет изменения длины спирали. Для нормальной работы колебательной системы важно не только соблюдение параметров спирали, но и правильность ее установки. В процессе чистки и обработки к спирали не разрешается касаться пальцами. Они оставляют след на спирали, который приводит к появлению ржавчины, а это выводит спираль из строя. Ржавчина на спиралях может появляться во время хранения во влажном помещении, а также в упаковке, впитывающей влагу.

В местах крепления внутреннего и внешнего витков спираль должна иметь правильную форму. Внешний виток должен иметь такую форму, чтобы при установке и закреплении колонки в мо-

сту баланса он свободно вошел между штифтами градусника. При повороте градусника в любую сторону штифты его не должны отгибать спираль, зажимать и касаться ее. Штифты градусника устанавливаются так, чтобы расстояние между ними было примерно равно двойной толщине спирали. Необходимо помнить, что чем меньше расстояние между штифтами градусника, тем легче регулировать ход часов. Большое расстояние между штифтами градусника приводит к изменению амплитуды колебаний баланса, т. е. к изменению показаний часов.

Длина спиральной пружины не должна изменяться во время хода часов даже на ничтожную величину, а свободная «игра» спирали между штифтами приводит к постоянному изменению действующей длины спирали. Виток то касается штифтов, то отходит от них. Сильное трение спирали, зажатой между штифтами градусника, также приводит к плохому ходу часов.

Спираль, установленная на оси баланса и помещенная в механизм, должна располагаться в плоскости, параллельной плоскости обода баланса. Наружные витки даже в момент максимального развертывания не должны соприкасаться с деталями механизма (ободом баланса, мостом баланса, зубьями центрального колеса, колонкой градусника и т. д.).

Шаг спирали должен быть одинаковым во всех направлениях.

Между весом баланса и жесткостью спирали существует расчетная зависимость. Чем больше вес баланса, тем сильнее спираль. Сильная спираль создает условия значительно более быстрого перемещения легкого баланса. Короткая спираль также более быстро перемещает баланс.

Часовому мастеру в отдельных случаях приходится заменять спираль. Такая необходимость появляется в том случае, когда часы спешат и утяжелить баланс невозможно, а спираль не имеет запаса или когда спираль испорчена так, что править ее нецелесообразно. Прежде всего производится предварительный подбор спирали. Размер спирали по диаметру определяется примерно половиной диаметра баланса (фиг. 53). Затем следует грубая (предварительная) проверка соответствия спирали балансу. Для этого спираль устанавливается на ось баланса, а если спираль без колодки, то она закрепляется на оси кусочком пластилина или воска.

Удерживая пинцетом конец внешнего витка (фиг. 54), поднимают баланс. В зависимости от веса баланса и жесткости спирали последняя принимает коническую форму, растягиваясь на большую или меньшую длину. По длине растяжения спирали судят о ее годности. Если спираль слабая, то она растянется на большую длину, и наоборот.

После предварительных испытаний длина спирали устанавливается проверкой количества колебаний баланса в единицу времени. Количество колебаний баланса в час для любого ча-

сового механизма с анкерным ходом может быть определено, исходя из данных зубчатой передачи, по формуле

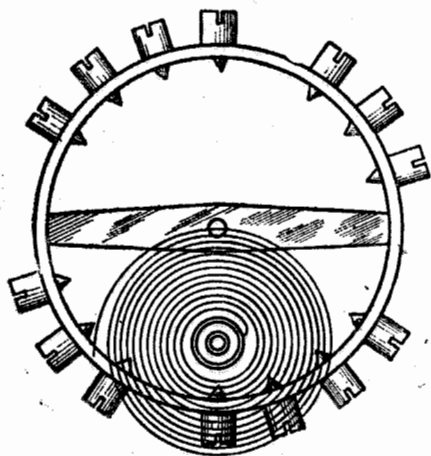
$$N = 2 \frac{z_c z_n z_c z_a}{z_n z_c z_a}$$

где N — число колебаний баланса в час;
 z_c — число зубьев центрального колеса;
 z_n — число зубьев промежуточного колеса;
 z_c — число зубьев секундного колеса;
 z_a — число зубьев анкерного колеса;
 z_n — число зубьев промежуточного триба;
 z_c — число зубьев секундного триба;
 z_a — число зубьев анкерного триба.

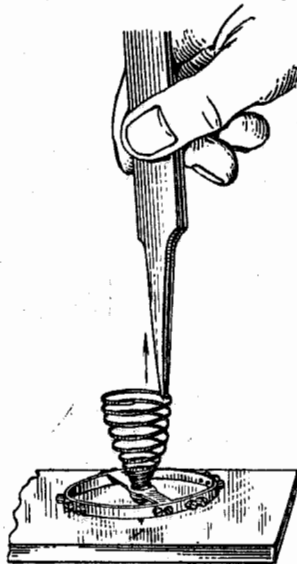
Число 2 в формуле указывает, что на каждый зуб анкерного колеса приходится два колебания баланса.

Подгонку количества колебаний баланса путем уточнения длины спирали производят с применением специальных приборов и приспособлений.

Подгонка количества колебаний, совершаемых балансом в



Фиг. 53. Предварительное определение размера спирали.



Фиг. 54. Определение соответствия спирали балансу.

единицу времени, со вновь установленной спиралью путем подбора ее длины называется вибрацией колебательной системы.

Вибрация сводится к определению точки крепления внешнего витка спирали.

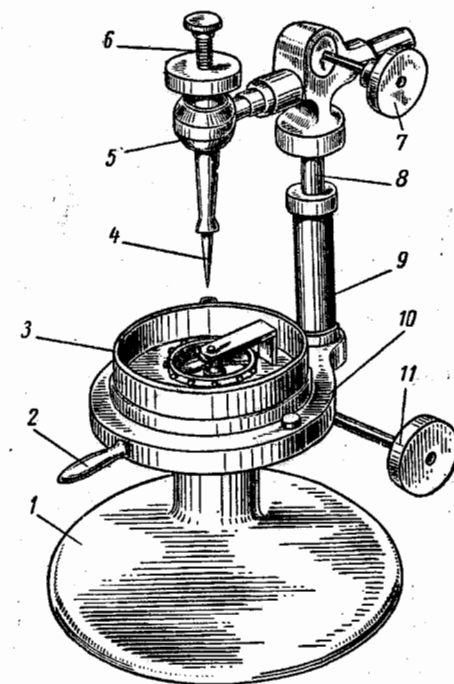
После установки штифтов градусника в эту точку баланс будет совершать заданное количество колебаний в час. Точкой

крепления спирали считается точка, расположенная между штифтами градусника. Удаляя излишек спирали, необходимо к найденной длине спирали прибавить часть, находящуюся между штифтами градусника и колонкой, и предусмотреть некоторый запас длины спирали после колонки.

В заводских условиях операция вибрации колебательной системы осуществляется на специальных электронных приборах и полуавтоматических устройствах, которые могут найти применение только в очень крупных мастерских и на заводах по ремонту часов. В условиях мастерских, где ремонтируются часы различных типов и марок, с различным количеством колебаний баланса в час, для выполнения операций вибрации применяются более простые приспособления, называемые вибрационными машинками (фиг. 55).

На основании 1 находится подвижной столик 10, на котором под стеклянной крышкой 3 помещается баланс, имеющий строго установленное количество колебаний в единицу времени, это так называемый эталонный баланс. На стойке 9 находится держатель 8, перемещающийся вертикально с помощью винта 11. На держателе укреплен кронштейн 5, перемещающийся в горизонтальной плоскости с помощью головки 7. На кронштейне установлен пинцет 4, разжимающийся при нажиме на головку 6. Для установки спирали нажимают головку 6, этим разводят губки пинцета 4 и зажимают ими внешний конец спирали. Регулируемый баланс вывешивается на спирали так, чтобы его ось чуть касалась стекла крышки. Винтом 11 баланс устанавливают по высоте. Перемещая кронштейн в горизонтальной плоскости винтом 7, а также оперируя пинцетом, добиваются того, чтобы оси балансов и их перекладки совпали.

Слабым, но резким толчком по ручке 2 эталонный и регулируемый балансы приводят в колебательное движение. В зависимости от частоты колебаний, совершаемых регулируемым ба-



Фиг. 55. Вибрационная машинка.

лансом по отношению к эталонному, перемещают спираль в пинцете до тех пор, пока не будет продолжительного совпадения колебаний. После нескольких контрольных проверок лишнюю часть спирали отрезают с учетом резерва. В вибрационных машинках, кроме пинцета с губками, для захвата спирали иногда применяют ролики, которые перемещают спираль при вращении головки б.

Вибрационные машинки имеют обычно крупные эталонные балансы, число колебаний которых может быть также изменено с помощью градусника, смонтированного на платине приспособления. Некоторым приспособлениям придаются сменные эталонные балансы с различным количеством колебаний в единицу времени.

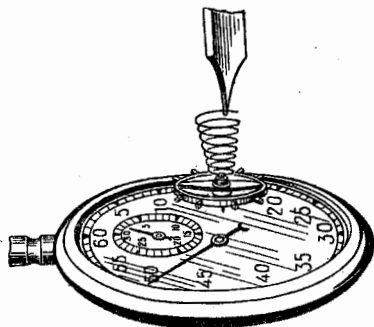
В крупных часовых мастерских операции, связанные с обработкой спирали баланса, целесообразно поручать специальным лицам. При накоплении опыта они могут выполнять все операции достаточно быстро и в полном соответствии с техническими требованиями. Проведение вибрации также требует определенных навыков.

При вибрации производят наблюдение за частотой колебаний переключен балансов образцового и проверяемого, добиваясь их совпадения. Если проверяемая спираль не имеет требуемой длины, то совпадения колебаний переключен не будет. Обычно спираль имеет большую длину, чем это требуется, постепенно укорачивая ее, добиваются совпадений. Отдельные типы вибрационных машинок конструктивно выполняются так, что можно наблюдать только спицу эталонного баланса, так как мелькание обода и винтов баланса отвлекает внимание оператора. Движение переключены хорошо просматривается через матовое стекло, что значительно облегчает работу.

При отсутствии вибрационной машинки операцию вибрации можно выполнить с применением секундомера или хорошо выверенных часов с секундной стрелкой.

Выполнение операции вибрации при помощи секундомера или часов производят путем подсчета числа колебаний баланса в единицу времени.

Баланс со спиралью помещают на стекло секундомера или часов (фиг. 56) и, захватив внешний конец спирали пинцетом, поднимают его вверх резким движением, сообщая этим балансу колебательное движение в двух направлениях.



Фиг. 56. Вибрация с помощью образцовых часов.

Когда спиральная пружина разворачивается, баланс опускается и цапфа ударяется о стекло часов. Принимая для счета отрезок времени в какое-то количество секунд (удобнее принимать от 10 сек. и выше с интервалом 5 или 10 сек.), производят подсчет количества ударов цапфы проверяемого баланса о стекло.

В часах, имеющих 18 000 колебаний баланса в час, проверяемый баланс делает за 10 сек. 25 колебаний и за 5 сек. 12,5 колебания.

Подсчет достаточно провести в интервале 15—20 или 30 сек. Счет следует начинать с нуля, а не с единицы.

Поддержание колебаний баланса при подсчете производят понижением и поднятием пинцета, в котором удерживается внешний виток, в такт его колебаниям.

Используя точно идущие эталонные часы, можно осуществить операцию вибрации аналогично тому, как это производится на вибрационной машинке, следя за совпадением переключен проверяемого баланса и эталонных часов. Для этого эталонные часы перевертывают циферблатом вниз, открывают заднюю крышку, а сверху накладывают стекло.

При всех способах вибрации несовпадение устраняется перемещением точки удержания спирали до получения необходимого результата.

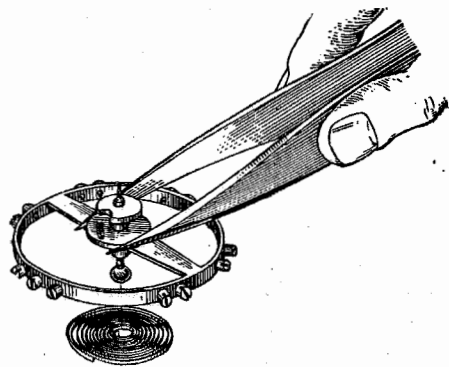
Используя эталонные часы крупного калибра, можно изготовить очень хорошее приспособление для вибрации. Для этого снимается накладной камень, верхняя цапфа оси баланса изготовляется длиннее, чем обычно; она должна выступать: над мостом баланса. На этот конец туго напрессовывается латунная втулка, имеющая коническую выемку по размеру цапф осей вибрируемых балансов.

Вибрируемый баланс подвешивают так, чтобы нижняя цапфа его входила в коническую выемку втулки, укрепленной на оси эталонного баланса. Эталонный баланс при своих колебаниях будет приводить в движение проверяемый баланс. В том случае, когда спираль не соответствует балансу, вибрируемый баланс будет двигаться рывками. По мере приближения спирали к требуемой длине колебания испытываемого баланса будут более длительными, но он все же остановится, перед тем как снова начать колебания, и, наконец, когда длина спирали будет подобрана точно, оба баланса будут совершать колебания с большой амплитудой.

Такой способ исключает необходимость в вычислении количества колебаний, прослушивании или контроле совпадения переключен балансов, он не требует какого-либо напряжения, внимания.

В том случае, когда на подбираемую спираль не закреплена колодка, предварительная проверка и вибрация могут производиться без колодки. На конце оси баланса закрепляют

восковой или пластилиновый шарик размером, не превышающим межвитковое расстояние внутренней части спирали. В этот шарик вдавливают конец внутреннего витка, как показано на фиг. 57.



Фиг. 57. Предварительное закрепление спирали восковым шариком.

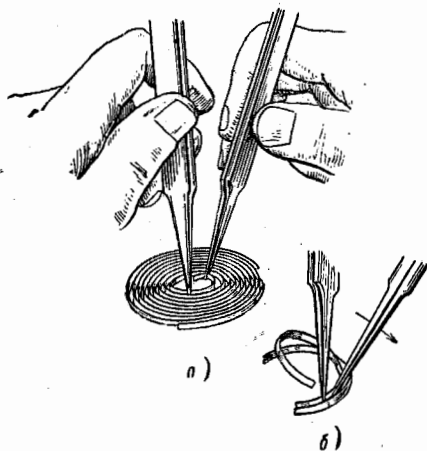
дусника, колонкой, мостом, переключиной баланса или центральным колесом.

Исправление значительно погнутой спирали — операция кропотливая, не всегда дающая положительные результаты. Исправленная спираль почти всегда работает хуже, чем новая.

При ремонте часов все же очень часто приходится производить исправления спирали, вызываемые неправильным расположением витков, неправильным закреплением в колодке, плоскостным биением или неправильной формой концевой кривой. Самые незначительные погрешности в установке спирали необходимо тщательно устранять.

Правку и центрирование спирали производят при помощи двух пинцетов (фиг. 58, а). Одним пинцетом спираль удерживают, другим производят выгибание витка в определенное направление (по стрелке на фиг. 58, б).

Выполнение исправлений спирали на бумаге или на тонком стекле при боковом освещении создает тени между витками и затрудняет выполнение операции.



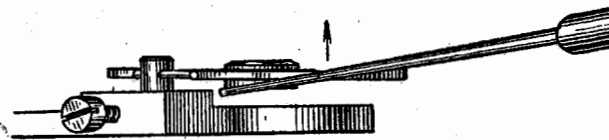
Фиг. 58. Исправление спирали по плоскости.

Спираль, установленная на балансе и помещенная в механизм, должна свободно закручиваться и раскручиваться, не соприкасаясь с окружающими ее частями. Она должна быть хорошо центрирована.

При разборке часов, подлежащих ремонту, необходимо проверить центрирование спирали и убедиться, что она не соприкасается с замком гра-

Тени мешают отчетливо различать витки спирали и затрудняют определение места правки.

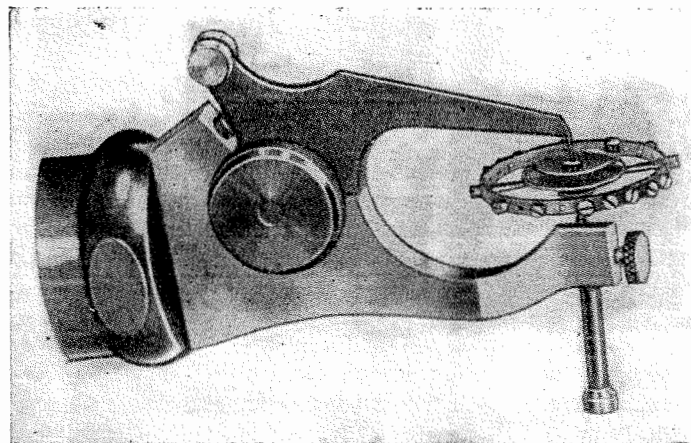
В целях устранения теней исправляемую спиральную пружину необходимо располагать на толстом стекле или тонком стекле с подставкой, с тем чтобы отделить тени от спирали. Очень удобно выполнять операцию правки на матовом стекле, освещенном снизу.



Фиг. 59. Прием правки спирали.

Исправление спирали, закрепленной на мосту, по плоскости показано на фиг. 59.

Причиной искажения формы спирали в плоскости обычно является ее скручивание у колонки или колодки, а не изгиб сред-



Фиг. 60. Правка средней спирали.

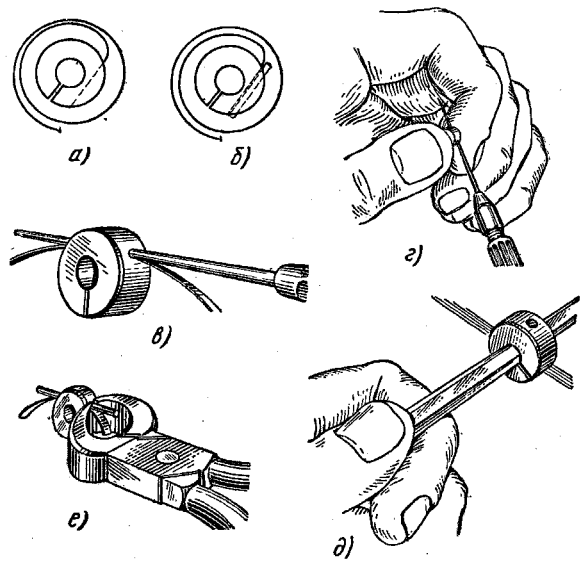
них витков. Поэтому исправление производят подгибкой спирали у мест скручивания.

В спиралях, имеющих концевую кривую, нарушение плоскости иногда вызывается изгибом внешнего витка в том месте, где концевая кривая переходит в спираль. Исправление спирали производят изгибом в противоположную сторону специально заточенными пинцетами, которые применяют только для этой цели. Пинцеты, применяемые для правки, как и другие инстру-

менты, не должны быть намагниченными, а также должны свободно входить между витками спирали.

Центрирование спирали производят как до монтажа спирали на баланс, так и после него.

Центрирование отдельной спирали можно выполнять на станке, устанавливая ее на оправку, зажатую в цанге станка. Медленно вращая шпиндель, производят проверку и исправление биения. Центрирование спирали, или, как называют эту опе-



Фиг. 61. Крепление внутреннего конца спирали к колодке.

рацию, правка «средней» в сборе с балансом, удобно выполнять на приспособлении (фиг. 60). Верхнюю ножку приспособления отжимают пальцем на ее головку.

После закрепления спирали в колодке перед правкой «средней» необходимо тщательно выполнять выход первого внутреннего витка из колодки. Спираль не должна касаться колодки. Между выходом спирали и колодкой должно быть расстояние, равное шагу спирали.

Для установки и закрепления спиральной пружины на колодку, вначале необходимо удалить лишние внутренние витки спирали так, чтобы между первым внутренним витком и колодкой было такое же расстояние, как между двумя последовательными витками.

Внутренний конец спирали выпрямляется на длину, достаточную для заштифтовки его в колодке. Спираль должна выходить из колодки по дуге окружности (фиг. 61, а). Этот изгиб под-

готавливают для вставки спирали в отверстие колодки. Закрепление производят латунным штифтом (рис. 61, б).

Для определения длины штифт удерживают пинцетом или тисочками и предварительно вводят в отверстие колодки с концом спирали; далее отмечается (фиг. 61, в) начало и конец части штифта, входящей в колодку. Колодку удерживают в руке (фиг. 61, г).

Штифт зашлифовывают надфилем по отметкам примерно на глубину, равную четверти его диаметра. Это делают для того, чтобы легко можно было отломать лишние части штифта. Далее на той части штифта, которая будет в колодке, зашлифовывают плоскую лыску, чтобы освободить место в отверстии колодки для спирали. При заштифтовке колодку надевают на граненый конический стержень, одна из граней которого входит в разрез колодки (фиг. 61, д), чтобы она не проворачивалась. Внутренний конец спирали вводят в отверстие колодки одновременно со штифтом. Иногда лыску на штифте приходится делать большую, с тем чтобы спираль легко вошла в колодку.

В часах малых калибров с менее жесткой спиралью штифт может быть круглым, он и так достаточно прочно зажмет спираль. Тонкая спираль легко деформируется и принимает форму штифта, что не всегда имеет место у жестких спиралей карманных и некоторых наручных часов.

При введении внутреннего конца спирали в отверстие колодки необходимо быть очень осторожным, стремиться не деформировать внутренних витков спирали.

Штифт вводится в отверстие той же стороны, с которой вводят спираль. Осторожно вращая штифт, добиваются, чтобы спираль заняла плоскость, перпендикулярную к оси стержня. При правильном выполнении операции после заштифтовки не должно быть необходимости в исправлении плоскости спирали.

Штифт закрепляют в колодке рекомендуется не нажимом, а вытаскиванием его за конец, что исключает возможность сгибания последнего.

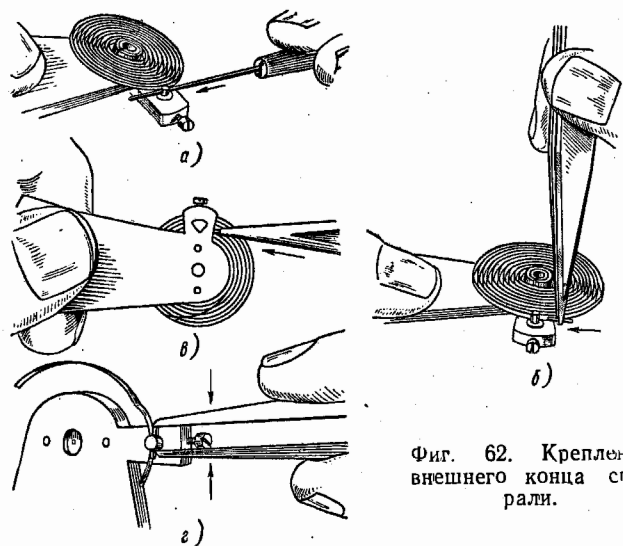
Отметки на штифте можно не делать, если имеются хорошие кусачки, которыми можно откусить штифт у колодки (фиг. 61, е).

Закрепленная в колодке спираль должна находиться в плоскости, перпендикулярной к колодке. Если спираль вибрировалась без колодки, то после заштифтовки ее на колодку рекомендуется вновь проверить вибрацию.

Внешний конец спирали удобно закреплять в колонку непосредственно на мосту баланса. Штифт предварительно вводят в колонку при установленной спирали (фиг. 62, а), отмечают его длину, после чего откусывают кусачками необходимую часть и пинцетом (фиг. 62, б) вводят в колонку (фиг. 62, в). Закрепление штифта (фиг. 62, г) производят, применяя специальный пинцет с одной разрезной или укороченной ножкой.

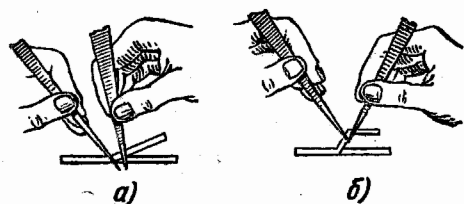
Как уже было сказано, внешний виток пружины увеличивает-ся на $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{8}$ витка как резерв.

Часовому мастеру необходимо знать, что в часах витки спи-рالي без концевой кривой во время работы баланса разверты-



Фиг. 62. Крепление внешнего конца спирали.

ваются эксцентрично, центр тяжести ее периодически смещает-ся от оси вращения баланса, что является недостатком такой спирали.



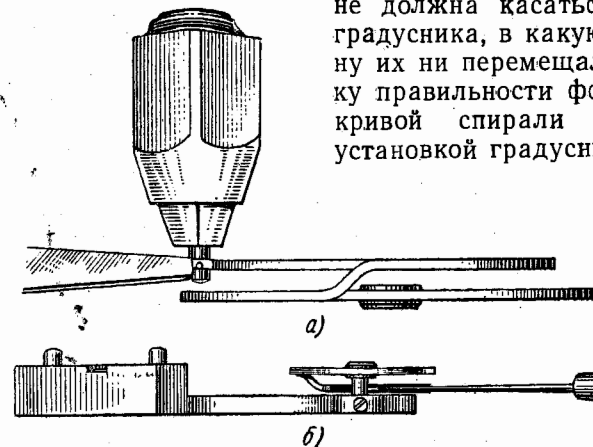
Фиг. 63. Изготовление колена концевой кривой.

Колебания баланса с плоской пружиной не строго изохронны, т. е. период колебания баланса зависит от амплитуды. Спираль с внешней концевой кривой раскручивается концентрично. Необходи-мо иметь в виду, что спираль с концевой кривой почти на виток больше при одинаковых диаметрах с плоской. Колено концевой кривой, т. е. переход от плоскости спирали к плоскости кривой, при наличии навыка производят одним пинцетом, вво-

димым вместе со спиралью в нетвердую доску. Чаше колено выполняют двумя пинцетами.

Спираль на расстоянии $\frac{2}{3}$ витка от внешнего конца удержи-вают одним пинцетом, а другим отгибают вверх (фиг. 63, а). Второй изгиб выполняется на необходимой высоте с таким рас-четом, чтобы колено обеспечивало внешнему витку параллель-ность с остальными витками (фиг. 63, б). Наружную часть витка выгибают, придавая ему определенную форму (фиг. 64).

Спираль в состоянии покоя не должна касаться штифтов градусника, в какую бы сторо-ну их ни перемещали. Проверку правильности формы конца кривой спирали производят установкой градусника в край-



Фиг. 65. Установка спирали.

ние положения. Спираль должна находиться посередине между штифтами. При медленном перемещении градусника из одного крайнего положения в другое между спиралью и штифтами гра-дусника должен сохраняться одинаковый зазор.

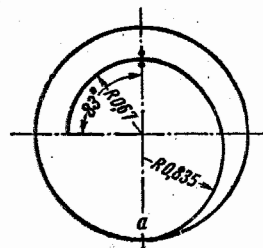
Заштифтовку спирали в колонку можно производить отдель-но (фиг. 65, а) с последующей установкой на мост. Заштифтовку можно также производить на мосту баланса (фиг. 65, б).

После заштифтовки спираль выправляется по плоскости в тисочках или на мосту. Далее спираль устанавливают так, что-бы отверстие колодки совпадало с отверстием в камне моста баланса.

Не следует допускать соприкосновения между смазанными цапфами оси баланса и витками спирали во избежании их по-следующего слипания.

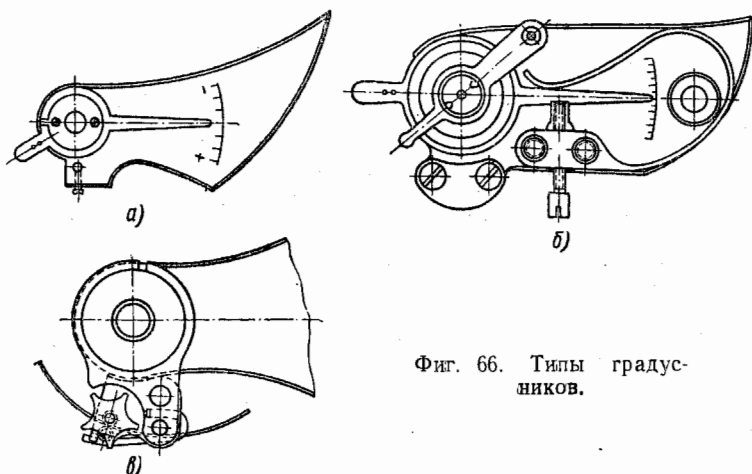
Градусник. Существенное значение для правильного хода ча-сов имеет градусник. Градусник позволяет осуществлять в опре-деленных пределах изменение периода, колебания баланса, т. е. регулировать суточный ход часов.

Регулировочная способность градусника ограничивается пре-делами порядка $\pm 3,5$ мин. в сутки.



Фиг. 64. Внешняя концевая кривая часов «Победа».

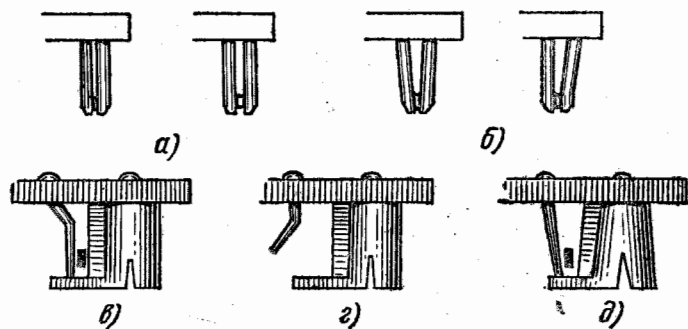
В целях обеспечения регулировочной способности градусника длину спиральной пружины баланса определяют для среднего его положения по шкале, нанесенной на верхней плоскости моста баланса.



Фиг. 66. Типы градусников.

Градусник закрепляют на мосту баланса накладкой, в которую запрессован накладной камень опоры оси баланса.

Существует несколько способов закрепления градусников на мосту баланса. Наибольшее распространение получил способ за-



Фиг. 67. Штифты градусника.

крепления градусника накладкой с конической боковой стороной (фиг. 66, а).

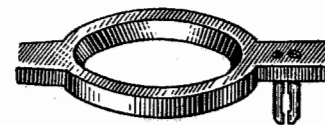
Градусник с микрометрическим винтом (фиг. 66, б) применяется в часах повышенной точности. В отдельных типах часов применяются градусники с роликовой подачей спирали (фиг. 66, в).

В градусниках, работающих с плоской спиралью, расстояние между штифтами не должно превышать двойной толщины спирали, а в градусниках, работающих со спиралью, имеющей кон-

цевую кривую, это расстояние должно быть еще меньше, однако штифты не должны зажимать спираль.

Штифты устанавливают параллельно один другому и перпендикулярно к плоскости градусника (фиг. 67, а); они должны быть чисто полированными, без следов масла во избежание прилипания спирали. По длине штифты должны соответствовать спирали (фиг. 67, а), но не должны касаться ее или баланса и не должны быть короткими. Не рекомендуется производить подгибку штифтов, как показано на фиг. 67, б.

При плоской спирали штифты снабжаются замком (фиг. 67, в) в целях предохранения внешнего витка от захлестывания. Если требуется изменить расстояние между штифтами или штифтом и замком, то это делают в соответствии с фиг. 67, г. Штифты с замком не должны располагаться, как показано на фиг. 67, д. При длительной эксплуатации часов крупных калибров штифты в процессе работы в зоне нахождения спирали могут иметь износ (фиг. 68). Такие штифты подлежат замене. Штифты, как правило, делают из латуни диаметром 0,1—0,25 мм. Замена штифтов хотя и не сложна сама по себе, однако требует определенной затраты времени. В целях экономии времени, если есть возможность, целесообразнее производить замену градусника целиком.



Фиг. 68. Повреждение штифтов градусника в результате износа

§ 7. СПУСКИ

Рассмотрение гармонических колебательных движений как основы действия регуляторов хода часовых механизмов позволило установить особенности их действия и назначение.

Между колебаниями маятника стенных часов и колебаниями баланса часов малого калибра существует различие. В стенных часах и особенно астрономических маятник совершает медленные колебания очень малой амплитуды. В карманных и наручных часах, в отдельных типах настольных и настенных часов, имеющих приставные хода, баланс, наоборот, совершает быстрые колебания с большой амплитудой. Конструктивное различие между маятником и балансом не случайно, оно объясняется условиями их работы. Колебания маятника не изохронны. Неизохронность колебаний маятников ослабляют, уменьшая их амплитуду настолько, чтобы не нарушить нормальную работу спуска.

При конструировании часовых механизмов с маятниками выбирают число колебаний маятника в час небольшим, чтобы уменьшить влияние двух противодействующих движению факторов — трения в подвесе и сопротивления воздуха. При малых амплитудах колебаний маятника эти факторы играют меньшую роль.

В переносных часах (наручных, карманных и др.) наблюдаются иные условия работы регулятора хода. Колебательная система баланс — спираль, применяемая в них как регулятор хода (теоретически при свободных колебаниях), совершает изохронные колебания, поэтому величина амплитуды колебания баланса не влияет на период колебания.

Необходимо иметь в виду, что в часах с балансом, как с маятником, трение и сопротивление воздуха также оказывают вредное влияние. Настенные маятниковые часы работают в стационарных условиях. Часы с балансовым регулятором являются переносными.

Постоянное перемещение наручных и карманных часов создает условия к резким толчкам, действующим на механизм и, следовательно, на регулятор хода.

Резкие толчки, сообщаемые механизму извне, нарушают правильное функционирование баланса и, следовательно, создают предпосылки к искажению их хода. Толчок, поступивший извне, увеличивает или уменьшает угловую скорость движения системы баланс — спираль.

Современные карманные и наручные часы имеют число колебаний баланса в пределах 18 000, 19 000, 19 800, 21 300, 21 600, 22 600 в час и т. д.

Отечественная часовая промышленность выпускает наручные и карманные часы преимущественно с количеством колебаний баланса, равным 18 000 в час.

Применение в часах балансов с большим числом колебаний, чем 18 000 в час, вызывается стремлением исключить возможность остановки часов вследствие противодействующего толчка вблизи от мертвой точки.

Часы с большим числом колебаний баланса легче поддаются регулировке.

Баланс при большом числе колебаний совершает движение с большей скоростью. Баланс при больших скоростях колебания менее чувствителен к толчкам. Проходя через положение равновесия, быстро движущийся баланс имеет большую кинетическую энергию.

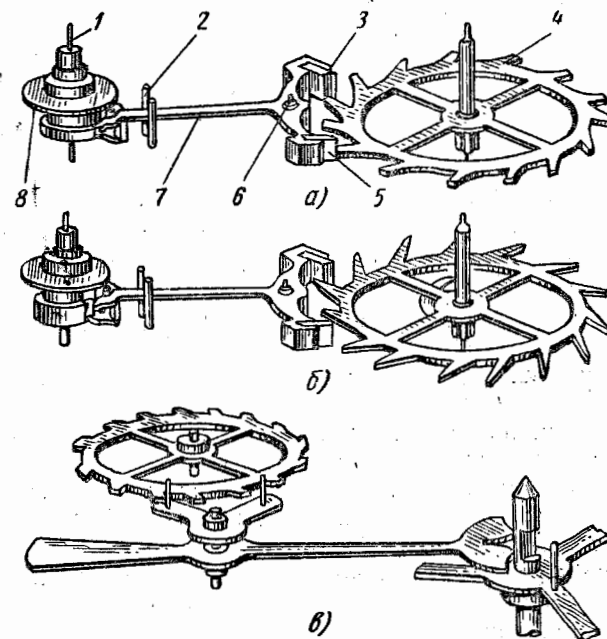
Увеличение числа колебаний баланса имеет и свои недостатки. Большая угловая скорость баланса увеличивает трение, которое для трущихся поверхностей, покрытых смазкой, зависит от скорости. На быстро движущийся баланс также сильно влияет сопротивление воздуха. Таким образом, несмотря на значительную кинетическую энергию, торможение баланса может быть большим.

В часах с большим количеством колебаний баланса возникает потребность в значительной движущей силе, так как энергия, теряющаяся при каждом колебании баланса, довольно значительна. Количество передаваемых импульсов в данный отрезок времени значительно возрастает. В таких часах требуется более

сильная пружина хода, увеличивающая износ всей системы зубчатых передач, что заметно сказывается на стабильности регулировки часов.

Большое число колебаний баланса создает довольно значительное трение; в цапфах его оси увеличивается износ, который особенно опасен для триба анкерного колеса.

Между пружиной хода, передающей посредством зубчатой передачи усилие, и регулятором находится спуск, выполняющий в механизме работу по сообщению импульса балансу для поддержания его колебаний.



Фиг. 69. Типы анкерных спусков.

Анкерные спуски. В карманных и наручных часах, а также в отдельных типах настольных и настенных часов, имеющих баланс в качестве регулятора хода, находят широкое применение различного конструктивного исполнения спуски; в том числе анкерные.

В часах иногда встречается цилиндрический спуск. В настоящее время переносные часы изготовляют преимущественно с анкерными спусками следующих разновидностей:

швейцарский — спусковое колесо имеет на концах своих зубьев импульсную плоскость, импульсную плоскость имеют и палеты анкерной вилки (фиг. 69, а);

английский — спусковое колесо имеет остроконечные зубья, импульс передается только по палете анкерной вилки (фиг. 69, б);

штифтовой — спусковое колесо имеет зуб с импульсной плоскостью. У анкерной вилки вместо палет применены штифты (фиг. 69, в).

Анкерное колесо вращается по часовой стрелке.

Штифтовой анкерный спуск находит применение в будильниках, настольных и некоторых других часах отечественного производства. В зависимости от калибра часового механизма детали спуска по своим размерам могут быть очень незначительны.

Часовому мастеру необходимо хорошо знать взаимодействие деталей спуска, правила их монтажа, способы регулировки, без чего немислимо квалифицированное выполнение ремонта часов.

Для ознакомления рассмотрим взаимодействие деталей в устройстве швейцарского анкерного спуска (фиг. 69, а). На оси 1 баланса устанавливают двойной ролик 8 с импульсным камнем (эллипсом), взаимодействующим с анкерной вилкой 7; последняя поворачивается на оси 6 на определенный угол между ограничительными штифтами 2. Всякий раз при перебросе анкерной вилки от одного штифта к другому палеты 3 и 5 освобождают спусковое колесо 4, которое через систему колес механизма находится под воздействием усилия пружины хода (движение происходит по часовой стрелке). С одной стороны анкерная вилка находится под воздействием спускового колеса, а с другой — под воздействием баланса.

Спусковое колесо за два колебания баланса поворачивается на один зуб. Поворачиваясь на один зуб, оно сообщает палетам 3 и 5 импульсы, которые поворачивают анкерную вилку на ее оси. Анкерная вилка, поворачиваясь под воздействием усилия, поступающего от зуба спускового колеса, сообщает импульс эллипсу двойного ролика, осуществляя тем самым поступление энергии к балансу для поддержания его колебаний.

Рассматривая анкерные спуски, можно установить, что они состоят из трех основных узлов: спускового колеса, анкерной вилки и баланса, несущего двойной ролик с эллипсом.

Штифтовой анкерный спуск по своей конструкции несколько отличается от английского и швейцарского спусков. В штифтовом спуске палеты заменены стальными штифтами, двойной ролик отсутствует, а эллипс заменен стальным штифтом, запрессованным в спицу обода баланса.

Анкерная вилка — это узел часового механизма, который связывает спусковое колесо и всю колесную систему с узлом баланса.

Часть анкерной вилки, расположенную со стороны спускового колеса и несущую палеты, называют скобой, часть, находящуюся со стороны двойного ролика и оси баланса, передающую импульс последнему, называют хвостовой частью вилки.

Взаимодействие деталей анкерного спуска со спусковым колесом и балансом оказывает влияние на отсчет времени часовым механизмом и определяет его общее функционирование.

Точность отсчета времени также зависит и от работы регулятора хода, т. е. колебательной системы баланс — спираль. Основные способы регулировки этой системы изложены при рассмотрении регуляторов хода.

Учитывая, что отечественной часовой промышленностью производятся преимущественно часы с анкерным спуском швейцарского типа, будем его рассматривать как основную.

Рассмотрение анкерного спуска начнем со спускового колеса. Конструктивно оно отличается от колес, применяемых в зубчатых передачах, и имеет совершенно иное назначение. Общий вид спускового колеса швейцарского анкерного спуска показан на фиг. 70, а.

Спусковое колесо 1 ступицей 2 напрессовано на ось триба 3. Колесо имеет спицы 4, обод с зубьями 5. У подавляющего большинства наручных и карманных часов спусковое колесо имеет 15 зубьев. В отдельных типах часов встречаются спусковые колеса с другим числом зубьев.

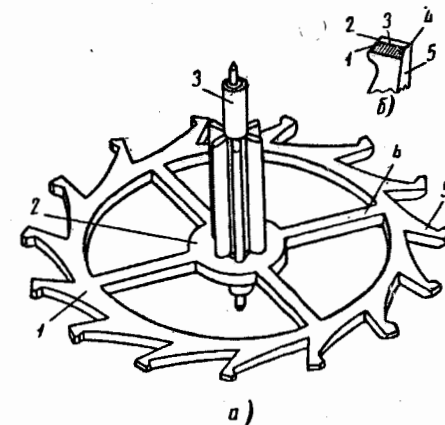
Форма зуба спускового колеса показана на фиг. 70, б. Он имеет острие 4, пятку 2, плоскость покоя 5, плоскость импульса 3 и фаску 1.

В последние годы отечественной часовой промышленностью спусковые колеса и анкерные вилки изготавливаются стальные с соответствующей термообработкой. В часах более раннего выпуска спусковое колесо и анкерная вилка изготавливались из твердой латуни.

Верхняя плоскость стального спускового колеса полируется, нижняя шлифуется, плоскости покоя и импульса полируются.

Притупление острия и пятки зубьев колеса, а также наличие на них заусенцев не допускается.

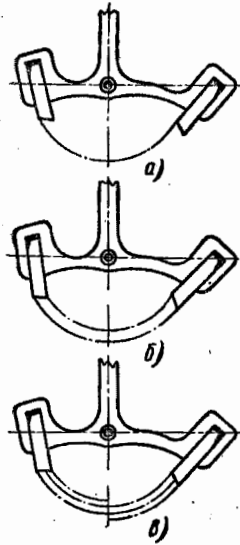
К спусковому колесу предъявляются высокие требования; форма всех зубьев должна быть совершенно одинаковой, импульсные плоскости должны находиться на равном расстоянии от центра колеса. Отклонения в размерах и особенно радиальное биение зубьев спускового колеса не допустимы.



Фиг. 70. Спусковое колесо швейцарского анкерного спуска.

Другим узлом спуска является анкерная вилка. В механизмах встречаются спуски, в которых анкерные вилки конструктивно отличаются одна от другой построением скобы. Анкерные вилки можно подразделить на три вида: неравноплечие, равноплечие и смешанные.

В неравноплечей скобе (фиг. 71, а) плоскости покоя палет расположены на одинаковом расстоянии от оси вращения анкерной вилки. Характерной особенностью анкерного спуска с неравноплечей скобой является то, что импульс на выходной палете происходит дальше от линии спуска, чем на входной. Поэтому выходная палета имеет больший угол подъема. Освобождение палеты из-под зуба спускового колеса на обеих палетах происходит при одинаковых условиях. Спуск с неравноплечей скобой требует особо точной наладки.



Фиг. 71. Виды скоб анкерных вилок.

Равноплечая скоба (фиг. 71, б) характеризуется тем, что середины импульсных плоскостей палет находятся на одинаковом расстоянии от оси вращения анкерной вилки. С каждой стороны линии, разделяющей импульсные поверхности палет, находится половина ее ширины.

Передача импульса при равноплечей скобе одинакова на обеих палетах. Однако расположение плоскостей покоя на разных расстояниях от оси вращения создает неодинаковые условия при освобождении.

Одной из неисправностей спусков, имеющих равноплечую скобу, является заклинивание при освобождении. В целях устранения этого спуск делают более мелким.

Смешанная скоба (фиг. 71, в) имеет те и другие преимущества и недостатки. Плоскость покоя входной палеты находится на одинаковом расстоянии со серединой плоскости импульса выходной палеты. В часах отечественного производства применяются анкерные вилки преимущественно с неравноплечей скобой.

Анкерная вилка, показанная на фиг. 72, а, применяется в часах «Победа», «Москва», «Маяк», «Спортивные», «Молния» и др., а на фиг. 72, б — в часах «Звезда». Последнюю вилку называют боковой. Боковое расположение хвоста вилки вызвано условиями удобства размещения ее в механизме.

В часах «Победа» и др. с прямой вилкой оси баланса анкерной вилки и спускового колеса расположены на одной прямой линии, называемой линией спуска. В часах «Звезда» спус-

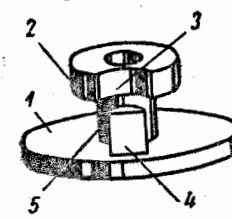
сковое колесо смещено в сторону от этой линии. Принцип действия спуска остается неизменным при различных конструкциях вилок. В дальнейшем будем рассматривать анкерный спуск с прямой анкерной вилкой как более распространенный.

Скоба прямой анкерной вилки (фиг. 72, а) состоит из плеч правого 4 и левого 1. Каждое плечо имеет паз для установки палеты. В паз правого плеча устанавливается входная палета 3, в паз левого плеча — выходная палета 2.

Наименование плеч производится при рассмотрении вилки со стороны ее хвостовой части, в которой расположены пазы 7, рожки 5, 8 и копы 6. Вилка имеет ось 9. Верхняя плоскость стальных анкерных вилок тщательно полируется. Поверхности паза 7 округлены, как это показано на фиг. 72, в, со тщательным их полированием.

Копье, как правило, изготавливают из твердой латуни и прочно запрессовывают в специальный выступ или непосредственно в хвостовую часть вилки.

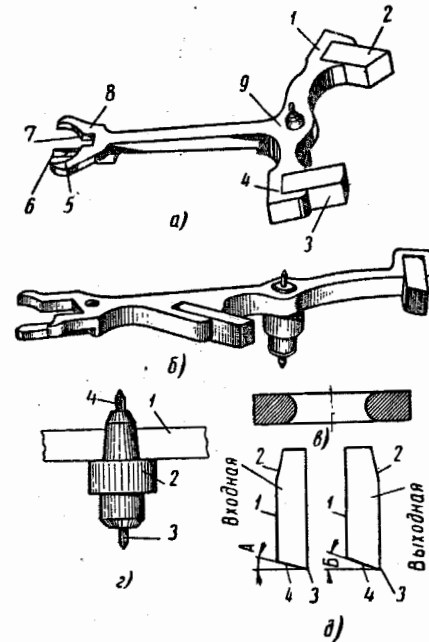
В часах «Победа», «Звезда» и др. конец копы, как правило, заостряется под углом 100°, в часах «Салют» 120°.



Фиг. 73. Двойной ролик.

Анкерную вилку 1 напрессовывают на ось до уступа 2 (фиг. 72, з). Цапфами 3 и 4 ось вилки поворачивается в камневых опорах. В некоторых часах ось анкерной вилки не запрессовывают, а соединяют с помощью резьбы. Входная и выходная палеты анкерной вилки показаны на фиг. 72, д, которые имеют плоскости покоя 1, плоскости импульса 4, переднее ребро, образованное плоскостями 1; 4, заднее ребро 3, заходные фаски 2; А и Б — углы наклона плоскостей импульса палет. У входной палеты заходная фаска расположена с левой стороны, у выходной — справа.

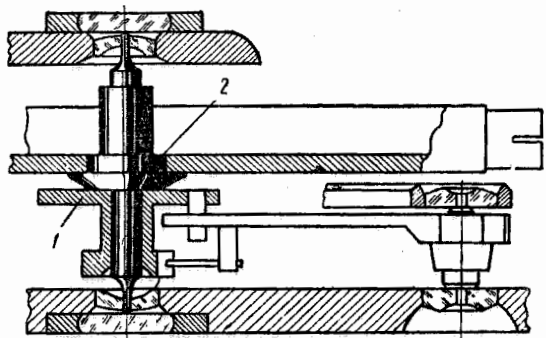
Третьим элементом анкерного спуска, устанавливаемым на оси баланса, является двойной ролик с эллипсом. Общий вид



Фиг. 72. Анкерные вилки.

двойного ролика с эллипсом показан на фиг. 73, он может быть стальным или латунным. Двойной ролик состоит из большого или импульсного ролика 1, в котором имеется сквозное отверстие для установки эллипса, и малого или предохранительного ролика 2. Импульсный и предохранительный ролики связаны втулкой 5 со сквозным отверстием для насадки на ось баланса. В предохранительном ролике имеется выемка 3 определенного радиуса.

Эллипс 4 устанавливается в импульсном ролике строго перпендикулярно к его плоскости. Эллипс и выемка предохранительного ролика располагаются строго по одной осевой линии. Боковая поверхность предохранительного ролика должна быть чистой; в стальных роликах она полируется.



Фиг. 74. Расположение двойного ролика на оси баланса.

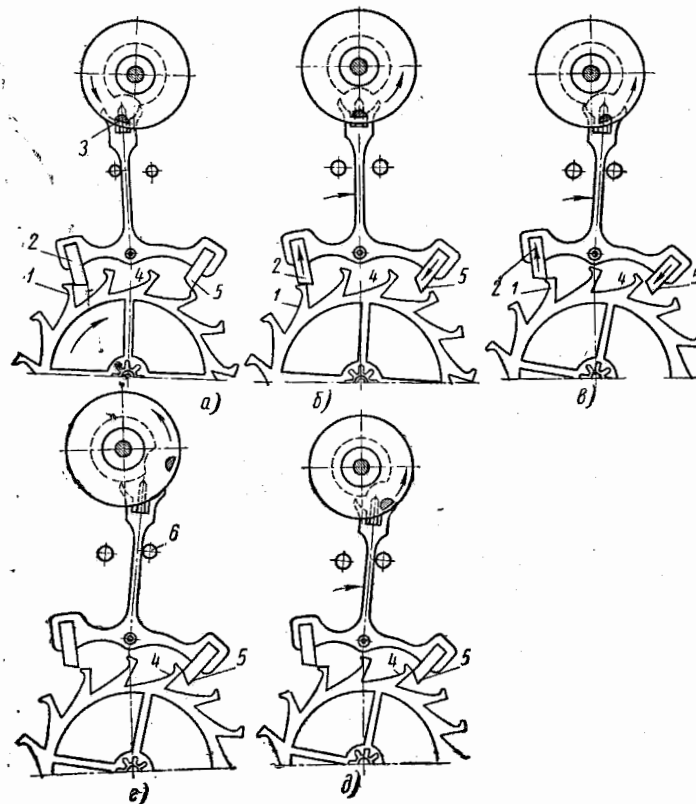
Запрессованный на ось баланса двойной ролик не должен иметь радиального биения, особенно это относится к предохранительному ролику. Двойной ролик 1, установленный на ось 2 баланса, должен занимать положение, показанное на фиг. 74. В большинстве современных часов с анкерным спуском применяются эллипсы, изготовляемые из искусственного рубина. Рабочие поверхности эллипса зеркально полированы, торцы шлифуются. Основным размером эллипса является размер той его части, которая входит в паз анкерной вилки.

Рассмотрим принцип работы анкерного спуска и взаимодействие его отдельных элементов с колесной системой и регулятором. На фиг. 75 показаны последовательные фазы работы спуска и взаимные положения отдельных его элементов.

Положение деталей, показанное на фиг. 75, а, примем за исходное. Спусковое колесо под воздействием момента заводной пружины стремится повернуться в направлении, указанном стрелкой. Оси спускового колеса, анкерной вилки и баланса находятся на одной прямой, называемой линией спуска.

Зуб 1 спускового колеса лежит на плоскости покоя входной палеты 2 и перемещаться не может. Вся система зубчатых колес

механизма и, следовательно, стрелки в этот момент находятся в состоянии покоя. Эллипс 3 вместе с узлом баланса под воздействием спирали в это время поворачивается в направлении, указанном стрелкой. В следующий момент (фиг. 75, б) эллипс входит в паз анкерной вилки и с большой силой ударяет о стенку паза, поворачивая анкерную вилку в направлении, указанном стрелкой.



Фиг. 75. Последовательные фазы работы анкерного спуска.

В момент перемещения анкерной вилки входная палета ударяет по зубу 1 спускового колеса, несколько перемещая его в направлении, обратном основному вращению. В это время анкерная вилка продолжает поворачиваться под воздействием эллипса, входная палета 2 приподнимается, зуб анкерного колеса, остановившись, падает на импульсную плоскость палеты.

Преодоление усилия, создаваемого заводной пружиной на спусковом колесе, при освобождении палеты из-под зуба происходит за счет потери инерции балансом. Переход вершины зуба из состояния покоя на импульсную поверхность палеты является

моментом освобождения спускового колеса и всей колесной системы.

С переходом зуба 1 на импульсную поверхность палеты спусковое колесо, вращаясь под воздействием заводной пружины, толкает входную палету 2 в направлении, указанном стрелкой. Зуб 4 анкерного колеса при этом перемещается в направлении выходной палеты 5.

Когда зуб 1 движется по импульсной плоскости палеты, анкерная вилка проходит положение равновесия, хвостовая часть ее получает ускорение и правым рожком ударяет по импульсному камню, установленному в двойном ролике.

В момент, когда левая стенка паза вилки догоняет эллипс, усилие от заводной пружины через зуб спускового колеса и анкерную вилку передается эллипсу и, следовательно, балансу. Баланс получает ускорение, компенсирующее потери на трение. Импульс продолжается сначала по импульсной плоскости палеты, затем по импульсной поверхности зуба спускового колеса. Баланс продолжает свое движение, при этом спиральная пружина закручивается или раскручивается.

Вслед за окончанием импульса на входной палете 2 (фиг. 75, в) зуб 4 спускового колеса приближается к выходной палете 5. После отрыва зуба 1 от входной палеты 2 происходит свободное падение зуба 4 анкерного колеса на выходную палету 5. В момент перемещения зуба 1 по импульсным поверхностям и свободного падения происходит движение всей колесной системы механизма и перемещение стрелок.

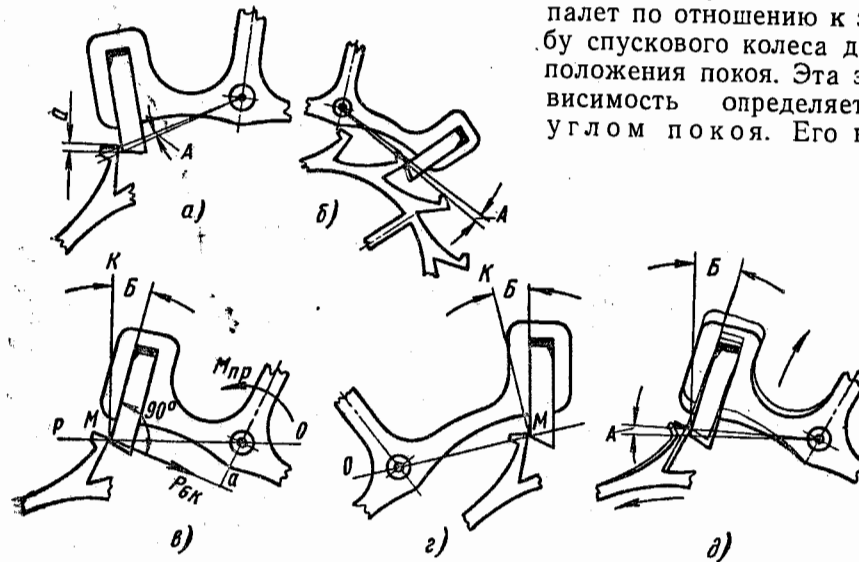
Одновременно со свободным перемещением спускового колеса продолжает свое движение анкерная вилка и, пройдя угол потеряннного пути, доходит до ограничительного штифта б (фиг. 75, г), упиравшись в него. Зуб 4 анкерного колеса падает на плоскость покоя выходной палеты 5. После окончания импульса баланс свободно перемещается в направлении, указанном стрелкой. Анкерная вилка остается в состоянии покоя (фиг. 75, д), зуб 4 спускового колеса находится на плоскости покоя выходной палеты 5, колесная система снова заперта.

В своем свободном движении баланс доходит до крайнего положения, останавливается и под воздействием упругих сил спиральной пружины начинает свое движение в обратном направлении. Далее все повторяется аналогично предыдущему на выходной палете, с обратным перемещением вилки. Эллипс будет входить в паз анкерной вилки, ударяться о рабочую плоскость паза, поворачивая вилку в сторону, обратную ее начальному движению.

В рассмотренном процессе работы анкерного спуска имеет место строгое взаимоположение отдельных элементов и деталей. Когда анкерная вилка перемещается и сообщает импульс балансу, копы вилки проходит выемку предохранительного ролика. В крайних положениях, когда вилка находится у ограничитель-

ных штифтов и фиксируется зубьями колеса, исключается возможность соприкосновения копы с боковой поверхностью предохранительного ролика.

Рассмотрение работы анкерного спуска было начато с положения, когда зуб спускового колеса находился на плоскости покоя палеты. Усилие заводной пружины через зубчатую передачу сообщается спусковому колесу, и последнее оказывает давление на палету, удерживая анкерную вилку у ограничительного штифта. Существует определенная зависимость расположения палет по отношению к зубу спускового колеса для положения покоя. Эта зависимость определяется углом покоя. Его на-



Фиг. 76. Построение углов покоя и притяжки.

ходят следующим образом. Из центра оси вращения анкерной вилки проводят прямые, из которых одна проходит через острие зуба колеса, вторая — через переднее ребро палеты (фиг. 76, а для входной и фиг. 76, б для выходной палеты). Проведенные линии образуют угол покоя.

Угол покоя должен быть одинаковым как для входной палеты, так и для выходной.

Практически угол покоя α определяется по величине a (фиг. 76, а), которая представляет собой расстояние между импульсной плоскостью палеты и прямой, проведенной через острие зуба колеса.

Угол покоя, выраженный в долях ширины палеты, для наручных часов будет не более $\frac{1}{3}$ и для карманных — не более $\frac{1}{4}$. Если угол покоя больше заданных величин, то спуск характеризуют как глубокий, если же меньше — то как мелкий.

В мелком спуске возникает опасность проскакивания зубьев спускового колеса. Глубокий ход усложняет регулировку перемещения вилки в ограничительных штифтах, и взаимодействие вилки с импульсным камнем может привести к заклиниванию хода.

Если анкерную вилку, находящуюся в состоянии покоя у одного из ограничительных штифтов, вывести до положения, когда острие зуба подошло к грани палеты, как можно ближе к импульсной поверхности и отпустить ее, то она возвратится в исходное положение к штифту. Это перемещение в спуске называют притяжкой, которая обеспечивается углом наклона палеты. Чем больше заведена пружина хода часового механизма, тем сильнее действует притяжка, и наоборот.

При сильно заведенной пружине усилие, поступающее к острию спускового колеса, больше, чем при слабо заведенной, отсюда и воздействие острия зуба на плоскость покоя палеты также изменяется. Чем меньше усилие, передаваемое балансу, тем меньше и амплитуда его колебания. На фиг. 76, в и г показан принцип построения угла притяжки соответственно для входной и выходной палет.

Из точки M , в которой острие зуба колеса соприкасается с плоскостью покоя палеты, на прямую OP , проходящую через центр оси вращения вилки, восстанавливают перпендикуляр KM . Угол B , образованный прямой KM и плоскостью покоя палеты, называют углом притяжки. Угол притяжки определяет направление усилия давления $P_{бк}$ спускового колеса на плоскость покоя палеты, а также величину плеча a относительно оси анкерной вилки. Создается момент притяжения $M_{пр} = P_{бк} a$, который и прижимает анкерную вилку к ограничительному штифту.

Угол притяжки задают от 10 до 15°. С перемещением анкерной вилки из состояния покоя происходит изменение углов притяжки и отход спускового колеса назад (фиг. 76, д). Пунктиром показано изменение положения палеты вилки и четвертого зуба колеса. С отходом вилки плоскость покоя палеты поворачивается на угол покоя. Угол притяжки на входной палете увеличивается в процессе освобождения палеты, а на выходной палете уменьшается. Угол притяжки изменяется на величину угла покоя.

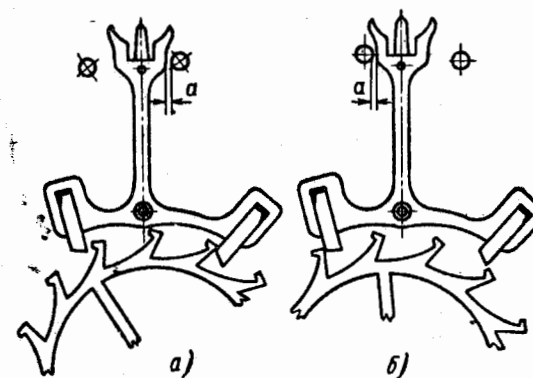
С переходом острия зуба колеса на импульсную плоскость палеты анкерная вилка быстро перемещается в сторону противоположного ограничительного штифта. По плоскости палеты скользит только острие зуба колеса, соприкосновения всей плоскости импульса зуба с плоскостью импульса палеты не происходит.

После окончания импульса по палете начинается импульс по зубу. Задняя грань палеты острием скользит по плоскости импульса зуба.

Угол перемещения анкерной вилки, когда острие зуба колеса скользит по импульсной поверхности палеты, называется углом импульса на палете. Перемещение вилки при скольжении задней грани палеты по импульсной плоскости зуба называется углом импульса на зубе спускового колеса.

Анкерное колесо поворачивает вилку до момента, пока пятка зуба не соскользнет с заднего ребра палеты. Сумма углов покоя импульса по палете и по зубу спускового колеса составляет угол подъема анкерной вилки.

Когда зуб анкерного колеса покидает импульсную поверхность палеты, колесо проходит некоторый путь свободно. Такое перемещение колеса называют свободным падением.



Фиг. 77. Зазоры в анкерном спуске.

Свободное падение при перемещении зуба спускового колеса к плоскости покоя входной палеты называют внешним падением (фиг. 77, а), при перемещении зуба к плоскости покоя выходной палеты — внутренним падением (фиг. 77, б). Путь свободного падения характеризуется расстоянием, пройденным спусковым колесом с момента окончания импульса до встречи колеса с плоскостью покоя палеты. Внешнее падение характеризуется расстоянием от пятки зуба колеса до заднего ребра выходной палеты.

Внутреннее падение определяется расстоянием от пятки зуба колеса до заднего ребра входной палеты.

Величина внутреннего и внешнего падения может изменяться при прохождении отдельных зубьев колеса. Изменение величины падения зависит от степени неравномерности шага колеса, формы пятки, длины плоскости импульса зуба и палеты, радиального биения колеса и т. д. Если углы внутреннего падения больше внешнего, то скобу называют широкой, т. е. расстояние между палетами больше нормального. Если внутреннее падение меньше внешнего, скобу называют узкой.

Хвост анкерной вилки после передачи импульса не доходит до ограничительного штифта. Между вилкой и штифтом остается некоторое расстояние a . Для соприкосновения вилки со штифтом необходимо, чтобы вилка повернулась еще на некоторый угол, называемый углом потеряннго пути. Вилка проходит угол потеряннго пути под влиянием сил инерции и угла притяжки.

Острие зуба анкерного колеса скользит по плоскости покоя палеты, угол покоя при этом возрастает на величину угла потеряннго пути. Этот увеличенный угол называют полным углом покоя. Углы потеряннго пути компенсируют отклонения, имеющие место в деталях при их изготовлении. Отклонения могут иметь место при изготовлении платин и мостов, деталей спуска, в том числе радиальное биение спускового колеса, нарушения соосности отверстий камневых опор.

Угол потеряннго пути в часах должен быть минимальным и колебаться в пределах 30—40'.

Часть пути, проходимого балансом свободно, называют дополнительной дугой. Когда баланс проходит дополнительную дугу, спусковое колесо и анкерная вилка находятся в состоянии покоя; в состоянии покоя находятся вся зубчатая передача и стрелки. Хвост анкерной вилки действием притяжки прижат к ограничительному штифту, острие зуба колеса упирается в плоскость покоя одной из палет.

Угол поворота баланса, на котором он взаимодействует с анкерной вилкой, называется углом подъема баланса. Между эллипсом и пазом вилки имеется зазор.

Наличие зазора приводит к потере балансом части импульса. Чем больше зазор между эллипсом и пазом, тем больше потеря импульса.

Зазор эллипса в пазу вилки должен быть в пределах от 0,015 до 0,02 мм. Проверку потери импульса производят следующим образом. Баланс задерживается и медленно подводится к положению равновесия; когда баланс освобождает вилку, его движение еще замедляется. Просмотром в лупу проверяется перемещение острия зуба по плоскости покоя и выход его на плоскость импульса. В момент выхода острия зуба на плоскость импульса баланс задерживается. Несмотря на задержку баланса, острие зуба колеса скользит по импульсной плоскости палеты. Расстояние, которое проходит острие зуба колеса по плоскости палеты, и характеризует потерю импульса. В часах «Звезда», например, потеря импульса характеризуется примерно $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$ длины импульсной плоскости палеты.

Потеря импульса характеризует величину зазора между эллипсом и пазом вилки.

Часовые мастера, не знающие описанного выше приема, производят проверку зазора между эллипсом и пазом вилки путем покачивания вилки около эллипса при остановленном балансе в

положении равновесия. Этот способ проверки не является строгим для правильного суждения о величине зазора.

Потеря импульса имеет место также в случаях большего радиуса притупления заднего ребра палеты, уменьшения импульсной плоскости зуба и притупления его пятки.

Рассмотрение работы спуска позволило установить, что большую часть своего пути баланс совершает свободно. Во время покоя колесной системы хвост анкерной вилки действием притяжки прижат к одному из ограничительных штифтов; между копьем и предохранительным роликом гарантирован зазор — этим и обеспечивается свобода колебаний баланса.

В эксплуатационных условиях часы карманные и особенно наручные претерпевают постоянную перемену положения, толчки, сотрясения.

Толчки и сотрясения создают условия, когда анкерная вилка, преодолевая действие притяжки, отходит от ограничительных штифтов. Отход вилки в правильно собранном и отрегулированном спуске возможен только в пределах угла покоя. Если вилка повернется на угол больший угла покоя, то острие зуба колеса преждевременно выйдет на импульсную плоскость палеты. В отрегулированном спуске переброс вилки в результате внешних толчков не может иметь места.

В спуске копье, предохранительный ролик, рожки, вилки и эллипс взаимно располагаются между собой таким образом, что полностью исключается преждевременный переброс вилки под усилием полученных внешних толчков к другому штифту, т. е. баланс предохраняется от «заскока», как выражаются часовщики-практики.

Когда баланс проходит дополнительную дугу, вилка может переместиться только на величину, не превышающую угла покоя. Когда спуск находится в состоянии покоя, хвост вилки силой притяжки прижат к ограничительному штифту. Между копьем и предохранительным роликом имеется зазор, так называемый зазор в копье. Когда баланс проходит дополнительную дугу и в этот момент механизм получает резкий толчок, отрывающий вилку от ограничительного штифта, копье вилки коснется предохранительного ролика и под действием притяжки вилки возвратится в исходное положение. Угол поворота вилки при прохождении пути зазора между копьем и предохранительным роликом должен быть не более $\frac{1}{3}$ угла покоя.

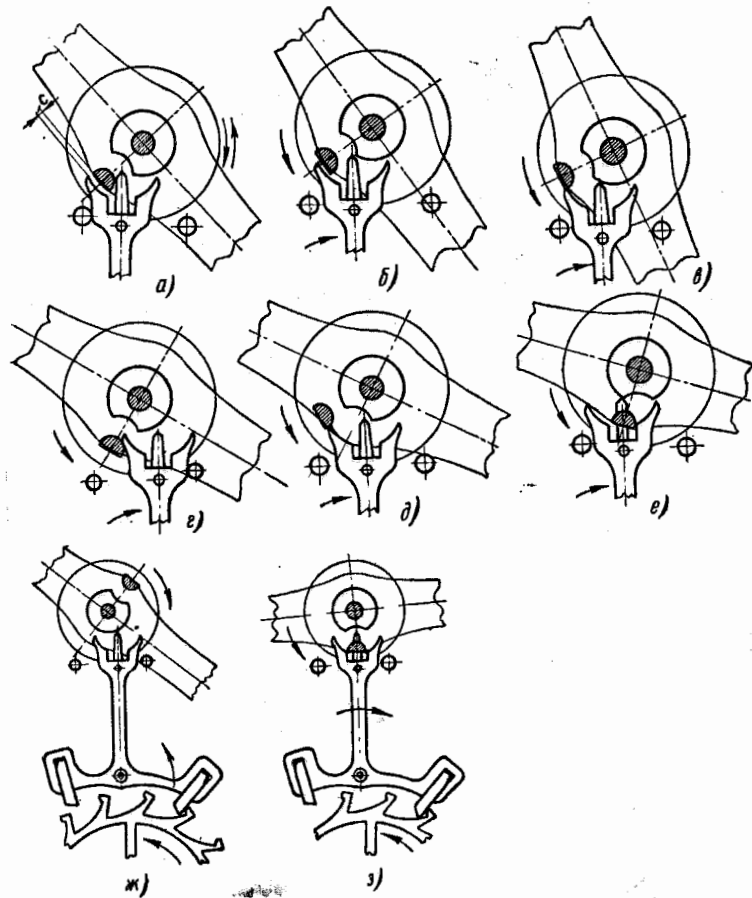
В предохранительном ролике имеется выемка (см. фиг. 71). Эта выемка служит для прохода копья при освобождении спуска и передаче импульса вилкой балансу.

Выемка по своим размерам должна обеспечивать свободное движение копья при перемещении вилки от одного ограничительного штифта к другому.

В момент окончания импульса копье еще находится в пределах выемки предохранительного ролика, поэтому копье и ролик

не выполняют своих предохранительных функций. При входе копы в выемку предохранительные функции переходят к рожкам анкерной вилки и эллипсу.

Гарантированный зазор (фиг. 78, а), называемый зазором в рожках, по величине должен быть таким, чтобы угол поворота



Фиг. 78. Взаимодействие баланса с вилкой.

вилки при прохождении этого зазора был меньше полного угла покоя. Проверку предохранения выполняют установкой эллипса в положение, показанное на фиг. 78, б, с последующим перемещением анкерной вилки от ограничительного штифта до положения, когда рожок соприкоснется вплотную с эллипсом. Острие зуба колеса в положении соприкосновения рожка и камня должно остаться на плоскости покоя палеты. При резких толчках, если вилка отойдет от ограничительного штифта, рожок встре-

тит эллипс, и под воздействием притяжки вилка возвратится в исходное положение.

Зазор между эллипсом и рожком вилки должен быть больше, чем зазор между копьем и предохранительным роликом. Если же первый зазор будет меньше второго зазора, то эллипс может наскочить на рожок (фиг. 78, в). Наскок может быть также при большой выемке в предохранительной части ролика.

Удар эллипса о рожок вилки изменяет режим колебания баланса. В результате удара баланс поворачивается в обратную сторону, вилка силой притяжки подтягивается к ограничительному штифту и баланс продолжает колебание. При насколе баланс теряет амплитуду колебания, и это отражается на точности хода часов; кроме того, создается опасность их остановки.

Зазор между эллипсом и рожком ограничивается с одной стороны глубиной спуска, с другой стороны зазором между копьем и предохранительным роликом. Увеличение зазора между копьем и предохранительным роликом приводит к необходимости увеличения зазора между эллипсом и рожком вилки, что в свою очередь вызывает увеличение глубины спуска. Зазор между эллипсом и рожками вилки имеет переменную величину с наименьшим значением при подходе эллипса к пазу вилки.

Учитывая, что в моменты предохранения копы касается движущегося предохранительного ролика или рожки касаются эллипса, неровности на предохранительной части ролика, грубая опиловка конца копы и рожков вилки могут привести к увеличению трения, потере энергии балансом и изменению его колебаний. Биение предохранительного ролика создает изменение зазора между роликом и копьем на отдельных участках. Когда копы короткое или выходит за пределы предохранительной плоскости ролика, в результате влияния зазоров анкерная вилка при сотрясении механизма может быть переброшена к противоположному ограничительному штифту. Баланс, возвращаясь к положению покоя эллипсом, ударится во внешнюю сторону рожка и остановится (фиг. 78, г), т. е. произойдет заскок баланса. Для проверки правильности действия предохранительных устройств спуска баланс задерживается в каком-либо положении при прохождении дополнительной дуги. Анкерная вилка осторожно отводится от ограничительного штифта так, чтобы копы касалось предохранительного ролика. Баланс медленно и осторожно переводится к положению равновесия. При переводе баланса проверяется положение острия зуба колеса на плоскости покоя палеты. В момент, когда копы входит в выемку предохранительного ролика, эллипс и рожок вилки должны занять положение, обеспечивающее их предохранительные функции.

Если при установке эллипса будет допущено смещение его по отношению выемки предохранительного ролика или последняя будет больше установленного размера, может иметь место заскок (фиг. 78, д). Смещение эллипса, по отношению выемки

предохранительного ролика может также привести к тому, что в момент освобождения копье заденет за край выемки ролика (фиг. 78, *е*). Работа спуска будет нарушена.

В практике не рекомендуется производить перевод стрелок часов в направлении, обратном их движению. При обратном переводе в силу наличия значительного трения между минутным трибом и осью центрального колеса возникает сила, противодействующая силе пружины хода. Колесная система механизма вращается в обратную сторону (обратный ход) и создается положение, показанное на фиг. 78, *ж*.

Зуб спускового колеса пяткой давит на палету, перемещая вилку в направлении, указанном стрелкой. Копье при этом прилегает к предохранительному ролику. При обратном переводе стрелок может иметь место положение, показанное на фиг. 78, *з*. Баланс подходит к положению равновесия с максимальной скоростью, а в это время палета удерживается пяткой зуба — создается удар, приводящий к повреждению эллипса или выпадению его. Если на задних ребрах палет нет притупления или пятка зуба спускового колеса недостаточно хорошо обработана, может иметь место так называемое заклинивание. Палета будет удерживаться зубом, а зуб палетой, и часы остановятся. Это явление чаще наблюдается у часов с латунным анкерным колесом.

Часовой мастер должен знать, что углы, проходимые анкерной вилкой от правого ограничительного штифта к левому и наоборот, одинаковы. Отклонение углов может быть самым незначительным, вызванным отклонением размеров деталей.

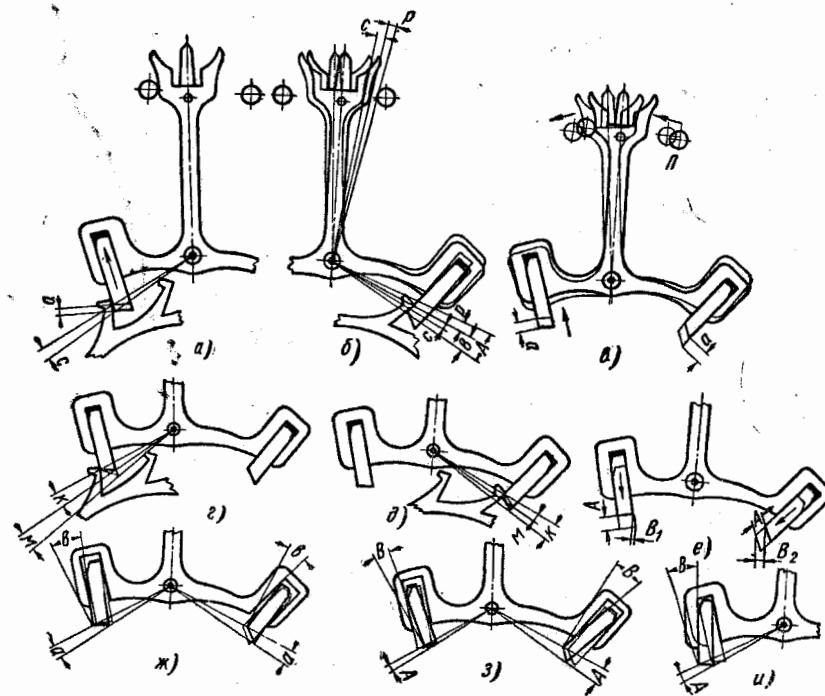
В том случае, когда палеты не пропускают зубьев анкерного колеса, имеет место глубокий спуск, отсутствует потерянный путь, широкая или узкая скобка или отсутствуют углы падения.

Рассмотрим пример, когда входная палета не пропускает зубьев колеса (фиг. 79, *а* и *б*). Палету перемещаем в направлении, указанном стрелкой, до появления потерянного пути. В том случае, когда угол потерянного пути на входной палете окажется очень малым, полный угол покоя и угол покоя на выходной палете будут почти равны между собой. Увеличивая потерянный путь у входной палеты за счет ее перемещения на расстояние *а*, уменьшим полный угол покоя на ней на угол *С*. При передаче импульса на входной палете внутреннее падение начнется раньше, угол потерянного пути *P* увеличится на ту же величину *С*. Зуб колеса на выходной палете упадет в точке, более удаленной от переднего ребра палеты. Угол покоя *в* уменьшится на угол *С* за счет увеличения угла потерянного пути. Величина полного угла покоя *А* на выходной палете останется без изменения. Происходит изменение величин, составляющих этот угол.

Перемещение предохранительных штифтов к линии спуска создает условия к уменьшению предохранительных зазоров, их удаление увеличивает эти зазоры.

Соответственно уменьшается или увеличивается сумма углов, проходимых вилкой, за счет изменения полных углов покоя. Углы покоя увеличиваются при перемещении штифтов от линии спуска и уменьшаются при их приближении к линии спуска.

Изменение углов происходит за счет принятия различных значений полных углов покоя. Изменения вызываются увеличе-



Фиг. 79. Изменение углов спуска в зависимости от изменения положения палет.

нием или уменьшением углов потерянного пути. Углы покоя (при падении) остаются без изменений.

Перемещая палеты в пазах вилки, устанавливают необходимую величину углов потерянного пути. Если после перемещения штифтов от линии спуска углы потерянного пути оказались большими, выдвигают одну из палет, например входную. Полный угол покоя на этой палете увеличивается за счет увеличения угла покоя.

Дополнительный угол покоя на входной палете остается без изменения. На выходной палете полный угол покоя по величине остается неизменным, однако внутри этого угла произойдут изменения. Увеличится угол покоя и уменьшится добавочный по-

кой за счет уменьшения потеряннго пути на входной палете, имеет место явление, обратное описанному выше (фиг. 79, а и б).

Выдвигая выходную палету, также получаем увеличение полного покоя, дополнительный угол покоя остается тем же. На этой палете происходит изменение внутри полного угла покоя, увеличивается угол покоя за счет уменьшения добавочного угла покоя. При этом полагаем, что на входной палете имеет место слишком большой потеряннй путь, а на выходной палете — угол полного покоя.

Чтобы уменьшить величину полного покоя выходной палеты, ограничительный штифт перемещаем к линии спуска. Перемещением штифта уменьшаем глубину спуска и полный угол покоя на выходной палете за счет уменьшения потеряннго пути на входной палете. Углы покоя получают необходимую величину, как углы потеряннго пути.

Перемещая одну из палет в любом направлении, а затем переставляя соответственно ограничительные штифты, имеем возможность обеспечить нормальный потеряннй путь.

Перемещение ограничительных штифтов приводит к изменениям предохранительных зазоров и полных углов покоя за счет изменения углов потеряннго пути. Перемещение палет приводит к изменениям полных углов покоя потеряннго пути и углов покоя.

Положение палет в пазах анкерной вилки имеет существенное значение. Неправильное расположение палет приводит к смещению вилки в целом.

На фиг. 79, в сплошной линией показано первоначальное правильное положение вилки. Выдвигая входную палету на величину *a* и настолько же выдвигая выходную, получаем малую глубину спуска на входной палете и большой потеряннй путь. На выходной палете увеличивается добавочный покой и угол покоя.

Полные углы покоя на входной и выходной палетах будут не одинаковы.

Чтобы уравнивать углы покоя и потеряннго пути, перемещаем ограничительные штифты, как показано пунктиром. Это приводит к смещению контура вилки. Со стороны штифта *Л* предохранительные зазоры копы и эллипса уменьшаются, а с другой стороны увеличиваются. Все изложенное выше дает основание сделать вывод, что для изменения глубины спуска при одинаковых предохранительных зазорах с правой и левой сторон и при правильной первоначальной постановке палет в пазы анкерной вилки необходимо воздействовать в одном направлении и в одинаковой мере на обе палеты.

Исправление погрешностей первоначальной установки палет производят перемещением палет в пазах вилки, ориентируясь на величину предохранительных зазоров, углов потеряннго пути и покоя.

При регулировке спуска необходимо иметь в виду, что плоскости покоя палет удалены от оси вилки на расстояние примерно вдвое меньшее, чем рожки и копы. Поэтому в отдельных случаях взаиморасположения между зубьями колеса и палетами выполняется изменение предохранительных зазоров путем перемещения ограничительных штифтов.

Зазоры между зубьями колеса и палетами должны быть вдвое меньше в сравнении с предохранительными зазорами.

Если производить исправление во взаиморасположении зубьев спускового колеса с палетами перемещением штифтов, то изменение на палетах будет вдвое меньше, чем изменение предохранительных зазоров. При сборке спуска рекомендуется вначале установить предохранительные зазоры, а потом налаживать взаимодействие палет с зубьями спускового колеса. Изложенное относится также к жестким ограничителям.

Регулировку спуска подгибкой штифтов производят только в исключительных случаях; как правило, подгибка штифтов не должна производиться. Нарушение правильного положения штифтов приводит к потере ими параллельности между собой и перпендикулярности по отношению к платформе, а это приводит к изменению предохранительных зазоров и изменению потеряннго пути при перемене положения механизма.

В практике ремонта встречаются случаи, когда часы поступают с утерянными или поврежденными палетами. Возникает необходимость замены палет. При этом может оказаться, что имеющиеся в наличии палеты несколько отличаются по своим размерам и углам.

На фиг. 79, г показана выемка с замененной палетой. В целом спуск полагается собранным правильно и угол импульса на входной палете определен углом *k*. Устанавливаем другую палету с большим углом так, чтобы переднее ребро ее совпало с положением ребра предыдущей палеты, т. е. сохраняем тот же угол покоя на входной палете. Новая палета будет сообщать импульс, определенный углом *M*. Потеряннй путь на входной палете пропадает. Вилка не будет пропускать зубья анкерного колеса. Если пытаться создать потеряннй путь перемещением левого штифта от линии спуска, то этим на выходной палете будет увеличен полный угол покоя. Со стороны ограничительного штифта *Л* увеличивают предохранительные зазоры.

Второй способ создания потеряннго пути у вновь установленной палеты заключается в перемещении ее в пазу скобы, а это в свою очередь может привести к недопустимому уменьшению угла покоя на входной палете.

Устанавливая входную палету с меньшим углом (фиг. 79, д), не изменяя глубины спуска, получим на ней значительное увеличение потеряннго пути.

Уменьшать потеряннй путь смещением к линии спуска правого ограничительного штифта не представляется возможным,

так как этим будет уменьшен полный угол покоя на входной палете. При уменьшении потерянного пути на выходной палете (выдвиганием ее в пазу вилки) угол покоя на выходной палете увеличивается и условия освобождения спуска будут ухудшены.

В этом случае сумма углов, проходимых вилкой, не изменяется, однако угол покоя на выходной палете увеличится на разность углов K и M .

Подобный случай может иметь место при замене соответствующих по названию палет часов «Победа» палетами часов «Звезда», и наоборот.

Между шириной скобы и глубиной спуска существует определенная зависимость. Ширина скобы изменяется с передвижением палет. При выдвигании палет из паза вилки скоба делается уже и при углублении шире.

Выдвижение палет на одно и то же расстояние A дает различное смещение их по отношению к линии спуска B_1 и B_2 (фиг. 79, e).

При установке новых палет в силу многих причин могут быть допущены некоторые отклонения. Наиболее характерными дефектами установки палет могут быть свободная посадка в пазах вилки, вследствие чего может возникнуть увеличение ширины скобы или ее уменьшение, изменения углов импульса и притяжки (фиг. 79, $ж$ и $з$). При установке палеты, превышающей размер паза вилки, может иметь место отгиб стенки паза (фиг. 79, $и$), вследствие чего возникнет изменение ширины скобы, углов импульса и притяжки.

Увеличение ширины скобы может быть вызвано чрезмерным натягом при посадке ее на ось. Слишком большой посадочный диаметр оси при посадке вызывает деформацию обоих плеч вилки. При установке нормальных анкерных вилок может иметь место явление широкой или узкой скобы. Оно возникает в результате изменения межцентрового расстояния между осями анкерной вилки и спускового колеса.

Для ремонта заводы поставляют анкерные вилки как с палетами, так и без них. Даже при применении анкерных вилок с установленными палетами часто возникает необходимость их передвижки. В анкерных вилках без палет перед наладкой их необходимо установить предварительно. Передвижка палет и установка их требуют от часового мастера соответствующих навыков.

В анкерных вилках с установленными палетами шеллака, которым крепятся палеты, обычно бывает достаточно, и при передвижке его добавлять почти не приходится.

При передвижке палет вилка верхней стороной кладется на плитку.

Плитка с положенной вилкой подогревается на спиртовке или на специальных электроплитках. Подогрев вилки ведется до размягчения шеллака. Недостаточный прогрев плитки приводит

к быстрому затвердеванию шеллака, что мешает операции передвижки. Перегрев плитки приводит к течи шеллака с переходом его на верхнюю плоскость вилки или к кипению его с выходом из зазоров, в результате чего уменьшается прочность крепления палет.

Перемещение палет производится иглой с удержанием вилки на плитке чурочкой. При вклейке и передвижке палет необходимо выполнять работу так, чтобы шеллак оказался только в зазорах паза, без выхода на боковые поверхности.

Допускается наличие небольшого количества шеллака на нижней поверхности вилки около палет. Попадание шеллака на рабочие плоскости палет, на цапфы оси вилки, копы, рожки и паз не допустимо.

При необходимости добавления шеллака последний вытягивается в нить диаметром 0,5—0,6 мм, кусочек нити берется пинцетом и концом ее прикасаются к тому месту подогретой вилки, где необходимо увеличить количество шеллака. Когда шеллак начинает плавиться и стекает достаточное количество его, нить быстрым движением удаляется от вилки. Медленное удаление может привести к образованию тонкой шеллачной нити, которая ляжет на места, где в этом нет необходимости, и его придется счищать.

При передвижке палет часовой мастер должен иметь в виду зависимости, рассмотренные выше. Передвижка палет влияет на сумму углов, проходимых вилкой, величину предохранительных зазоров, углов покоя, потерянного пути и др. Изменение одного из параметров влечет за собой изменение других.

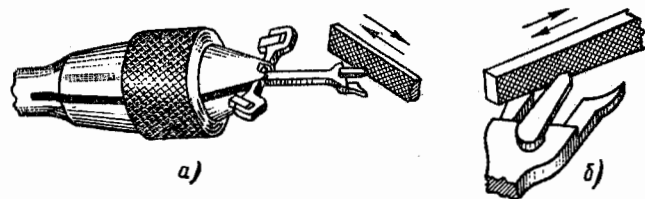
Часовому мастеру необходимо также знать, что при производстве деталей имеют место отклонения в размерах. Отклонения в размерах могут суммироваться или взаимно уничтожаться в зависимости от характера отклонений и взаимодействия деталей. Сборку спуска рекомендуется начинать с установления предохранительных зазоров. Одновременно со сборкой спуска устанавливаются осевые зазоры оси баланса.

Механизм устанавливают на подставку, производят осмотр предохранительных штифтов, проверяют их взаимную параллельность и перпендикулярность платины. Если необходимо, то производят исправление их положения. Устанавливают высотное положение хвоста вилки. При проверке перекосов вилки за ориентир принимается высота ограничительных штифтов. Проверяется положение палет по высоте относительно зуба анкерного колеса. Далее устанавливаются предохранительные зазоры. При необходимости опиловки копы ее выполняют с большой предосторожностью.

При этом вилку копы зажимают в ручные тиски (фиг. 80, a и b), после чего производят под соответствующим углом опиловку надфилем с мелкой насечкой.

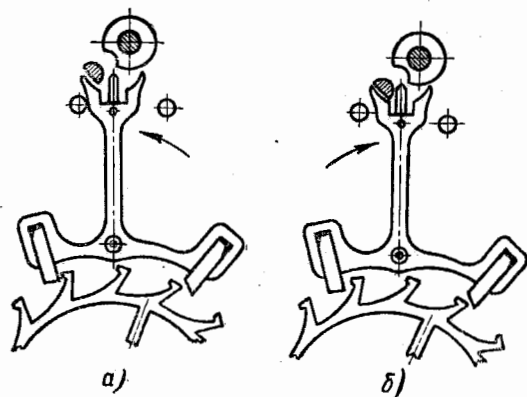
Для снятия вилки нет необходимости всегда снимать анкерный мост. Во многих механизмах достаточно отвернуть на два оборота винт, и мост приподнимается, после чего вилка свободно вынимается.

При сборке спуска осмотром в лупу проверяют посадку двойного ролика на оси баланса и положение эллипса относительно



Фиг. 80. Опиловка копы вилки.

выемки в предохранительном ролике. Далее проверяют положение рожков вилки и копы относительно ролика и эллипса, предохранительные зазоры между эллипсом и рожками, копьем и предохранительной частью ролика.



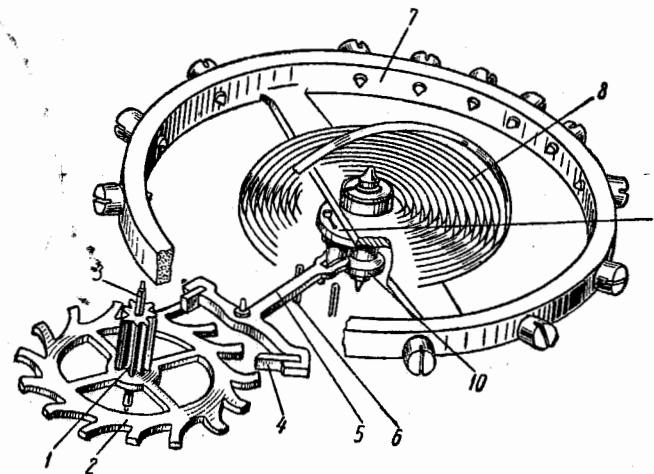
Фиг. 81. Проверка предохранительного зазора.

Предохранительные зазоры определяют покачиванием вилки пинцетом от ограничительного штифта до касания рожков об эллипс, как показано на фиг. 81, а и б. Изменение зазора может быть выполнено подгибкой штифтов. С установлением зазора в рожках необходимо проверить зазор в копье по всей окружности предохранительного ролика. Осмотром в лупу необходимо проверить взаимодействие палет со всеми зубьями спускового колеса; проверку ведут при заведенной пружине на 1—1,5 оборота заводной головки. Проверяют пропускание палет зубьями, ширину скобы, глубину спуска и потерянный путь. Для проверки

хвост вилки переводят пинцетом от одного ограничительного штифта к другому.

Спуск отлажен правильно, если после падения зуба на палету и при положении хвоста вилки у ограничительного штифта острейший зуб колеса удалено от передней грани палеты на $\frac{1}{3}$ ее ширины. Наличие притяжки проверяют по возвратному движению анкерной вилки к ограничительному штифту.

Величину потеряннго пути проверяют по углу поворота вилки. После регулировки спуска перед окончательной установкой вилки в механизм и перед смазкой палет рекомендуется их рабочие плоскости (покоя и импульса) протереть спиртом.



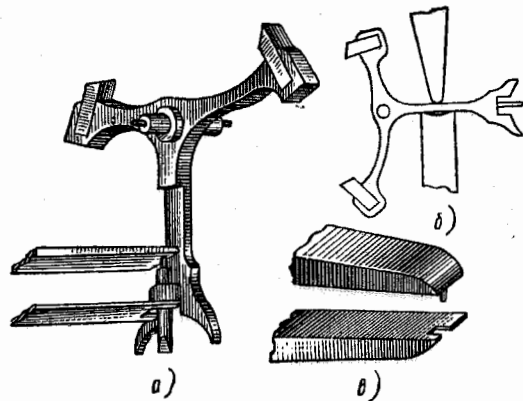
Фиг. 82. Анкерный спуск и колебательная система.

Анкерный спуск совместно с балансом показан на фиг. 82. Триб 1, вращающийся на цапфах 3, связан с главной передачей механизма и вращает жестко закрепленное с ним спусковое колесо 2 в направлении, указанном стрелкой. Зубья колеса поочередно задерживаются палетами 4 анкерной вилки 5. Анкерная вилка перемещается между штифтами 6. Вращение баланса 7 происходит под действием спирали 8. Эллипс 9, установленный в двойном ролике 10, периодически входит в паз вилки и выводит ее из крайних положений.

В результате повреждений анкерные вилки могут быть изогнуты. Это относится преимущественно к латунным вилкам. Обычно их правят так, как это показано на фиг. 83, а. При замене или передвижке копы (фиг. 83, б) применяют пинцет с вырезом в одной из ножек и штифтом в другой (фиг. 83, в).

Штифтовый анкерный спуск (фиг. 84) применяют в штампованных часах. Механизмы, в которых используются штифтовые спуски, большей частью не имеют камневых опор. Триб 1 спуско-

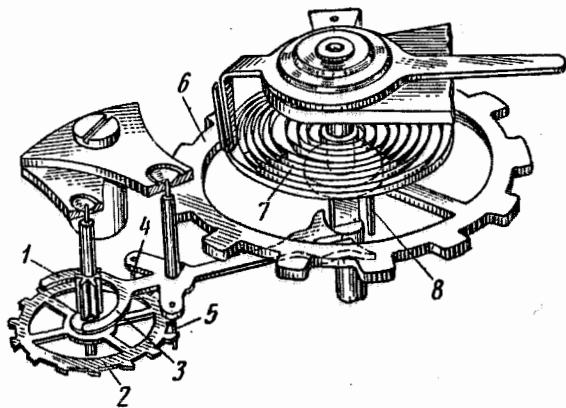
вого колеса 2 связан с главной передачей часового механизма. Анкерная вилка 3 несет штифты (палеты) 4 и 5. Баланс 6 под воздействием спирали 7 совершает колебания на оси. В перекла-



Фиг. 83. Правка анкерной вилки и замена копы.

дине баланса установлен импульсный штифт 8. Этот штифт входит в паз вилки и выводит ее из крайних положений.

Баланс, как правило, в этих регуляторах применяют безвинтовой. Форма вилки может быть самой различной. Штифты ан-



Фиг. 84. Штифтовой анкерный спуск.

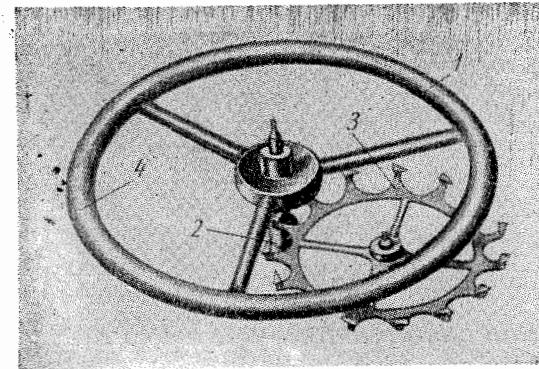
керной вилки, заменяющие палеты, в процессе работы изнашиваются, и их при ремонте следует заменять. Изнашивается также штифт, заменяющий эллипс. Этот штифт при выявлении следов износа также подлежит замене.

Градусник в таких регуляторах изготовляют заодно со штифтами.

На практике хотя и очень редко, но все еще встречаются часы с цилиндрическим спуском. Поэтому рассмотрим его очень кратко.

Особенностью цилиндрического спуска является отсутствие промежуточного звена между спусковым колесом, связанным с главной передачей, и регулятором хода. Нет вилки. Спусковое колесо, связанное с главной передачей, называют цилиндрическим колесом. Оно непосредственно взаимодействует с регулятором хода, сообщая ему импульсы, поддерживающие амплитуду его колебания.

Общий вид цилиндрического спуска показан на фиг. 85. Баланс 1, установленный на цилиндре 2 (спиральная пружина не показана), связан с цилиндрическим колесом 3.



Фиг. 85. Цилиндрический спуск.

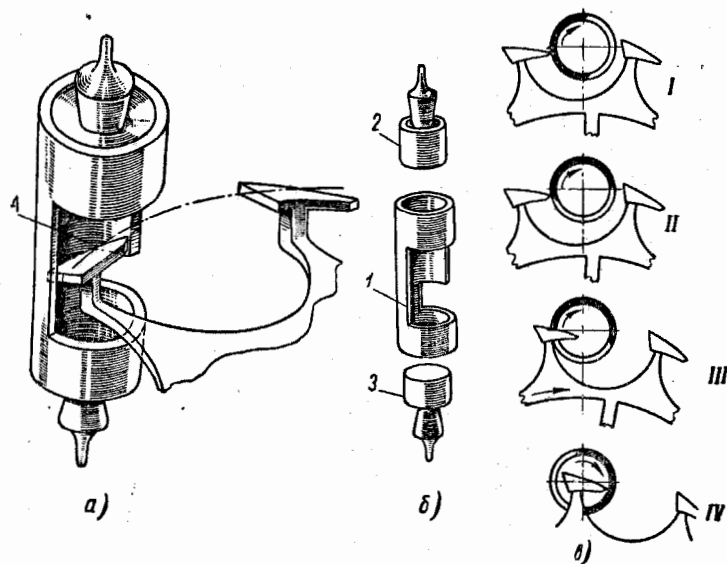
Цилиндр с цапфами совершенно не похож на ось баланса, применяемую в часах с анкерными спусками. Цилиндр представляет собой трубку с вырезанными в ней особой формы окнами.

Цилиндровое колесо также отличается от колес анкерных спусков. Форма зубьев и их устройство своеобразно. На фиг. 86, а показано взаимодействие цилиндра с зубьями цилиндрического колеса. Точка А — начало импульсной поверхности зуба колеса. Цилиндровая ось состоит из трубки 1 (фиг. 86, б) с окном для входа и выхода зубьев цилиндрического колеса и отдельных верхней 2 и нижней 3 цапф оси. Цапфы оси представляют собой пробки (тампоны).

Взаимодействие зуба колеса с цилиндром показано на фиг. 86, в. В положении I зуб колеса острием стоит на трубке цилиндра, в то время как регулятор хода перемещается в направлении, показанном стрелкой. В положении II цилиндр повернулся на угол, при котором зуб колеса остановился у окна

цилиндра. В последующий момент зуб колеса соскальзывает в окно и наружной поверхностью зуба, являющейся импульсной, давит на ребро цилиндра, сообщая ему импульс (положение III).

Далее баланс поворачивается настолько, что к моменту сло- да зуба с ребром цилиндра его рабочая часть закрывает выход для зуба колеса на противоположную сторону, и зуб острием упирается во внутреннюю стенку цилиндра (положение IV). Да- лее при своем движении баланс доходит до крайнего положо- ния, останавливается и начинает обратное движение. Противо- положное ребро окна цилиндра приблизится к острию зуба, и



Фиг. 86. Взаимодействие цилиндра с зубьями.

последний выйдет на другую сторону, сообщая импульсной по- верхностью импульс балансу, направленный в противополож- ную сторону. Зуб колеса в течение одного периода движения баланса сообщает последнему два импульса.

Цилиндровое колесо и цилиндр, как правило, стальные.

Цилиндровый ход имеет следующие особенности. На ободе баланса устанавливают спиральную точку (точка 4 на фиг. 85), которая предназначена для ориентировки при установке спи- рали и баланса в механизме. Эта точка в состоянии покоя ба- ланса должна находиться против крепления колонки спирали на мосту.

На платине механизма часов также наносятся три точки, средняя из которых должна находиться на одной прямой линии, соединяющей в состоянии покоя точки на ободе баланса и ко- лонке. Если точка, расположенная на ободе баланса, отклоняет-

ся в какую-либо сторону, необходимо сместить колонку спирали в соответствующую сторону. На ободе баланса устанавливают штифт, который в совокупности со штифтом, установленным на мосту баланса, предохраняет его от заскока. Эти штифты огра- ничивают амплитуду колебания баланса до 180° .

Существенное значение оказывает на работу цилиндрического спуска расстояние между центрами оси регулятора — хода и цилиндрического колеса. Если расстояние будет больше нормаль- ного, спуск будет мелким. Если расстояние меньше нормаль- ного, будет иметь место глубокий спуск.

Регулировку спуска производят смещением мостика, распо- ложенного на платине.

В остальной части механизм часов, имеющих цилиндрический спуск, мало чем отличается от механизмов, имеющих анкерные спуски.

При ударе часов чаще всего происходит поломка цапф ци- лindra. Тампон с цапфой может быть изготовлен. Цилиндровое колесо в случае поломки его зубьев обычно не изготавлиют.

Следует указать, что цилиндрический ход можно встретить не только в наручных и карманных часах, но также в отдельных типах настенных часов с приставным ходом.

§ 8. ЗУБЧАТАЯ ПЕРЕДАЧА

Зубчатые передачи являются основой конструкции почти всех современных механизмов, в том числе и приборов времени, и служат для передачи вращения и усилий.

При рассмотрении гармонических колебаний было установ- лено, что работа маятника и баланса в часах как регуляторов хода возможна только при условии поддержания процесса их колебаний путем периодического сообщения импульса силы.

В механических часах импульс силы передается маятнику и балансу от соответствующего источника энергии посредством зубчатой передачи и деталей спуска. Кроме того, зубчатая пе- редача служит счетным механизмом, так как скорости враще- ния отдельных осей подбираются таким, что они могут отсчи- тывать время в часах, минутах, секундах и других единицах времени.

Часовой мастер должен хорошо разбираться в зубчатой пе- редаче часового механизма, знать назначение каждого колеса и триба.

Зубчатая передача состоит из двух или большего количества колес, находящихся в последовательном зацеплении и передаю- щих усилие или преобразующих скорость передачи движения от одной оси механизма к другой. Действие зацепления зубчатой пары колес по существу основано на системе рычагов. В этой системе более длинный рычаг давит на более короткий или, на- оборот, если один рычаг прекращает свое действие, другой за-

меняет его и т. д. Система рычагов условно жестко закреплена в центре вращения. В каждом колесе столько рычагов, сколько зубьев.

В часовых механизмах зубчатые колеса представляют собой металлические диски, по внешней окружности которых нарезаны зубья определенного профиля и заданного количества. Колеса с небольшим количеством зубьев (обычно менее 15) называются трибами.

В карманных и наручных часах имеется несколько зубчатых передач: главная, стрелочная, перевода стрелок и завода пружины, но могут быть и дополнительные.

Главная передача передает усилие от двигателя к колебательной системе и служит для счета количества колебаний регулятора. Эта передача связывает барабан, внутри которого установлена пружина с балансом, передавая ему часть энергии пружины для поддержания колебаний.

Стрелочная передача преобразует движение центрального колеса, несущего минутную стрелку, в более медленное движение часового колеса, с которым соединена часовая стрелка.

Обычно замедление происходит в 12 раз, в некоторых типах часов в 24 раза. При этом циферблат будет разбит соответственно на 12 или 24 часа.

Передача перевода стрелок и завода пружины участвует в установке стрелок на заданное время от руки и в накоплении энергии пружины при ее заводке. К вспомогательным относятся передачи, не имеющие прямого отношения к отсчету времени. Их применяют в календарных и сигнальных устройствах, в механизмах боя, автоматического завода и т. д. Устройство таких передач будет рассмотрено в специальном разделе.

Главная передача наиболее распространенного типа часовых механизмов наручных и карманных часов показана на фиг. 87.

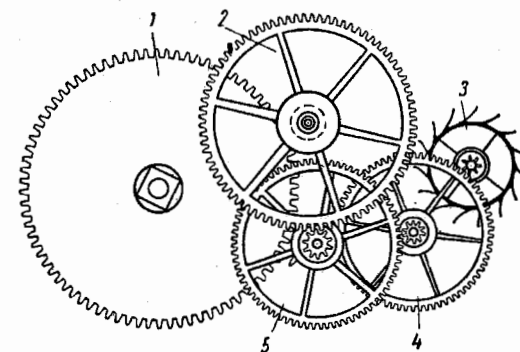
Зубья барабана 1 зацепляются с трибом центрального колеса 2, которое в свою очередь входит в зацепление с трибом промежуточного колеса 5, передающего вращение трибу секундного колеса 4; последнее связано с трибом анкерного колеса 3.

Большинство современных наручных и карманных часов имеет главную зубчатую передачу, содержащую четыре пары колес, включая барабан и анкерный триб.

Барабан представляет собой полый цилиндр, в котором находится заводная пружина. Зубьями, расположенными на внешнем венце, барабан входит в зацепление с трибом центрального колеса. Это колесо делает один полный оборот в час и несет на своей оси минутную стрелку.

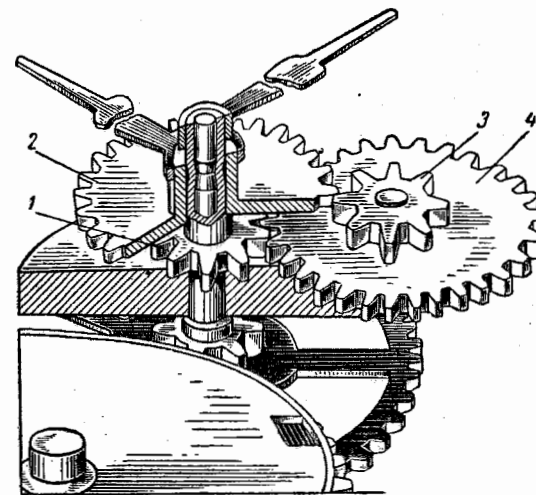
В наручных и карманных часах трибы центрального, промежуточного, секундного и анкерного колес представляют одно целое с осью. Эти трибы будем называть: триб центрального

колеса, триб промежуточного колеса, триб секундного колеса и триб анкерного колеса. На часовых заводах и в ремонтных мастерских главную передачу называют сокращенно ангре-нажем.



Фиг. 87. Главная передача.

Стрелочная передача состоит из четырех колес (фиг. 88). Она начинается от минутного триба 1, фрикционно насаженного на ось центрального колеса. С минутным трибом входит в зацеп-

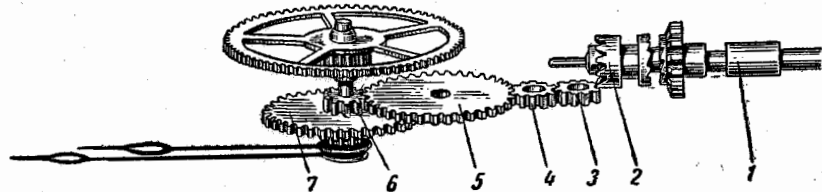


Фиг. 88. Стрелочная передача.

ление вексельное колесо, жестко соединенное с вексельным трибом 3. Последний зацепляется с часовым колесом 2. На минутный триб насаживают минутную стрелку, на втулку часового колеса — часовую стрелку. Стрелочная передача, как правило, является передачей фрикционной, так как минутный триб, имея

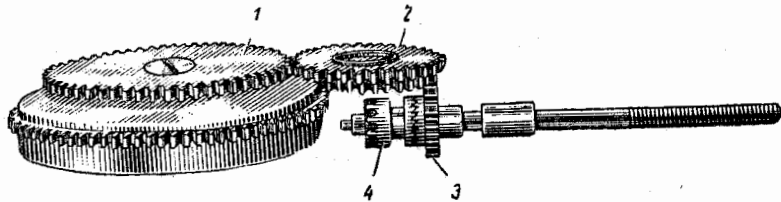
фрикционную посадку на оси центрального колеса, при ручном переводе стрелок вращается на оси.

На фиг. 89 показана передача перевода стрелок. На квадрате заводного вала 1 сидит кулачковая муфта 2, которая при вытягивании заводной головки своими зубьями входит в зацепление с переводными колесами 3 и 4. Последнее связано с вексельным колесом 5. При вращении головки заводного вала вращается кулачковая муфта и переводные колеса, которые передают



Фиг. 89. Передача перевода стрелок.

вращение вексельному колесу 5 с трибом; последние вращают минутник 6 и часовое колесо 7 вместе со стрелками до установки их на точное время. Переводить стрелки рекомендуется в направлении их нормального движения.



Фиг. 90. Передача завода пружины хода.

При переводе стрелок увеличивается трение между втулочной частью минутника 6 и осью центрального колеса. Последнее получает дополнительную силу вращения, если оно осуществлялось по ходу часовой стрелки, или наоборот, т. е. уменьшает силу действия пружины хода; при этом передаваемое усилие к балансу снижается или прекращается совсем на время перевода стрелок.

Обратный перевод стрелок может при определенных условиях вызвать заклинивание спуска.

В нормальном состоянии (фиг. 90), т. е. когда головка не вытянута, кулачковая муфта 4 находится в зацеплении с заводным трибом 3, также установленным на заводном вале. Заводной триб модульными зубьями связан с коренным (или заводным) колесом 2, а последнее связано с барабанным колесом 1,

которое квадратным отверстием насажено на квадрат вала барабана.

Передачу, участвующую в ручной заводке пружины хода и перевода стрелок с системой рычагов, в заводской и ремонтной практике сокращенно называют ремонтаром.

В зубчатой передаче часового механизма имеются ведущие и ведомые элементы.

Ведущим называют колесо (или триб), которое приводит в движение находящийся в зацеплении с ним триб (или колесо); последний получил название «ведомый триб» (или колесо).

В главной передаче часового механизма колеса являются ведущими, трибы — ведомыми.

Расстояние, измеряемое по прямой линии между центрами зацепляющихся между собой колес и трибов, называется межцентровым расстоянием.

Прямая линия, проходящая от оси вращения одного колеса до оси вращения другого, сцепляющегося с ним, называется линией центров.

Расположение системы колес в часовом механизме может отличаться в зависимости от формы платины, являющейся основанием часового механизма. Размеры колес зависят от размеров часового механизма. Платину делают круглой, овальной, прямоугольной формы.

Входящие в зубчатую передачу колеса часового механизма имеют различное количество оборотов в единицу времени. В том случае, когда ведущее колесо имеет число зубьев A , а ведомый триб B , число оборотов последнего определяют как частное от деления $\frac{A}{B}$, умноженное на количество оборотов колеса.

За один оборот ведущего колеса ведомый триб сделает количество, соответствующее соотношению количества их зубьев. Например, если ведущее колесо имеет 72 зуба, а триб 12, то последний за один оборот колеса сделает $\frac{72}{12} = 6$ оборотов. Следовательно, число оборотов триба во столько раз больше числа оборотов колеса, во сколько раз число зубьев ведущего колеса больше числа зубьев триба.

Отношение числа зубьев ведущего колеса к числу зубьев ведомого называется передаточным числом.

В том случае, когда рассматривается зубчатая передача с несколькими парами взаимосвязанных между собой колес и необходимо определить передаточное отношение от первой ведущей оси к последней ведомой, принимаются в расчет все промежуточные ведущие и ведомые колеса.

Общее передаточное число для любого количества пар колес, входящих в зацепление, определяется отношением произведения

числа зубьев ведущих колес к произведению числа зубьев ведомых.

При ремонте часов иногда приходится подобрать недостающее колесо или триб. Для этого необходимо определить их размеры и количество зубьев.

В любой зубчатой передаче изменение числа зубьев или размера диаметра одного из колес или трибов нарушает работу всего механизма. Для того чтобы определить число оборотов триба, необходимо число оборотов ведущего колеса умножить на число зубьев триба.

Это правило можно также применить к размерам диаметров начальных окружностей. Начальными окружностями называют окружности колес, которые касательны между собой в зацепляющейся паре (см. фиг. 91) связанных между собою колес и трибов. Вместо числа зубьев в правило соответственно ставится диаметр начальной окружности.

Эти правила распространяются на любое число соединенных между собой колес.

Для того чтобы получить число оборотов выходной оси зубчатой передачи, необходимо число оборотов оси первого ведущего колеса умножить на произведение из числа зубьев всех ведущих колес и разделить на произведение из числа зубьев всех трибов.

Передача крутящего момента с помощью зубчатых зацеплений должна производиться с минимальными потерями на трение. В зубчатой передаче потери на трение возникают в осях, между зубьями и т. д. Изменение трения в зубчатой передаче часового механизма в результате загрязнений изменяет усилие, передаваемое к регулятору хода.

Обозначим число зубьев колес следующим образом:

- z_6 — число зубьев барабана;
- z_4 — число зубьев центрального колеса;
- z_n — число зубьев промежуточного колеса;
- z_c — число зубьев секундного колеса;
- z'_4 — число зубьев триба центрального колеса;
- z'_n — число зубьев триба промежуточного колеса;
- z'_c — число зубьев триба секундного колеса;
- z_a — число зубьев триба анкерного колеса.

Тогда передаточные числа i для каждой зацепляющейся пары будут

$$\frac{z_6}{z_4} = \frac{72}{12} = 6; \quad \frac{z_4}{z'_n} = \frac{80}{10} = 8; \quad \frac{z_n}{z'_c} = \frac{75}{10} = 7,5;$$

$$\frac{z_c}{z'_a} = \frac{80}{8} = 10.$$

Перемножив полученные числа, определим общее передаточное число, которое будет равно 3600. Это число представляет собой число оборотов спускового колеса за один оборот барабана.

На оси центрального колеса находится минутная стрелка, которая делает один полный оборот в час. Отсюда следует сделать вывод, что расчет может быть произведен, исходя из известного количества оборотов центрального колеса. Передаточное число от оси центрального колеса к оси анкерного может быть записано следующим образом:

$$\frac{z_4 z_n z_c}{z'_n z'_c z'_a} = \frac{80 \cdot 75 \cdot 80}{10 \cdot 10 \cdot 8} = 600,$$

т. е. за один оборот центрального колеса анкерное сделает 600 оборотов, а так как центральное колесо делает 1 об/час, то 600 об/час будет скоростью спускового колеса.

В часах с боковой секундной стрелкой последняя должна делать полный оборот в 1 мин. Передаточное число между центральной и секундной осью равно

$$\frac{z_4 z_n}{z'_n z'_c} = \frac{80 \cdot 75}{10 \cdot 10} = 60,$$

т. е. за один оборот центрального колеса секундное колесо сделает 60 оборотов.

В часах, не имеющих секундной стрелки, передаточные числа могут иметь иные значения.

Спусковое колесо чаще всего имеет 15 зубьев и передает вдвое большее количество импульсов балансу, так как каждый зуб передает два импульса — первый входной палете и второй — выходной палете. Отсюда появляется возможность высчитать количество колебаний баланса в час:

$$\frac{z_4 z_n z_c 2z_a}{z'_n z'_c z'_a} = \frac{80 \cdot 80 \cdot 75 \cdot 15 \cdot 2}{10 \cdot 10 \cdot 8} = 18\,000 \text{ колебаний баланса в час.}$$

В некоторых часах («Эра», часы иностранных марок) балансы совершают 14 400 : 16 200; 19 800 : 21 600 и т. д. колебаний в час.

Определение числа зубьев отсутствующего колеса или триба не представляет затруднений, если известно количество колебаний баланса в час и количество зубьев остальных колес и трибов.

Подставляя в приведенное уравнение число зубьев известных колес и трибов, можно найти количество зубьев недостающего триба или колес.

Поясним сказанное выше примерами.

Пример 1. В часах, баланс в которых делает 18 000 колебаний в час, $z_c = 80$, $z_n = 75$, $z_c = 15$ зубьев; $z'_n = z'_c = 10$, $z'_a = 8$ зубьев. Необходимо определить количество зубьев недостающего секундного колеса. Для решения этой задачи подставим в формулу известные значения

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

откуда найдем количество зубьев секундного колеса:

$$225z_c = 18\,000; \quad z_c = \frac{18\,000}{225} = 80 \text{ зубьев.}$$

Пример 2. Предположим, что для этих же часов необходимо подобрать секундное колесо вместе с трибом. Для этого, как и в предыдущем случае, подставим в формулу все известные значения:

$$\frac{70 \cdot 75z_c \cdot 2 \cdot 15}{10z_c \cdot 8} = 18\,000.$$

Произведем сокращение, оставив в левой стороне неизвестные:

$$\frac{z_c}{z'_c} = \frac{1800}{225} = \frac{8}{1}.$$

Таким образом мы нашли отношение числа зубьев колеса к числу зубьев триба. Подставляя значение зубьев триба и отбирая наиболее вероятное их значение, найдем искомый результат

$$\frac{z_c}{z'_c} = \frac{64}{8} = \frac{80}{10};$$

последнее соотношение, судя по количеству зубьев триба спускового колеса, будет искомым.

Результат показывает, что секундное колесо должно иметь зубьев в 8 раз больше, чем триб.

В приведенной выше формуле число зубьев барабана и триба центрального колеса отсутствовало. Если требуется определить количество зубьев этой пары, то поступают следующим образом.

Количества оборотов спускового колеса в час определяют отношением количества колебаний баланса в час к удвоенному числу зубьев анкерного колеса:

$$\frac{18\,000}{2 \cdot 15} = 600 \text{ оборотов.}$$

Пример 3. Число зубьев барабана определяют, исходя из продолжительности хода часов; обычно оно составляет 36 час. Количество оборотов центрального колеса за час известно, поэтому можно определить его и за время хода от одной заводки, т. е. за 36 часов. Допустим, барабан за 36 часов делает 5 оборотов, тогда передаточное отношение

$$\frac{z'_4}{z_6} = \frac{36 \text{ оборотов}}{5 \text{ оборотов}} = \frac{z_6}{z'_4}.$$

Если триб имеет 10 зубьев, то $\frac{z_6}{10} = \frac{36}{5}$; $z_6 = 72$ зуба.

Пример 4. В стрелочной передаче передаточное отношение равно $\frac{1}{12}$ или

$\frac{1}{42}$. Запишем его, вводя обозначения колес и трибов:

- z_M — число зубьев минутного триба;
- z_4 — число зубьев часового колеса;
- z_6 — число зубьев вексельного колеса;
- z'_6 — число зубьев триба вексельного колеса;
- i — передаточное отношение;

$$i = \frac{z_M \cdot z'_6}{z_6 \cdot z_4}.$$

По приведенной формуле можно определить число зубьев одного из колес, если известно число зубьев остальных.

Пример 5. В часах вексельное колесо имеет $z_6 = 36$ зубьев, его триб $z'_6 = 10$ зубьев. Часовое колесо $z_4 = 30$ зубьев. Найти число зубьев утерянного триба минутного колеса, т. е. $z'_M = ?$

В приведенную выше формулу подставим известные значения

$$\frac{1}{12} = \frac{z'_M \cdot 10}{36 \cdot 30}$$

и через них найдем искомое число зубьев:

$$z'_M = \frac{36 \cdot 30}{10 \cdot 12} = 9.$$

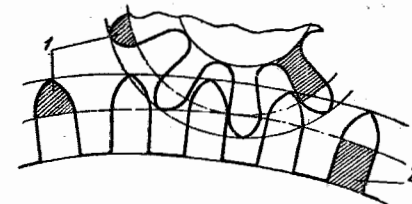
Таким образом, определено, что утерянный триб должен иметь 9 зубьев.

К зубчатому зацеплению часов предъявляют следующие требования:

1) вращение колес должно быть плавным, т. е. передаточное число зацепляемой пары должно быть постоянным;

2) в зубчатой передаче должны быть сведены к минимуму потери на трение.

Таким требованиям больше всего отвечает так называемое Фиг. 91. Элементы зубчатого зацепления.



Зуб как колеса, так и триба состоит из головки 1 (фиг. 91) и ножки 2. В циклоидальном зацеплении головка зуба очерчивается по циклоиде, а ножка по гипоциклоиде. Циклоидой называют кривую, которая описывается точкой окружности B , перекатываемой по дуге A начальной окружности колеса без проскальзывания. На фиг. 92 показано, как образуется циклоида, по которой описана одна из сторон головки зуба. Если окружность B перекатывать по дуге A с внутренней стороны, то точки этой окружности описы-

вают кривую, называемую гипоциклоидой. По этой кривой описываются ножки зуба.

Из-за сложности изготовления инструмента теоретический профиль зуба обычно заменяют более простым. Так, профиль головки и зуба описывается по дуге окружности. Зацепление с таким профилем называют часовым.



Фиг. 92. Принцип построения головки зуба.

Для часов наручных и карманных существуют установленные соотношения количества зубьев колес и трибов главной передачи. В табл. 1 приведены данные о количестве зубьев колес главной передачи для часов, имеющих 18 000 колебаний

баланса в час. Пользуясь таблицей, можно быстро определить количество зубьев подбираемого колеса и триба.

Как показано на фиг. 88, стрелочную передачу образуют минутный триб, часовое колесо, вексельное колесо и триб вексельного колеса.

Таблица 1

Наименование колес и трибов	Вариант							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Центральное колесо	75	80	64	80	80	80	80	64
Триб промежуточного колеса	10	10	8	10	10	10	10	8
Промежуточное колесо	70	60	60	75	75	75	70	70
Триб секундного колеса	8	8	8	10	10	10	8	8
Секундное колесо	64	60	60	80	60	70	60	60
Триб спускового колеса	7	6	6	8	6	7	7	7
Спусковое колесо	15	15	15	15	15	15	15	15

Стрелочные передачи встречаются трех видов: правильные, обратные и неправильные.

В правильной передаче отношение числа зубьев вексельного колеса к числу зубьев минутного триба составляет как 3 : 1, а передаточное число триба вексельного колеса и часового как 4 : 1.

В обратной передаче передаточное число вексельного колеса и минутного триба находится в соотношении как 4 : 1, а передаточное отношение часового колеса и триба вексельного колеса как 3 : 1.

Неправильная передача, сохраняя общее передаточное число, не имеет указанных передаточных критериев.

Наиболее часто встречается правильная стрелочная передача.

Для стрелочной передачи, как и для главной, существуют установленные соотношения чисел зубьев колес и трибов.

По табл. 2 можно произвести подбор колес и трибов стрелочной передачи.

Таблица 2

Минутный триб	Часовое колесо	Триб вексельного колеса	Вексельное колесо	Минутный триб	Часовое колесо	Триб вексельного колеса	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

При ремонте часовых механизмов часто приходится встречаться с дефектами зубчатой передачи.

Дефекты внешнего характера — погнутость зубьев, наличие выбоин и вмятин, перекосы зубьев и неполный профиль при тщательном осмотре обнаружить удается довольно быстро, но в зубчатом зацеплении могут иметь место дефекты скрытого характера, выявление которых связано с определенными трудностями.

Скрытые дефекты зубчатого зацепления могут зависеть от самих колес, а также от мостов и платин, в которых установлена зубчатая передача.

Нормальное функционирование зубчатой передачи возможно в том случае, когда между центрами осей вращения зацепляю-