

ГЕНРИХ КАНН

ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО  
ПО ЧАСОВОМУ ДЕЛУ

Под редакцией

*доктора технических наук*

*Н. Х. Прейнча*

Выпуск III

*Издание 2-е, исправленное и дополненное*



ОНТИ • НКТП • СССР

ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ

МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ И АВТОТРАКТОРНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

ЛЕНИНГРАД

1937

МОСКВА

## Оглавление

### *Отдел четвертый. Поверка времени и оценка качества часов*

1. Современные требования к точности часов (3).
2. Реальные границы точной регулировки часов (4).
3. Поправка и ход часов и их численный учет (6).
4. Критерии для оценки качества часов (9).
5. Определение и хранение точного времени (13).
6. Часы, как совершеннейший инструмент астронома (18).
7. Новейшие достижения в области конструирования астрономических часов: часы Шорта и кварцевые часы (19).
8. Передача времени (23).
9. Современные проблемы международной службы времени (25).

### *Отдел пятый. Карманные часы*

#### **I. Цилиндровые часы с ремонтуром. Разборка и исследование механизма**

1. Части механизма (27).
2. Разборка механизма карманных часов (32).
3. Порядок исследования часового механизма (34).

#### **II. Ошибки цилиндрического и анкерного спусков**

1. Уменьше находить ошибки (36).
2. Ошибки цилиндрического спуска (37).
3. Исправление ошибок цилиндрического спуска (38).
4. Ошибки анкерного спуска (39).
5. Исправление ошибок анкерного спуска (41).

#### **III. Зацепление (эйнгриф)**

1. Ошибки зацеплений (44).
2. Зубцы колеса и грибки (44).
3. Исследование зацепления (46).
4. Грибка (53).
5. Исправление слишком глубокого или мелкого зацепления (56).

#### **IV. Заводная пружина**

1. О выборе пружины (61).
2. Концы и замки пружины (67).
3. Крючки пружины (71).
4. Останов (73).

#### **V. Спираль (волосок)**

1. Факторы, влияющие на регулировку. Новая спираль (76).
2. Градусник (рюкер), вилка спирали (85).
3. Спираль Бреге (91).
4. Равновесие баланса (92).
5. Различные способы снятия спирали (97).

#### **VI. Завод без ключа — коронкой (ремонтур)**

#### **VII. Размагничивание карманных часов**

#### **VIII. Чистка и смазка карманных часов**

1. Чистка (120).
2. Смазка (123).

---

Отв. редактор *Н. Х. Прейтш.*

Техн. редактор *Р. С. Певзнер.*

---

Изд. № 182. Индекс МС-80-3-3. Тираж 5 000. Сдано в набор 13/X 1937 г. Подп. в печ. 15/XI 1937 г. Формат бумаги 84 × 109. Уч.-авт. лист. 7,76. Бум. лист. 4<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Печатн. знаков в бумажн. листе 146 000. Заказ № 1648. Леноблгорлит № 5617. Выход в свет ноябрь 1937 г.

---

3-я тип. ОНТИ, Ленинград, ул. Моисеенко, 10.

**ПОВЕРКА ВРЕМЕНИ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЧАСОВ**

В настоящем отделе мы укажем способы поверки времени и дадим критерий для оценки качества часов. К оценке часов мы подойдем не с точки зрения художественного их выполнения, стоимости примененных материалов и даже тщательности и чистоты отделки их механизма, а исключительно с точки зрения пригодности данных часов к точному измерению времени.

Конечно, художественное оформление часов является важным фактором их сбыта и распространения, но эта сторона дела приближается скорее к ювелирному искусству, чем к искусству прецизионного мастера-механика. Даже тщательность и чистота выполнения механических деталей часов до известной степени отступают на задний план перед преимуществом той или иной конструктивной идеи, воплощенной в данных часах.

Возьмем к примеру цилиндрические карманные часы. Как бы ни были они тщательно выполнены, все же они не могут оспаривать первенства у анкерных карманных часов даже среднего качества.

Итак, наш критерий — количественная оценка часов на основании достигаемой точности измерения времени.

**1. Современные требования к точности часов**

Условия совместной работы людей в крупных административных и промышленных центрах и зависимость от общественных средств передвижения заставляют стремиться к точности порядка одной минуты.

Правильное регулирование железнодорожных и иных путей сообщения нуждается во времени, верном до 20—30 сек.

Для целей кораблевождения, где безопасность судна, его пассажиров и экипажа и сохранность ценных грузов зависят от точного знания положения корабля на море, необходима

точность порядка  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  сек. Действительно, время служит здесь для определения долготы того меридиана, на котором находится судно, а ошибка в долготе на 1 сек дает ошибку в положении до полукилометра.

Наконец, при астрономо-геодезических работах в связи со съемкой точных карт, с разведками залегающих различных полезных ископаемых, а также при многочисленных физических и геофизических исследованиях стремятся к предельной достижимой точности порядка малого числа сотых и даже тысячных долей секунды.

## 2. Реальные границы точной регулировки часов

Каждый из нас знает, что любые часы показывают время с некоторой ошибкой. Эта ошибка, кроме того, изо дня в день, а правильнее сказать, в каждый данный момент, изменяется по своей величине, обнаруживает некоторый ход. Очевидно, что для правильности показания часов необходимо свести эти изменения к минимуму или, как говорят, достаточно хорошо отрегулировать часы. К каждому виду и сорту часов, в зависимости от их конструкции и выполнения, следует предъявлять только определенные достижимые требования.

Можно указать следующие пределы для регулировки, ниже которых не имеет смысла спускаться:



Рис. 249. Морской хронометр.

Карманные часы хороших сортов и карманные хронометры . . . . .  
 Столовые и морские хронометры (рис. 249) . . .

Предел суточного хода регулируемых часов

3—5 сек  
 1—2 .



Предел суточного хода  
регулируемых часов

Стенные часы хороших сортов с деревянными маятниками . . . . .	3—5 „
Регуляторы, снабженные компенсационными маятниками, идущие под атмосферным давлением (рис. 250) . . . . .	0,2—0,5 „
Нормальные часы (регуляторы под герметическим колпаком) (рис. 251) . . . . .	0,1—0,2 „

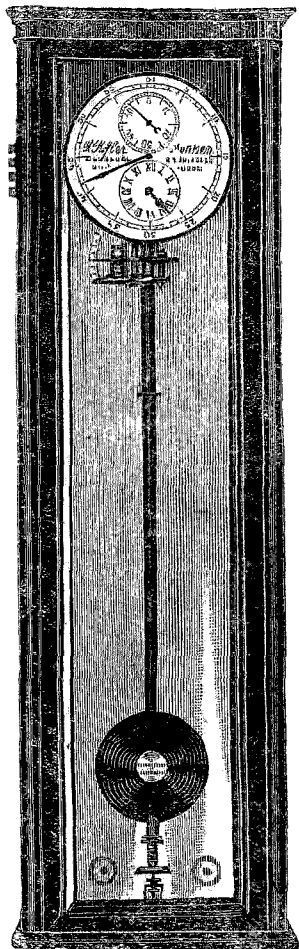


Рис. 250. Маятниковые часы в обычном футляре.

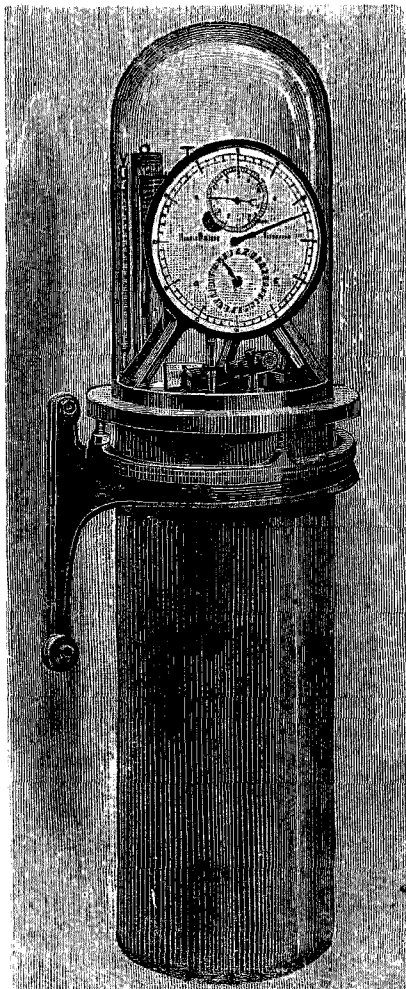


Рис. 251. Маятниковые часы в герметическом футляре.

Конечно, можно добиться и еще меньших суточных ходов, но это явится скорее делом случая, чем сознательной регулировки. Приведенные цифры показывают, что от часов невозможно добиться длительного верного показания времени с точностью до секунды, а тем более до десятых ее долей без вмешательства регулирующей руки наблюдателя. Когда же речь идет о сотых долях секунды, то дело еще более безнадежно.

Для целей сохранения постоянно верного времени (понятно, с известным допуском) наиболее пригодны маятниковые часы, так как их регулировка совершается с минимальными затруднениями. За хорошим регулятором с компенсационным маятником и при надлежащей его установке требуется примерно следующий уход: для достижения точности  $\pm 5$  сек — довольно частый контроль и регулировка, в среднем, раз в две-три недели; для достижения точности в  $\pm 1$  сек — ежедневный контроль и регулировка раз в 3 дня; для обеспечения  $\pm 0,5$  сек — ежедневный контроль и регулировка, а предельную точность в несколько сотых секунды удается получить ценою чуть ли не непрерывных регулировок.

### 3. Поправка и ход часов и их численный учет

Приведенный краткий обзор тех усилий, которые надо приложить, чтобы обеспечить постоянное показание времени с высокой степенью точности, указывает нам, что способ частой регулировки практически применим только при погоне за известным пределом точности. Иначе говоря, при стремлении знать время с максимальной точностью, должен быть применен какой-либо другой метод.

В действительности так и поступают, руководствуясь «золотым правилом» точных измерений:

Значительно легче, продуктивнее и надежнее учитывать влияние малых инструментальных ошибок вычислительным путем, чем пытаться уничтожать эти малые ошибки путем механического воздействия или регулировки прибора.

Итак, гораздо надежнее иметь часы в житейском смысле неверные, но зато в любой момент знать ошибку этих часов.

Астрономическая практика установила следующие определения и методы работы:

Разность: «верное время минус показание часов», взятые в один и тот же момент, называют поправкой часов.

Эта разность (т. е. поправка часов) положительна, если часы позади, и отрицательна, если часы впереди верного времени. Если поправка часов в данный момент нам известна, то достаточно прибавить ее к показанию часов, чтобы получить верное время, соответствующее данному показанию часов.<sup>1</sup>

Пример 1. Известно, что показанию часов  $12^h 19^m 15^s$  соответствует поправка  $+ 2^m 28^s$ , т. е. что часы позади на 2 мин 28 сек.

Каково верное время, соответствующее этому показанию?

Решение.  $12^h 19^m 15^s + 2^m 28^s = 12^h 21^m 43^s$ .

Ответ. Верный момент  $12^h 21^m 43^s$ .

Пример 2. Верному моменту  $19^h 0^m 0^s$  соответствует показание часов  $19^h 0^m 35^s$ . Какова поправка часов?

Решение.  $19^h 0^m 0^s - 19^h 0^m 35^s = - 35^s$ .

Ответ. Поправка  $- 35^s$ , т. е. часы впереди на 35 сек.

Пример 3. Показанию часов  $15^h 8^m 17^s$  отвечает поправка  $- 55^s$ . Каков соответствующий верный момент?

Решение.  $15^h 8^m 17^s + (- 55^s) = 15^h 8^m 17^s - 55^s = 15^h 7^m 22^s$ .

Ответ. Искомый верный момент  $15^h 7^m 22^s$ .

Мы уже знаем, что любые часы, вообще говоря, в каждый данный момент изменяют свою поправку. Приращение поправки за одни сутки называют суточным ходом часов. Ход будет положителен, если поправка часов алгебраически возрастает, т. е. если часы отстают, и отрицателен, если поправка часов алгебраически убывает, т. е. если часы уходят вперед.

Пример 4. 12 ноября 19... г. поправка часов  $+ 21^s$ , 19-го ноября она равна  $+ 1^m 15^s$ . Каков суточный ход часов?

Решение. За 7 суток часы изменили поправку на  $1^m 15^s - 21^s = + 54^s$ , следовательно, приращение за одни сутки равно:  $+ 54^s : 7 \approx + 7,7^s$ .<sup>2</sup>

Ответ. Суточный ход:  $+ 7,7^s$ , т. е. часы ежесуточно отстают на 7,7 сек.

Пример 5. 22 января 19... г. поправка  $- 15^s$ , 26 января она равна  $- 59^s$ . Каков суточный ход часов?

<sup>1</sup> Понятие о поправке часов основывается на общем определении поправки любого измерителя какой угодно физической величины. Вообще, под поправкой подразумевают ту величину, которую нужно алгебраически прибавить к номинальному показанию прибора или меры, чтобы получить верное показание прибора или верное значение меры. Так, например, если метровый стержень, номинальная длина которого есть 1000 мм, имеет поправку  $+ 0,03$  мм, то его истинная длина есть 1000,03 мм.

Под соответствующей же ошибкой прибора мы понимаем величину, обратную поправке по знаку. Например, в данном случае, это будет  $- 0,03$  мм.

<sup>2</sup> Знак  $\approx$  обозначает приблизительно равно; все вычисления, как правило, выполняются с округлением десятичных знаков.

Решение. Приращение за 4 суток равно:  $(-59^c) - (-15^c) = -59^c + 15^c = -44^c$ . Следовательно, суточный ход есть:  $-44^c : 4 = -11,0^c$ .

Итак, часы уходят вперед на 11 сек в сутки.

Пример 6. 21 февраля 19... г. поправка  $+59^c$ , 29 февраля она равна  $-23^c$ . Найти суточный ход.

Решение. Приращение поправки за 8 суток равно  $-23^c - (+59^c) = -23^c - 59^c = -82^c$ .

Отсюда, суточный ход:  $-82^c : 8 \approx -10,2^c$ .

Пример 7. 3 августа 19... г. поправка  $-16^c$ , 26 августа она равна  $+32^c$ . Найти суточный ход.

Решение. Приращение поправки за 23 дня равно:  $+32^c - (-16^c) = +32^c + 16^c = 48^c$ .

Следовательно, суточный ход:  $48^c : 23 \approx +2,1^c$ .

Зная поправку часов для некоторого момента, а также и суточный ход часов, мы имеем все данные, чтобы найти верный момент времени, соответствующий любому показанию часов. Покажем, как это делается.

Пример 8. В 12 часов дня 17 сентября 19... г. поправка часов была  $+29$  сек, а соответствующий суточный ход  $-5,8$  сек. Какой верный момент соответствует показанию часов  $18^h35^m51^s$ , отмеченному нами 24 сентября того же года?

Решение. С момента определения нами поправки до отмеченного показания часов прошло 7 полных суток и кроме того  $6^h35^m51^s$  или 0,3 суток, а значит всего 7,3 суток. Следовательно, поправка часов должна была измениться на:  $(-5,8^c) \cdot 7,3 \approx -42^c$ .

Итак, к моменту сделанного нами отчета поправка составляет:  $+29^c + (-42^c) = +29^c - 42^c = -13^c$ . т. е. часы впереди на 13 сек.

Наконец, искомый верный момент есть:  $18^h35^m51^s + (-13^c) = 18^h35^m38^s$ .

В астрономической практике, где чаще всего приходится применять данные выше определения, поправку часов обозначают буквой  $u$ , соответствующее верное время одним из установленных символов, <sup>1</sup> например, декретное время II пояса (время Москвы и Ленинграда) — буквой  $D_2$ , взятое в тот же момент показание часов буквой  $P$ . Тогда поправка часов относительно интересующего времени, например, декретного времени II пояса, определится формулой:

$$u = D_2 - P.$$

Верное время для заданного показания часов при известной поправке  $u$  есть:

$$D_2 = P + u.$$

Если в два момента времени  $t_1$  и  $t_2$  определены два значения поправки часов  $u_1$  и  $u_2$ , то суточный ход часов  $\omega$  получится по формуле:

$$\omega = \frac{u_2 - u_1}{t_2 - t_1}$$

при условии, что промежуток времени  $(t_2 - t_1)$  выражен в сутках.

<sup>1</sup> См. ОСТ/ВКС 7158. Термины, обозначения и определения в области измерения времени.

По двум поправкам или по одной поправке и суточному ходу можно вычислить поправку  $u_i$  для любого другого момента  $t_i$ ; здесь пригодны формулы:

$$u_i = u_1 + \omega (t_i - t_1) = u_2 + \omega (t_i - t_2).$$

Если при этом момент  $t_i$  лежит внутри моментов  $t_1$  и  $t_2$ , то вычисление по формуле называется интерполяцией поправки часов, если  $t_i$  лежит вне моментов  $t_1$  и  $t_2$ , то мы имеем действие экстраполяции или предвычисления поправки часов. Интерполированная поправка всегда точнее экстраполированной, так как неизбежные изменения суточного хода и погрешности исходных наблюдений влияют во втором случае значительно сильнее.

В своей практике часовщики в огромном большинстве случаев пользуются не поправкой часов, а их ошибкой, так как это представляет для них несколько бóльшие удобства. К этому вопросу мы еще вернемся в главе о регулировке часов в температурах и положениях.

#### 4. Критерии для оценки качества часов

Не трудно сообразить, что полученный выше результат (см. пример 8) будет правилен только тогда, если ход часов не менялся. Действительно, допустив, что истинный ход отклонился от предположенного нами только на 0,5 сек, мы находим, что вычисленный момент будет ошибочен на 4 сек ( $0,5^c \cdot 7,3 \approx 4^c$ ).

Итак, кардинальный фактор, который решающим образом оценивает достоинство тех или иных часов, есть постоянство их суточного хода. Размер поправки, а также размер хода не играют здесь никакой роли, ибо путем соответствующих регулировок они могут быть сведены к удобным для нас величинам. Постоянство хода часов это их индивидуальное качество, зависящее от конструкции и от тщательности выполнения, при условии, конечно, разумного и бережного ухода за часами.

Отметим еще, что постоянство хода часов следует оценивать по средним размерам их случайных колебаний, действующих в разные стороны, то ускоряя, то замедляя ход, причины которых нам неизвестны. Кроме этих случайных колебаний в ходах часов еще отмечаются систематические изменения, действующие в течение некоторого периода времени в одну сторону. Эти систематические изменения чаще всего находят себе объяснение и могут быть численно учтены.

Такова, например, зависимость хода маятниковых часов от температуры, от плотности воздуха, от амплитуды маятника

и от времени. Систематические изменения ходов должны быть, по возможности, исключены, в противном случае они искажут наше заключение о размерах случайных колебаний ходов.

Для оценки постоянства хода часов пользуются либо средним квадратичным отклонением индивидуальных суточных ходов от среднего хода, либо (в новейшее время) средней квадратичной разностью (вариацией) смежных ходов. Обе величины указывают на средний размер возможных колебаний ходов.

Поясним эти понятия на примере.<sup>1</sup>

Пример. С 5 по 15 октября 19... г. ежедневно в один и тот же час определялись поправки некоторых карманных часов. При этом получены следующие числа: -28, -24, -22, -15, -12, -7, -1, +1, +6, +13, +15 сек.

Найти среднее квадратичное отклонение и среднюю квадратичную вариацию хода часов.

Для выполнения вычислений составим таблицу.

Дата	Поправка часов	Суточный ход	Уклонения от среднего	Квадраты уклонений	Разности смежных ходов	Квадраты разностей
Октябрь 5	-28 <sup>c</sup>	+4 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0	-2 <sup>c</sup>	4
" 6	-24	+2	-2	4	+5	25
" 7	-22	+7	+3	9	-4	16
" 8	-15	+3	-1	1	+2	4
" 9	-12	+5	+1	1	+1	1
" 10	-7	+6	+2	4	-4	16
" 11	-1	+2	-2	4	+3	9
" 12	+1	+5	+1	1	+2	4
" 13	+6	+7	+3	9	-5	25
" 14	+13	+2	-2	4		
" 15	+15					
Средний суточный ход .		+4,3	+10--7	37		104

В 1-м и 2-м столбцах таблицы помещены даты наблюдений и полученные поправки часов. Разности смежных поправок представят собою наблюдаемые суточные ходы (столбец 3-й). образуем из этих ходов арифметическое среднее, т. е. сложим их и разделим на число всех ходов; в данном случае получим:

<sup>1</sup> Формулы, определяющие эти понятия, приведены в данном примере.

Средний суточный ход =  $+43^c : 10 = +4,3$  сек.

Очевидно, что средний суточный ход можно было получить и указанным ранее способом; для этого надо было образовать разность крайних поправок и разделить ее на число протекших суток.

Для получения среднего квадратичного уклонения вычисляем сначала уклонения наблюдаемых ходов от их среднего, образуя разности: наблюдаемый суточный ход минус средний суточный ход, причем последний мы округляем в данном случае до целых секунд. Так, числа 4-го столбца получаем как разности:  $4 - 4 = 0$ ;  $2 - 4 = -2$ ;  $7 - 4 = +3$  и т. д.

Найденные уклонения возводим в квадрат<sup>1</sup> (5-й столбец), суммируем эти квадраты, делим на число наблюдаемых ходов без одного и извлекаем корень квадратный; т. е. вычисляем по формуле:

$$v = \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n-1}} = \sqrt{\frac{37}{10-1}} = \sqrt{\frac{37}{9}} \approx \sqrt{4} = \pm 2 \text{ сек.}$$

Полученное таким образом значение  $v$  и есть искомое среднее квадратичное уклонение суточного хода часов,  $[\Delta\Delta]$  — сумма квадратов уклонений,  $n$  — число наблюдаемых ходов.

Средняя квадратичная разность ходов (вариация) получится из тех же данных подобным же образом.

Сначала находим разности последовательных ходов (6-й столбец), возводим эти разности в квадрат (7-й столбец), а затем суммируем. Разделив эту сумму на число всех разностей и произведя действие извлечения квадратного корня, получаем искомую вариацию  $\delta$  по формуле:

$$\delta = \sqrt{\frac{[\Delta'\Delta']}{n-1}} = \sqrt{\frac{104}{9}} = \sqrt{12} = \pm 3,5 \text{ сек.}^2$$

где  $[\Delta'\Delta']$  — сумма квадратов разностей смежных ходов.

Как мы видим, обе величины  $v$  и  $\delta$  пытаются оценить влияние элемента случая на точность показаний часов. Способы их получения основываются на положениях теории вероятностей, а потому  $v$  и  $\delta$  представляют собою только средние границы возможных колебаний в ходах часов. Первая из них  $v$  говорит, что из каждых трех уклонений наблюдаемых ходов от идеального, правда, нам неизвестного, среднего хода — два уклонения по своей величине, вероятно, не пре-

<sup>1</sup> Т. е. множим каждое из этих чисел само на себя.

<sup>2</sup> Правила, приведенные для определения величин  $v$  и  $\delta$ , можно применять и к ошибкам часов, так как квадраты чисел не зависят от знаков, стоящих перед числами.

гзойдут  $v$ . Вторая —  $\delta$  — утверждает, что из трех разностей смежных ходов две по своей величине, вероятно, не будут больше  $\delta$ .

Очевидно, что чем  $v$  и  $\delta$  меньше, тем меньше влияние случая на показание часов и, следовательно, тем лучше часы и, наоборот, часы хуже, если  $v$  и  $\delta$  велики.

Величина  $v$  зависит от величины того промежутка, в течение которого наблюдаются ходы, поэтому  $v$  не вполне определено. Чем больше промежуток, тем, вообще говоря, для  $v$  получится большее значение. Таким образом может случиться, что лучшие часы, наблюдаемые в течение месяца, покажут большее среднее уклонение  $v$ , чем худшие часы, наблюдаемые в течение, скажем, недели, а наше заключение будет формально говорить в пользу вторых. Величина  $\delta$  — средняя квадратичная разность смежных ходов — от этого упрека свободна, ибо увеличение промежутка наблюдений повлечет за собою только увеличение точности численного значения для  $\delta$ .

Заметим, что понятие о величине  $\delta$  установлено сравнительно недавно. Этот критерий для оценки качеств часов был предложен проф. Б. Ванахом, очень много сделавшим в области точных измерений времени, и постепенно вводится в практику оценки качества часов.

Практика установила следующие примерные значения для  $v$  и  $\delta$ , сообразно качеству часов:

Род часов	Для $v$	Для $\delta$
Карманные, среднего качества	от $5^c$ до $3^c$	от $5^c$ до $3^c$
„ хорошего качества	от $3^c$ до $1^c$	от $3^c$ до $1^c$
„ наилучших сортов	менее $1^c$	менее $1^c$
Хронометры карманные хорошего качества	от $1^c$ до $0,5^c$	около $0,5^c$
Хронометры столовые лучших сортов	от $0,2^c$ до $0,1^c$	около $0,1^c$
Стенные регуляторы с деревянными маятниками	от $2^c$ до $1^c$	от $2^c$ до $1^c$
Стенные регуляторы с компенсационными маятниками, но без компенсации за барометрическое давление	около $0,3^c$	около $0,3^c$
Такие же, но с компенсацией за давление	от $0,15^c$ до $0,08^c$	от $0,06^c$ до $0,02^c$
Нормальные часы высших сортов	от $0,05^c$ до $0,03^c$	от $0,02^c$ до $0,001^c$



Эти числа нельзя рассматривать как абсолютные. ибо материал, который можно использовать для этой цели в отношении величины  $\nu$ , с трудом сравним, а в отношении величины  $\delta$  — еще недостаточен.

Обратим внимание еще на одно обстоятельство. Численные значения для  $\nu$  и  $\delta$ , получаемые нами из наблюдений, являются также до некоторой степени делом случая, и их точность нередко не выше 25%. Поэтому, при оценке качества часов нельзя придавать чрезмерного значения каждой десятой или сотой доле секунды в найденных  $\nu$  и  $\delta$ .

## 5. Определение и хранение точного времени

Независимые определения времени требуют выполнения астрономических наблюдений. В то время как для малоточных определений времени пригодны самые простые приборы — например, вертикальный шест — гномон, — точные определения требуют дорого стоящих прецизионных приборов, разработывавшихся и совершенствовавшихся трудами поколений астрономов и искусных механиков.

Вникнем, поэтому, глубже в жизнь обсерватории, которая занята работой постоянного хранения точного времени или, как говорят, несет службу времени.

Астроном наблюдает за видимым суточным вращением небосвода, этого величественного циферблата звездных часов, при помощи специальной астрономической трубы — пассажного инструмента. Увеличение пассажного инструмента незначительно, он служит не для рассматривания деталей небесных тел, а для измерения их относительных положений. Стремление к большому увеличению немедленно уменьшило бы четкость изображений, а, главное, повлекло бы за собой чрезмерную громоздкость инструмента, сделало бы его механически нестойким и уменьшило бы точность его выполнения. В современном пассажном инструменте все направлено в сторону улучшения механических качеств отдельных его частей, в сторону удобства, а следовательно, и точности наблюдений, и возможности частого контроля над состоянием инструмента.

На рис. 252 изображен такой инструмент (работа фирмы Вамберг), установленный в обсерватории Всесоюзного научно-исследовательского института метрологии (ВНИИМ). Зрительная труба этого инструмента ломаная, т. е. пучок света от звезды, после его прохождения через объектив трубы, перехватывается по дороге при помощи призмы с полным внутренним отражением и направляется к глазу наблюдателя

сквозь пустотелую горизонтальную ось. На этой же горизонтальной оси висит чувствительнейший уровень — старший собрат всем известного плотничьего ватерпаса. Перемещения пузырька уровня немедленно обнаруживают мельчайшие уклоны оси прибора от горизонтального положения.

Пассажный инструмент устлавливается так, чтобы тончайшая нить из кокона паука, натянутая в поле зрения окуляра, совпадала с плоскостью меридиана и не выходила из этой плоскости при поворотах трубы вокруг горизонтальной оси.



Рис. 252. Пассажный инструмент в обсерватории.

Астроном наводит пассажный инструмент на ту часть меридиана, в которой он, согласно своим вычислениям, ждет появления нужной звезды, и отмечает затем по своим часам момент прохождения этой звезды через нить. Сравнив отмеченное показание своих звездных часов с теоретическим моментом, вычисленным на основании данных астрономического ежегодника, он заключает о размерах поправки своих рабочих часов.

Интересны те способы, с помощью которых производится определение момента прохождения звезды через нить. Старейший способ наблюдений «на слух и глаз», применяющийся часто и теперь при менее точных работах, нагружает и ухо и глаз наблюдателя. Астроном считает на слух секундные

или полусекундные удары маятника своих часов и наблюдает при помощи глаза за соответствующими положениями звезды относительно нити. По тем двум положениям, которые звезда занимала в секундные удары часов до и после ее прохождения через нить, наблюдатель заключает о десятых долях секунды в момент прохождения. Для увеличения точности наблюдений в фокальной плоскости трубы натягивают добавочные нити, располагая их параллельно главной и притом на определенных расстояниях от нее. При такой сетке нитей наблюдатель может отметить для одной и той же звезды целый ряд последовательных моментов, а затем найти по каждому из них момент прохождения через меридиан.

Описанный способ наблюдения, несмотря на его простоту, дает результаты с хорошей внутренней точностью — у опытного наблюдателя согласуются даже десятые доли секунды. Но, с другой стороны, он является резко субъективным методом, ибо каждый из наблюдателей делает свою систематическую «личную» ошибку, зависящую от быстроты реакции его нервов. Кроме того, личная ошибка может изменяться в зависимости от физического здоровья и психического состояния наблюдателя.

Стремление к дальнейшему повышению точности наблюдений заставило применить хронографы — приборы для автоматической записи моментов времени с помощью электрического тока. Хронографы сходны по устройству с телеграфным аппаратом Морзе и точно так же, как последний, снабжены часовым механизмом, равномерно протягивающим бумажную ленту, и двумя или тремя электромагнитами, к якорям которых прикреплены перышки (рис. 253). При отсутствии тока в цепи электромагнита перышки чертят на ленте прямую линию; при замыкании тока перышко смещается и на ленте появляется зигзаг. Образец такой записи виден на рис. 254. Нижняя зигзагообразная линия представляет собою запись полусекунд часов (или хронометра). Одиночный зигзаг на верхней линии представляет собою запись сигнала, который был дан наблюдателем при помощи телеграфного ключа в тот момент, когда звезда находилась на нити. Так как движение ленты равномерно, то очевидно, что отношение отрезков  $B$  и  $A$  непосредственно указывает сотые доли секунды в момент прохождения. Хронограф применяется не только для астрономических наблюдений, но также и для сравнений показаний часов и проверки других часовых механизмов.

Описанный способ наблюдений далеко не автоматичен —

нажатие ключа в момент прохождения производится рукой наблюдателя. Но все же наблюдения с хронографом и ключом значительно точнее наблюдений на слух и глаз, ибо личные ошибки при этом способе наблюдений меньше по абсолютной величине и, кроме того, держатся значительно ровнее.

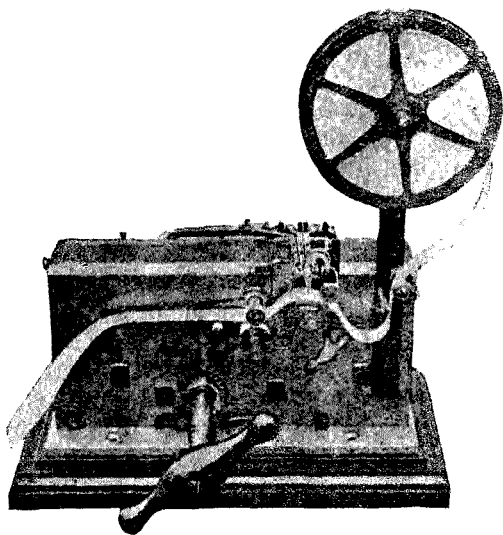


Рис. 253. Хронограф.

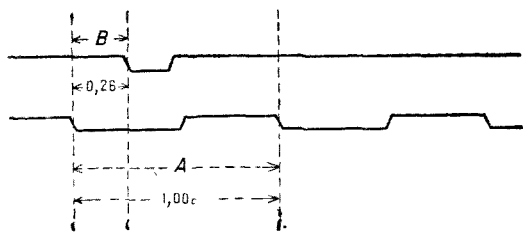


Рис. 254. Запись на ленте хронографа.

Дальнейшие усилия в области усовершенствования техники наблюдений были направлены в сторону максимального исключения влияния личности наблюдателя. Эта задача была практически решена механиком Ренсольдом,

сконструировавшим саморегистрирующий (самопишущий) микрометр. Этот микрометр называют также безличным, ибо он сводит личные ошибки наблюдателей к минимальным размерам. В поле зрения микрометра имеется подвижная нить, которую можно переме-

щать по направлению движения звезды при помощи точного микрометрического винта. Вращающийся вместе с винтом барабан микрометра сделан из изолятора с врезанными в него платиновыми контактами. При определенных углах поворота винта, а следовательно, и при определенных положениях нити в поле зрения электрическая цепь хронографа замыкается через платиновые контакты, и на ленте записывается сигнал. При наблюдении с помощью подобного микрометра астроном вращает винт таким образом, чтобы

нить все время оставалась на звезде. Очевидно, что в этом случае на ленте будут автоматически отмечаться те моменты, когда звезда находится в строго определенных положениях поля зрения пассажного инструмента. Точность, достигаемая с помощью безличного микрометра, очень велика; отдельные моменты прохождений согласуются не только в десятых, но нередко даже и в сотых долях секунды.

Кроме этих способов наблюдения, в настоящее время существуют еще методы фотографической регистрации, а также фотоэлектрической регистрации с помощью чувствительнейших фотоэлементов, реагирующих на тот слабый свет, который нам посылает звезда. Но эти методы находятся еще в стадии разработки, а потому мало распространены.

Вторая часть оборудования обсерватории, выполняющей службу времени, — это высокой точности маятниковые часы. Такие астрономические часы (рис. 251) нередко называют нормальными с целью указания на их особую точность. При установке этих часов принимают особые меры предосторожности, их помещают в глубоких подвалах с почти постоянной температурой, на особых чрезвычайно прочных стенах и фундаментах.

Весь механизм часов заключается целиком под герметический стеклянный или металлический колпак для изоляции от внешнего воздуха с его переменной плотностью.

Астроном-наблюдатель поверяет свои рабочие часы при помощи астрономических наблюдений не реже одного раза в 5—7 дней, если только этому не мешает облачность неба.

В виде примера высокого качества современных нормальных часов приводим табличку суточных ходов звездных часов Гифлера № 81, установленных в часовых подвалах Всесоюзного института метрологии.

1927 г.	Суточный ход сек	1927 г.	Суточный ход сек
С янв. 5 по янв. 18	— 0,257	С апр. 11 по апр. 18	— 0,264
" " 18 " февр. 7	— 0,288	" " 18 " " 29	— 0,266
" февр. 7 " " 19	— 0,271	" " 29 " май 3	— 0,266
" " 19 " " 24	— 0,255	" мая 3 " " 7	— 0,257
" " 24 " март 14	— 0,272	" " 7 " " 16	— 0,277
" марта 14 " " 21	— 0,268	" " 16 " июнь 1	— 0,277
" " 21 " " 25	— 0,263	" июня 1 " " 4	— 0,273
" " 25 " " 28	— 0,263	" " 4 " " 10	— 0,296
" " 28 " апр. 11	— 0,278	" " 10 " " 18	— 0,279

Знак минус, стоящий перед суточным ходом, указывает, как мы знаем, на то, что часы уходили вперед. Приведенная табличка показывает, что в течение почти полугода часы сохраняли постоянным свой суточный ход, так как максимальные отклонения отдельных ходов от среднего не превышают 0,02 сек.

Несмотря на столь высокие качества нормальных часов, астроном не доверяет показаниям только одних часов, а пользуется несколькими нормальными часами, ибо в ходе часов возможны перебои. Показания такой группы нормальных часов сопоставляются по меньшей мере ежедневно, а окончательная поправка рабочих часов выводится на основании совокупных показаний всей этой группы.

## 6. Часы как совершеннейший инструмент астронома

Мы ознакомились вкратце с теми требованиями к точности измерений времени, которые предъявляются в различных областях науки и жизни. Остановимся еще особо на тех причинах, которые сделали из часов важнейший инструмент астронома, заставили астрономов трудиться над совершенствованием часов и привели к тому, что термины «астрономические» часы и «наиточнейшие» часы стали равнозначными.

Прежде всего часы важны для астронома как прибор, непрерывно показывающий время. Таким образом астроном освобождается от бесконечных наблюдений за небесным сводом, представляющим как бы наши основные часы. Точные определения времени по звездам требуют значительной затраты труда и времени, только одно такое определение вместе с соответствующими вычислениями отнимает 2—3 дня работы опытного наблюдателя. Кроме того, подобные наблюдения возможны лишь в ясные ночи, число же ясных ночей не везде велико, а, главное, они наступают совершенно независимо от ваших пожеланий и потребностей. Часы должны быть, поэтому, настолько хороши и точны, чтобы их показаниям можно было доверять в течение долгих периодов пасмурной погоды. В настоящее время, имея несколько взаимно друг-друга контролирующих часов, можно обходиться без поверки по звездам в течение 10—15, а нередко и 20 дней. Допускаемая при этом неточность будет, пожалуй, даже меньше, чем неточность прямой поверки времени по звездам.

В руках астрономов часы являются могучим средством для определения относительного положения небесных светил. Действительно, сверив часы с суточным вращением земли

при помощи повторного наблюдения (через сутки и более) одних и тех же звезд, астроном имеет возможность установить моменты прохождений через меридиан для любых других светил и тем самым измерить угловые расстояния между ними. Точное же знание положений светил, их относительных смещений, незаметных для человека, не вооруженного чувствительными приборами, позволяет нам глубже вникать в законы мироздания и познавать окружающую нас природу.

В руках астронома-геодезиста часы исполняют по отношению к земле ту же роль, как и в отношении неба. Наиболее простое и быстрое измерение угловых расстояний точек земного шара немыслимо без точнейших часов, точно так же, как и изучение ускорения силы тяжести в этих точках. Сопоставление получаемых таким образом данных с результатами непосредственных измерений земли позволяет астроному судить не только об истинной фигуре земли, но даже проникать пытливым взором сквозь земную кору и находить месторождения различных полезных ископаемых.

## **7. Новейшие достижения в области конструирования астрономических часов: часы Шорта и кварцевые часы**

Последнее десятилетие обогатило технику измерения времени двумя новыми конструкциями часов, побившими все существовавшие рекорды в точности сохранения времени. Это — часы системы Шорта и кварцевые часы.

Часы Шорта отличаются от иных маятниковых часов оригинальностью своей конструкции. Вся работа часового механизма разделена в них между двумя маятниковыми механизмами: главным, или свободным, маятником и вспомогательным, или синхронизированным, маятником. Свободный маятник помещен в герметический воздухонепроницаемый цилиндр с сильно разреженным воздухом и выполняет только работу по сохранению времени и по регулировке показаний синхронизированного маятника (один раз в 30 сек). Синхронизированный маятник несет всю работу по пуску в ход импульсных рычагов, передвижению стрелок, посылке электрических секундных сигналов и т. п. Колебания как свободного, так и синхронизированного маятников поддерживаются при помощи рычагов-грузиков, раз в 30 сек падающих на соответствующие части маятников и тем самым сообщающих необходимые импульсы. Завод (подъем) грузиков и функционирование всех механизмов в целом обеспечиваются небольшой

электрической батареей. В часах Шорта применены новейшие современные металлы: маятник изготовлен из инвара, подвесная пружина маятника — из элинвара. Преимущество часов Шорта по сравнению с другими маятниковыми часами заключается в почти полном приближении главного маятника часов к его идеалу — свободному маятнику. Маятник Шорта вступает во взаимодействие с прочими частями часов только раз в 30 сек и то на ничтожную долю секунды, притом в такой момент, когда маятник проходит через положение равновесия, т. е. когда он менее всего чувствителен ко всяким внешним возмущающим толчкам. В часах Рифлера, в которых импульс маятнику доставляется при помощи ежесекундного перегиба верхней части подвесной пружины, приближение к свободному маятнику значительно более грубое. Импульс в этих часах подается также в менее благоприятный момент — вскоре после прохождения маятника через положение равновесия, а не в самый момент прохождения. О высоких качествах часов Шорта дает представление нижеследующая табличка, содержащая средние по месяцам суточные ходы часов Шорта № 44, принадлежащих Парижской обсерватории.

1935 г.	Суточный ход сек	1935 г.	Суточный ход сек
Январь . . . . .	— 0,268	Июль . . . . .	— 0,371
Февраль . . . . .	— 0,371	Август . . . . .	— 0,375
Март . . . . .	— 0,377	Сентябрь . . . . .	— 0,372
Апрель . . . . .	— 0,375	Октябрь . . . . .	— 0,373
Май . . . . .	— 0,371	Ноябрь . . . . .	— 0,374
Июнь . . . . .	— 0,373	Декабрь . . . . .	— 0,367

Производство часов системы Шорта освоено у нас в СССР на заводах заслуженного физико-механика ВНИИМ, героя труда И. И. Кварнберга. Первый экземпляр советских часов Шорта установлен в часовых подвалах ВНИИМ и принят в эксплуатацию с ноября 1936 г.

Кварцевые часы, другая современная новинка являются воплощением совершенно иного конструктивного принципа. В механических часах движение стрелок регулируется с помощью колебаний маятника или баланса, в кварцевых часах — при помощи электрических токов высоко-



частоты, т. е. электрических колебаний. Для возбуждения электрических колебаний применяется пьезо-кварц — пластинка из кристаллического кварца, особым образом вырезанная из кристалла кварца. Если подобную пластинку подвергать упругим деформациям, т. е. сжимать ее или растягивать в определенном направлении, то на некоторых гранях пластинки появляются электрические заряды. Это свойство и позволило возбуждать и поддерживать упругие колебания пьезо-кварцевой пластинки с помощью электрических ламповых усилительных схем и получать от такой установки непрерывные электрические колебания.

Пьезо-кварцевый генератор электрических колебаний, как показал опыт, сохраняет частоту своих колебаний с очень большим постоянством, т. е. его колебания обладают постоянной длительностью и, значит, с этой точки зрения вполне пригодны для регулирования часов. Но эти электрические колебания обладают высокой частотой, порядка 50 000—100 000 герц (50 000—100 000 колебаний в секунду), и поэтому непосредственно непригодны для приведения в действие какой-либо механической системы. Частоту пьезо-кварцевого генератора необходимо понизить, что достигается с помощью особых ламповых радио-технических схем — мультивибраторов, снижающих первоначальную частоту точно в целое число раз, например, в 5, в 10 раз. Таким образом, с помощью нескольких мультивибраторов, вместо исходных колебаний с частотой 50 000—100 000 герц получают электрические колебания низкой частоты, порядка 300—1000 колебаний в секунду, которые уже могут быть использованы для вращения стрелок часов. В качестве промежуточного звена здесь применяется небольшой синхронный электромоторчик. Угловая скорость такого моторчика, если он введен в синхронизм с поступающими электрическими колебаниями, зависит только от частоты питающего его тока, и, следовательно, движение стрелок часов, связанных с синхронным моторчиком при помощи зубчатого перебора, будет совершаться в полном соответствии с исходными колебаниями пьезо-кварцевого генератора.

Кварцевые часы были впервые сконструированы инж. Меррисоном (W. A. Morrison) в Америке. Исследования инж. Лумиса и проф. Броуна в Америке и иных ученых показали, что точность кварцевых часов примерно в 5 раз выше точности лучших маятниковых часов. С помощью кварцевых часов удалось установить размер быстро протекающих изменений в скорости вращения земли; такие изменения очень

малы — в пересчете на время они составляют всего 0,0013 сек за 5 суток.

Столь огромная точность кварцевых часов достигнута при помощи особых мер. Пластика из пьезо-кварца помещается в них в герметическую стеклянную колбу и, сверх того, вместе с наиболее ответственными частями электрического контура, в двойной термостат, гарантирующий неизменность температуры с точностью порядка  $0,001^\circ \text{C}$ . Помимо этого, имеется целый ряд приспособлений, позволяющих контролировать и регулировать отдельные участки их весьма сложной электрической схемы. Кварцевые часы в противоположность маятниковым часам требуют очень крупного расхода энергии, около 2 кВт в сутки, идущей на подогрев термостатов и питание большого числа усилительных ламп. Над постройкой кварцевых часов в СССР успешно работают различные научно-исследовательские лаборатории, так как кварцевые часы служат не только для измерений времени, но и для весьма ответственных радиотехнических измерений.

В настоящее время в быту усиленно распространяется один своеобразный тип электрических часов, имеющий непосредственную связь с кварцевыми часами. Это — синхро-моторные или иначе синхронные электрические часы, регулируемые техническим переменным током. Здесь роль пьезо-кварцевого генератора играют огромные динамомашинные крупные энергетических центров. Понижать частоту нет надобности, так как технический переменный ток имеет и без того очень низкую частоту — всего 50 герц. Поэтому в простейшем виде механизм синхронных часов состоит из синхронного моторчика и зубчатого перебора, вращающего стрелки часов.

Правильность хода синхронных часов зависит от той точности, с которой поддерживается номинальная частота (50 герц) переменного электрического тока. При среднем отступлении действительной частоты всего на 0,1 герца от номинала, т. е. на 0,2%, синхронные часы будут отставать или уходить вперед около 3 мин в сутки. Следовательно, для успешного распространения синхронных часов необходимо строгое регулирование частоты тока на электростанциях на основе постоянного выравнивания показаний синхронных часов по точным маятниковым часам.

В настоящее время имеются руководящие указания по вопросу стабилизации частоты. Производство синхронных часов поставлено на очередь и в ближайшее время можно рассчитывать на их широкое внедрение в быту, тем более, что Группа технической физики отделения технических наук

Академии наук СССР на своем расширенном заседании в мае 1936 г. указала на огромную важность синхронно-моторных часовых механизмов как конструктивного элемента различных регистрирующих измерительных приборов.

## 8. Передача времени

Проверка часов, применяемых в быту и в научной практике, при помощи наблюдений солнца или звезд, в большинстве случаев неудобна, не всем доступна, а, главное, требует наличия благоприятной погоды и известной довольно значительной затраты времени. Поэтому уже издавна стали строить часы общественного пользования, за правильностью показаний которых следили сведущие люди, и по которым все имели возможность поверять свои часы. В настоящее время количество часов общественного пользования продолжает неуклонно увеличиваться. Теперь встречаются как самостоятельно идущие часы — например, башенные часы Всесоюзного института метрологии, так и вторичные часы — циферблаты, управляемые стоящими где-то вдали главными часами при помощи электрического тока, посылаемого по проводам. К числу вторичных часов относятся многочисленные электрические циферблаты на линиях городских железных дорог, а также в различных пунктах города.

Кроме способа передачи времени с помощью часов общественного пользования, применяют: звуковую сигнализацию — таков был полуденный выстрел пушки в Ленинграде, оптическую сигнализацию — падающие с мачт шары в различных морских портах, сигнализацию по телефону, — так, например, в ответ на запросы дает время в Ленинграде ВНИИМ и, наконец, сигнализацию по радио.

Несмотря на недавнее прошлое сигнализации по радио — ее давность не достигает и тридцати лет — она имеет в настоящий момент настолько важное значение, что на ней следует остановиться несколько подробнее.

Передача времени при помощи мощных радиостанций охватывает огромные пространства и поэтому носит уже международный характер. Почти в любой час дня, в любой точке земного шара, при наличии достаточно чувствительных приемников, мы могли бы слышать эти радиосигналы времени и поверять по ним время. Каждая радиостанция передает сигналы времени в строго определенный час, минуту и секунду гражданского Гриничского времени по твердо установленной программе, предусматривающей посылку опреде-

ленных букв телеграфной азбуки Морзе. В телефоне приемной радиостанции эти сигналы воспринимаются как чередование продолжительных и коротких звуков. При графическом изображении сигналов на бумаге длинным будут соответствовать тире, а коротким — точки.

В качестве примера приведу программу передачи времени станцией Бордо (во Франции), работающей на длине волны 19150 м. Все моменты даются по Гриничскому гражданскому времени ( $T_0$ ). Чтобы от этого времени перейти к своему поясному, достаточно к данным моментам прибавить число часов, равное номеру пояса. Для перехода к декретному времени прибавляется еще декретный час.

### Программа сигналов ст. Бордо (Шифр FUL . . . . .)

- 7<sup>h</sup>55<sup>m</sup>30<sup>s</sup>—57<sup>m</sup> 0<sup>c</sup> Позывные (— . . . . —) и шифр Международного бюро времени *VIN*. — . . . . ., которое выполняет передачу.
- 7<sup>h</sup>57<sup>m</sup> 0<sup>c</sup>—57<sup>m</sup>50<sup>c</sup> Обозначающий эту минуту знак — . . . . (латинское *x*).
- 7<sup>h</sup>57<sup>m</sup>55<sup>c</sup>—58<sup>m</sup> 0<sup>c</sup> Шесть точек с промежутками в одну секунду между ними; последняя точка соответствует ровно 58<sup>m</sup>0<sup>c</sup>.
- 7<sup>h</sup>58<sup>m</sup> 8<sup>c</sup>—58<sup>m</sup>50<sup>c</sup> Обозначающий эту минуту знак ~ . (латинское *n*); точки этой буквы приходятся на целые десятки секунд.
- 7<sup>h</sup>58<sup>m</sup>55<sup>c</sup>—59<sup>m</sup> 0<sup>c</sup> Шесть точек, как и раньше.
- 7<sup>h</sup>59<sup>m</sup> 6<sup>c</sup>—59<sup>m</sup>50<sup>c</sup> Обозначающий эту минуту знак — . . . (латинское *g*); точки этой буквы также соответствуют целым десяткам секунд.
- 7<sup>h</sup>59<sup>m</sup>55<sup>c</sup>—8<sup>h</sup>0<sup>m</sup>0<sup>c</sup> Шесть точек, как и раньше.
- 8<sup>h</sup> 1<sup>m</sup> 0<sup>c</sup>—8<sup>h</sup>6<sup>m</sup>0<sup>c</sup> 306 ритмических сигналов, из которых 300 точки, а 6 — тире, приходящиеся на 1<sup>m</sup>0<sup>c</sup>, 2<sup>m</sup>0<sup>c</sup>, . . . , 6<sup>m</sup>0<sup>c</sup>.

Станция Бордо передает свои сигналы еще второй раз в сутки, а именно около 20<sup>h</sup>  $T_0$ .

Для проверки времени по этим сигналам достаточно заметить показание своих часов в момент появления какой-нибудь из точек и запомнить, к какой именно точке это относится. Пусть, например, наблюдатель отметил, что в момент последней точки в третьей шеститочечной группе сигналов его часы показывали 12<sup>h</sup>2<sup>m</sup>28<sup>s</sup>, причем в месте приема время считалось по III поясу. По программе передачи отмеченный сигнал был послан в 8<sup>h</sup>0<sup>m</sup>0<sup>s</sup> Гриничского гражданского времени, т. е. (8 + 3 + 1) в 12<sup>h</sup>0<sup>m</sup>0<sup>s</sup> декретного времени III пояса. Итак, часы приемщика впереди на 2<sup>m</sup>28<sup>s</sup>, т. е. их поправка — 2<sup>m</sup>28<sup>s</sup>, а ошибка + 2<sup>m</sup>28<sup>s</sup>.

Кроме станции Бордо можно назвать еще много станций, передающих время как на длинной, так и на короткой волне. Таковы, например, Москва в 4<sup>h</sup>, 6<sup>h</sup>, 11<sup>h</sup>45<sup>m</sup>, 14<sup>h</sup> и 16<sup>h</sup>  $T_0$  (возможные длины волн: 19,18 м, 25,95 м, 28,12 м, 51,9 м, 3472 м

и 7690 м), Науэн в  $0^{\circ}$  и  $12^{\circ} T_0$  (возможные длины волн: 20,54 м, 23,10 м, 26,45 м, 13 000 м и 18 130 м), Регби в  $10^{\circ}$  и  $18^{\circ} T_0$  (длина волны 18 750 м), Понтуаз в  $8^{\circ}$  и  $20^{\circ} T_0$  (длина волны 28,33 м), Детское Село в  $22^{\circ} T_0$  (длина волны 3797 м). Программы их передач в некоторых случаях отличны от программы работы станции Бордо, но эти отличия не настолько существенны, чтобы затруднить использование сигналов. Для практического применения наиболее удобны сигналы, подаваемые на коротких волнах, так как они легко перекрывают огромные пространства СССР и без труда могут быть приняты на любительских коротковолновых приемниках. Точно также с успехом применены для целей популяризации и передачи времени радиотелефонные — широкоэвещательные станции, работающие, правда, по сильно упрощенной схеме. Здесь достаточно назвать Ленинград (в  $9^{\circ}$ ,  $16^{\circ}$  и  $21^{\circ} T_0$ ), Харьков (в  $17^{\circ} T_0$ ) и Москву (в  $9^{\circ}$  и  $15^{\circ} T_0$ ).

### 9. Современные проблемы международной службы времени

При желании моменты радиосигналов времени, в особенности ритмических сигналов, могут быть отмечены с ошибками, не превышающими сотой доли секунды.

Таким образом, астрономы получили в радиотелеграфе лучшее средство для ежедневного сопоставления данных своих служб времени, не считаясь с расстояниями. Радиосигналы времени обратили внимание астрономов на целый ряд странностей в деле измерения времени и поставили на очередь решение вопросов о равномерности вращения земли, о возможности систематических (односторонних) ошибок в астрономических определениях времени вследствие влияния атмосферы, о размерах колебаний долгот, вызываемых смещениями земной оси по отношению к земле, об относительном перемещении материков, о постоянстве ускорения силы тяжести и т. п.

Поэтому, имеющиеся в каждой из стран обсерватории с хорошо оборудованной службой времени регулярнейшим образом принимают эти сигналы и вычисляют их моменты на основании своих местных наблюдений.

Таковы, например, обсерватории: во Франции — Париж (Международное бюро времени); в Англии — Гринич и Эдинбург; в Америке — Вашингтон и Оттава; в Бельгии — Уккль; в Египте — Гельван; в Японии — Токио; в Австралии — Аделаида. В СССР имеются шесть солидно оборудованных служб времени — во Всесоюзном научно-исследовательском институте в Ленинграде, в Пулковской обсерватории, в Московской обсерватории им. Штернберга, в Москов-

ской обсерватории госгеосъемки, в Харькове и Ташкенте. Во ВНИИМ, например, имеются два павильона с пассажными инструментами для определений времени, четверо нормальных часов Рифлера и одни часы системы Шорта отечественного производства.

В первые годы, когда международная служба времени только организовывалась, время, определенное на различных обсерваториях, показывало весьма заметные расхождения, в несколько раз превышавшие теоретически установленный предел ошибок. За последние годы (примерно, с 1932/33 гг.) в результате упорной работы и постепенных совершенствований приборов и методов вычислений эти разногласия удалось чувствительным образом снизить. Прогресс в точности определения и сохранения времени отчетливо виден в нижеприведенной таблице, где для одного и того же числа 1925 г. и 1935 г. указаны случайные погрешности времени, определенного в службах времени различных стран. Соответствующие обсерватории названы в ней по имени близлежащих городов.

Обсерватории	1925 г.	1935 г.
	7 Мая	7 Мая
Буэнос-Айрес . . . . .	—	+ 0,02 сек
Эдинбург . . . . .	+ 0,10 сек	—
Гринич . . . . .	+ 0,05 "	+ 0,02 "
Гамбург . . . . .	+ 0,06 "	— 0,02 "
Ленинград . . . . .	— 0,06 "	— 0,02 "
Москва (обс. им. Штернберга) . . . . .	—	— 0,04 "
Москва (обс. госгеосъемки) . . . . .	—	— 0,04 "
Нешатель . . . . .	— 0,09 "	+ 0,02 "
Оттава . . . . .	0,00 "	0,00 "
Париж . . . . .	+ 0,01 "	0,00 "
Потсдам . . . . .	+ 0,07 "	+ 0,01 "
Пулково . . . . .	— 0,03 "	+ 0,01 "
Рио-де-Жанейро . . . . .	—	+ 0,03 "
Ташкент . . . . .	—	+ 0,02 "
Токио . . . . .	— 0,03 "	—
Укль . . . . .	— 0,12 "	— 0,01 "
Вашингтон . . . . .	+ 0,04 "	+ 0,01 "

В 1925 г. погрешности достигают 0,12 сек, т. е. в лучшем случае верны десятые доли секунды. В 1935 г. наибольшая погрешность уже не превышает 0,04 сек, что близко к теоретически ожидаемому пределу ошибок,

## КАРМАННЫЕ ЧАСЫ

Около 1500 г. Петер Хенлейн сконструировал в Нюрнберге первые карманные часы. Они, конечно, далеко не были так изящны и малы, как наши современные. Эти часы были скорее образчиком слесарной работы и очень напоминали собою замък художественного выполнения. Но уже к началу XIX века шпindelьные часы приобрели ту форму, какую имеют современные карманные часы.

В первой половине XIX века шпindelьные часы были вытеснены более точными по ходу и красивыми по виду цилиндрическими часами. Вскоре вслед за этим появился анкерный спуск, а за ним целый ряд других спусков. Некоторые из спусков были изобретены уже давно, но только с этого времени, благодаря усовершенствованию самих орудий производства, могли быть осуществлены на практике.

Все же победа осталась за цилиндрическим и анкерным спусками, другие спуски (ходы) не привились, так как они давали худшие результаты в смысле точности хода.

В наши дни из всех спусков наиболее употребительны: цилиндрический — для дешевых и средних сортов карманных часов и анкерный — для лучших сортов часов.

## I. Цилиндрические часы с ремонтуаром. Разборка и исследование механизма

### 1. Части механизма

Для первоначального ознакомления с карманными часами рассмотрим часы с цилиндрическим спуском и ремонтуарным заводом.

В механизме таких часов имеются следующие части:

1. Главная платина и корпус (рис. 255).
2. Среднее (минутное) колесо с трибкой (рис. 256).

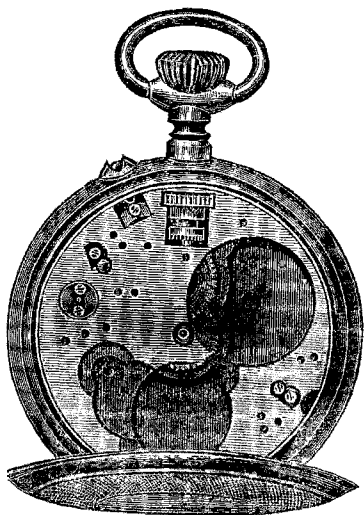


Рис. 255. Главная платина  
и корпус.

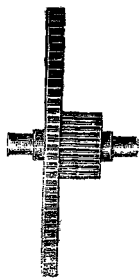


Рис. 256.  
Среднее ко-  
лесо.



Рис. 257.  
Мостик сред-  
него колеса.

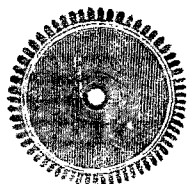


Рис. 258. Барабан и его детали.

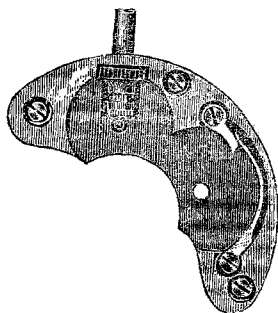


Рис. 259. Мостик бара-  
банного колеса.

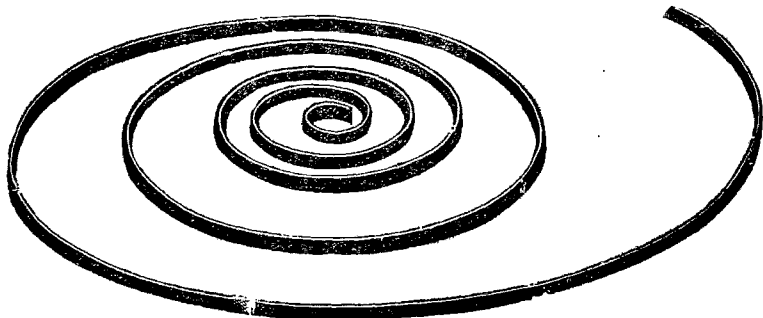


Рис. 260. Заводная пружина.



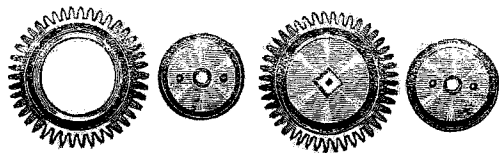


Рис. 261. Заводные колеса.

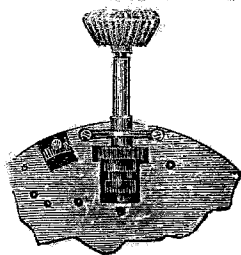


Рис. 262. Заводной валик.



Рис. 263. Переставное колесо.



Рис. 266. Минутная трибка.

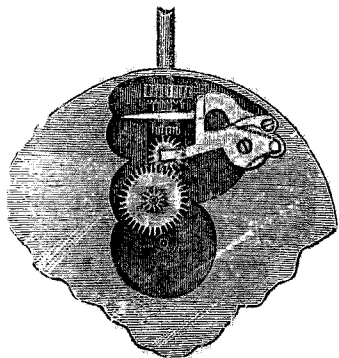


Рис. 264. Рычаг перестановки стрелок.

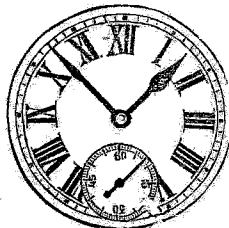


Рис. 269. Циферблат и стрелки.



Рис. 267. Вексельное колесо.



Рис. 265. Стрелочный валик.



Рис. 268. Часовое колесо.



Рис. 270. Секундное колесо.



Рис. 271. Мостик секундного колеса.



Рис. 272. Спущевое (цилиндрическое) колесо.

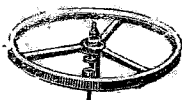


Рис. 275. Валанс.



Рис. 278. Нижний мостик цилиндра.



Рис. 273. Мостик спускового колеса.



Рис. 274. Промежуточное колесо.



Рис. 276. Спираль.



Рис. 277. Мостик баланса.



Рис. 279. Пластина с накладным камнем.

3. Мостик (клубен) среднего колеса (рис. 257).  
 4. Барабанное колесо с коробкой и крышкой, с пружинным валиком (федеркерном) и останом (рис. 258).

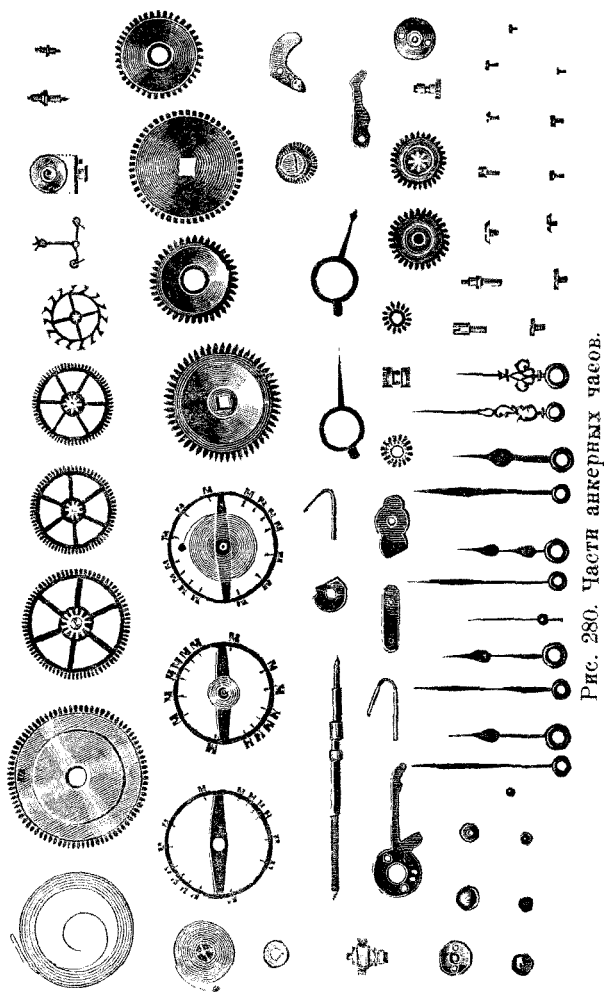


Рис. 280. Части анкерных часов.

5. Мостик (клубен) барабанного колеса (рис. 259).  
 6. Заводная пружина (рис. 260).  
 7. Заводные колеса с шайбочками для их привинчивания (рис. 261).

8. Собачка (шперкегель) и пружинка, нажимающая на нее (рис. 259).

9. Заводная головка (коронка) и заводной валик (рис. 262).

10. Переставное колесо (рис. 263).

11. Рычаг и пружина для передвигания бочонка (коронного колеса) (рис. 264).

12. Стрелочный валик (рис. 265).

13. Минутная трибка (иначе — минутная трубочка) (рис. 266).

14. Вексельное колесо (рис. 267).

15. Часовое колесо (рис. 268).

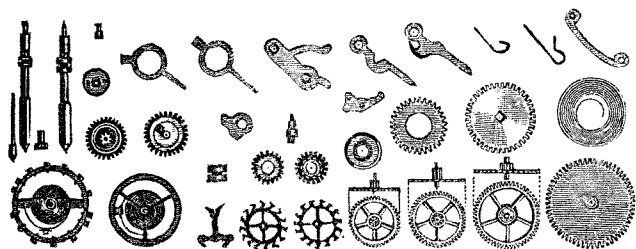


Рис. 281. Части анкерных часов.

16. Циферблат и стрелки (рис. 269).

17. Секундное колесо с трибкой (рис. 270).

18. Мостик (клобен) секундного колеса (рис. 271).

19. Цилиндровое (спусковое) колесо с трибкой (рис. 272).

20. Мостик (клобен) спускового колеса (рис. 273).

21. Промежуточное колесо с трибкой (рис. 274).

22. Баланс с цилиндром (рис. 275).

23. Спираль с колодочкой и ролькой (рис. 276).

24. Мостик (клобен) баланса с градусником (рюкером), с замочком спирали и штифтом и с верхней накладкой градусника с накладным камнем (рис. 277).

25. Нижний мостик (клобен) цилиндра (рис. 278).

26. Нижняя накладная пластинка с накладным камнем (рис. 279).

Корпус (рис. 255) состоит из: 1) ободка (ранта), 2) крышки с шарниром, 3) внутренней крышки, 4) бюгельной шейки и бюгеля (кольца).

На рис. 280 и 281 помещены рисунки частей более совершенных анкерных часовых механизмов известных фабрик.

## 2. Разборка механизма карманных часов

Изучив отдельные части часового механизма карманных цилиндрических часов, можно приступить к их разборке. Хотя разборка часов, безусловно, одна из самых легких работ, тем не менее ее надо выполнять обдуманно; не спеша, и тут же попутно производить исследование всех частей механизма.

Пока механизм находится еще в корпусе, следует прежде всего спустить пружину и испытать, не давит ли стекло на стрелочный валик и не застревает ли вследствие этого среднее колесо.

В некоторых случаях внутренняя сторона закрытой крышки часов может давить на кончик стрелочного валика, выступающего в виде маленькой кнопки из мостика среднего колеса. Поэтому надо убедиться, отсутствует ли этот недостаток, а также посмотреть, не нажимает ли та же крышка на заводные колеса или пластинку градусника. Попутно просматривают, не задевает ли баланс за край корпуса, а в часах с заводным ключом — не задевают ли за корпус зубцы барабанного колеса. Только после этого механизм можно вынуть из корпуса и приступить к исследованию механизма в целом. Прежде всего осматривают завод. Если пружина в часах спущена, ее заводят немного и наблюдают, нет ли при этом задеваний, проскакиваний, появляющихся именно тогда, когда два колеса проходят мимо, не захватывая друг друга. Если часы заведены, предварительно спускают пружину, осторожно приподняв собачку и придерживая пружину при помощи заводной головки. Когда в часах нет больше двигающей силы, т. е. пружина развернулась до конца, барабан должен двигаться совершенно свободно, если его шевелят, взад и вперед, понятно, поскольку это допускает свобода зубцов. В случае обнаружения каких-нибудь недостатков во время этого исследования, их отмечают, чтобы исправить.

Затем осматривают корпус часов: не слишком ли в нем велико отверстие для бюгеля, не заходит ли бюгель в него целиком, нет ли отверстий в ободке корпуса, через которые может проникать в механизм пыль, хорошо ли действуют шарниры и плотно ли закрываются крышки корпуса, защищая его от проникновения пыли и грязи.

Разборку механизма начинают со снятия стрелок и циферблата.

Снимая циферблат, исследуют, не шатается ли он, и целы ли ножки.

Кусочки эмали, оставшиеся на внутренней стороне ци-

циферблата, осторожно выламывают штихелем, чтобы они, при сотрясении, не могли отскочить и попасть в механизм. Следует также посмотреть, нет ли под циферблатом выступающих над платиной концов винтов, накладок и т. п. С циферблатом следует обращаться очень осторожно и особенно тогда, когда его насаживают на механизм после сборки. Непростительно, если по вине мастера на циферблате появятся трещины.

После снятия циферблата и осмотра винтов снимают мостик с балансом во избежание порчи кончиков осей, а затем уже выбивают стрелочный валик, причем механизм держат в левой руке и маленьким молоточком наносят короткие удары по кончику стрелочного валика. Валик освобождается обыкновенно легко. Если же он поддается не сразу, и возникает опасность погнуть мостик колеса, то наружную сторону мостика кладут на латунную вставку стрелочной наковальни и одним ударом освобождают валик.

Обыкновенно перед этим дают стрелочному валику немного масла, чтобы облегчить его выколачивание в случае имеющейся там ржавчины.

Затем, разбирая по порядку часы, окончательно отвинчивают все мостики (клобены) платины. Винты аккуратно размещают на особой скамеечке-подставке для винтов, чтобы при сборке их легко было найти. Винт на верхнем заводном колесе имеет левую нарезку, так что его вывинчивают, вращая направо. Гайка или пластинка на пружинном валике (федеркерне), которая держит храповое колесо, лучше всего отвинчивается особым инструментом — специальным ключом для накладных пластинок (рис. 282).

Можно также для этой работы применять крепкие щипчики (корнцанги), опилив и закруглив их кончики. Следует остерегаться, чтобы этот пинцет не соскальзывал, что случается, когда он слишком мал или недостаточно крепок, так как соскальзывание сопряжено с порчей позолоты механизма.

В особенности следует избегать соскальзывания при работе с отверткой; оно имеет особенно вредные последствия, если отвертка не в порядке. Если отвертка велика, ею можно испортить углубления (воронки) для головок винтов; если она мала, то набивает у головки винта грат и портит его внешний вид; если она слишком тонко запилена, то кончик ее легко ломается, а оставшаяся нижняя часть соскальзывает и оставляет после себя на часах неизгладимый след; если, наоборот, отвертка слишком тупа, она легко выскакивает из

надреза винта, царапает и портит позолоту и внешность часового механизма.

Для аккуратного и безукоризненного выполнения часовой работы часовщику необходимо иметь целый ассортимент разных отверток, по крайней мере не менее четырех размеров. Вставки должны быть 0,5, 1, 1,5 и 2 мм. Лучшие отвертки снабжены вращающейся кнопкой и устойчивы в руке (рис. 283).

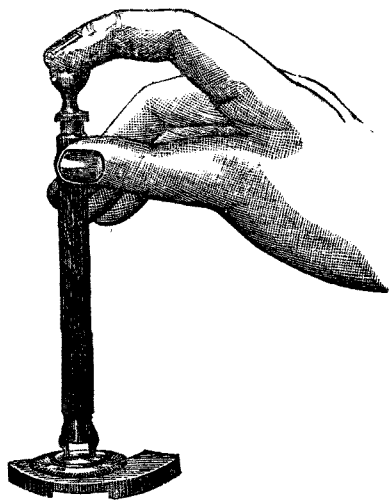


Рис. 282. Ключ для накладных пластинок.

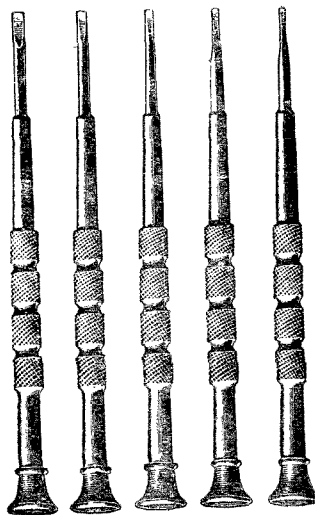


Рис. 283. Часовые отвертки.

После разборки просматривают каждую часть отдельно. Вынув пружину из барабана, проверяют ее исправность и смотрят, не погнуты ли зубцы в барабане, в колесах, а также и кончики осей; вооружившись лупой, исследуют также отверстия камней, осматривают спусковое колесо, цилиндр и, если часы с анкерным спуском, то анкерную вилку и т. д.

### 3. Порядок исследования часового механизма

Исследование механизма лучше всего начать со среднего колеса, которое с этой целью помещают между мостиком и платиной. Затем вставляют на место освобожденный от пружины барабан и пробуют зацепление барабана и среднего колеса. После этого, вставив стрелочный валчик и насадив ми-

нутую трибку, пробуют действие стрелочного механизма. По выполнении этих испытаний барабан снимают, вставляют промежуточное колесо и исследуют его зацепление со средним колесом. Таким образом продолжают просматривать зацепления вплоть до зацепления секундного колеса с трибкой спускового колеса и, наконец, исследуют и приводят в порядок спуск в часах.

На исследовании зацеплений мы подробно остановимся в отдельной главе.

Возвращаемся опять к среднему колесу, через трибку которого проходит стрелочный валик. Кончики оси последнего довольно толсты. Оба кончика трибки среднего колеса, если при испытании его насадить на оправку, должны вращаться концентрично, иначе стрелки не будут ровно двигаться по циферблату. Если кончики средней трибки неровны, необходимо их обточить на станке между центрами спиц, и лишь потом можно насадить трибку опять на оправку для окончательной полировки.

При изготовлении новой трибки уступы (анзатцы) кончиков должны быть глубоко выточены для удержания масла, так как кончики средней трибки подвергаются сильному трению и без смазки легко стираются. Кончики должны свободно вращаться в своих гнездах и слегка выступать из отверстий. Если отверстия для кончиков велики, необходимо их футеровать обычным порядком. Среднее колесо должно вращаться совершенно ровно, не задевать за барабан, мостик или баланс и проч., так как это может вызвать целый ряд нарушений и остановку хода часов.

При рассматривании промежуточного или секундного колеса нужно исследовать, имеют ли эти колеса необходимую свободу и не теснятся ли кончики в своих гнездах.

Полировку кончиков этих колес легко можно производить на станке для полировки кончиков. Она значительно облегчается имеющейся на станке ролькой и захватным штифтом, с которым любую деталь можно обработать, не нуждаясь в особой рольке. При полировке кончиков предпочитают работать смычком, но в таком случае приходится действовать всей его длиной.

Необходимо поверить, не очень ли близко секундное колесо к нижней платине, так как вследствие малого пространства попавшие туда пыль и грязь, смешавшись с маслом, могут вызвать остановку хода часов. Если встретится такой случай, надо на универсале углубить имеющуюся в платине выточку для секундного колеса.

Барабанное колесо, когда его исследуют отдельно или вместе с другими колесами, никоим образом не должно бить; если же это имеет место, то в нем, а также в его крышке протачивают на станке новое отверстие, которое футеруют.

Барабан зажимают при этом в универсальном патроне или закрепляют шеллаком на медном патроне. Убедившись, что крышка барабана не задевает за стрелочные колеса, переходят к исследованию стрелочных колес. При исследовании зацепления стрелочных колес надо смотреть, чтобы зубцы их не упирались в концы зубцов трибки, чтобы зацепление не было слишком глубоко, а также чтобы не происходило упирание или задевание колес. Если всех этих недостатков нет, зацепление может считаться удовлетворительным.

Вексельное и часовое колеса должны свободно помещаться под циферблатом и не зажиматься; последнее колесо должно быть настолько свободно, чтобы можно было надеть на него пружинящую шайбу из весьма тонкой латуни (фольги).

Эта пружинка слегка нажимает на часовое колесо и устраняет возможность сцепления часовой стрелки с минутной.

Вексельное колесо должно также свободно вращаться на своем штифте. Штифт должен быть крепко рвинчен в платину, иначе он может легко отвернуться и, приподымая вследствие этого колесо, нажать на циферблат и вызвать на нем трещины.

Часовщик должен твердо помнить, что в часовом деле не бывает мелочей. Каждая мелочь может вызвать нарушение хода или остановку часов.

Возьмем такой, как будто бы, ничтожный случай — вставку стрелок, когда часы на ходу. Достаточно, чтобы минутная стрелка слегка нажимала на часовую стрелку, как часы перестанут идти. Можно привести сотни таких примеров, из которых видно, что причины, кажущиеся с виду самыми незначительными, могут в известной степени явиться тормозом для хода часов, а потому часовщик должен сосредоточить свое внимание на всех, даже самых ничтожных, мелочах, встречающихся в часовом деле.

## **II. Ошибки цилиндрического и анкерного спусков**

### **1. Уменьше находить ошибки**

Разборка часов должна непосредственно сопровождаться самым тщательным исследованием всего часового механизма. Все равно какие это часы: старые или новые, высокого или



самого низшего сорта, к ним надо всегда относиться так, как если бы они еще никогда не ходили и были преисполнены всяких недостатков. Только исследование всего механизма может дать уверенность, что вновь собранные после починки часы пойдут, т. е. что все их недостатки, даже самые ничтожные, обнаружены и исправлены.

Ничтожные причины часто вызывают серьезные нарушения правильного хода часов. Такие мелочи, как плохо вставленное стекло или задевающие друг за друга стрелки, совершенно так же могут повлечь за собой остановку часов, как какая-нибудь крупная ошибка в зацеплениях зубчатых колес. Иногда в часах встречаются редкие недостатки, которые трудно поддаются обнаружению. Подобные случаи часовщик должен запоминать и отмечать, чтобы в дальнейшем, при исследовании часовых механизмов, иметь эти недостатки в виду.

Перейдем теперь к изучению наиболее часто встречающихся ошибок в цилиндрическом и анкерном спусках. Начнем с цилиндрического спуска. При исследовании цилиндрического спуска вставляют среднее и другие колеса, а также и цилиндр с балансом, но без спирали. Затем нажимают пальцем на среднее колесо таким образом, чтобы сила давления пальца соответствовала силе давления пружины, и исследуют спуск.

## 2. Ошибки цилиндрического спуска

1. Шероховатые, плохо полированные кончики цилиндра, лопнувшие камни или слишком большие отверстия в них.
2. Недостаточная или чрезмерная свобода цилиндра по высоте.
3. Площадка зубца цилиндрического колеса задевает за верхний тампон (вставку).
4. Баланс задевает за среднее колесо, колодочку спирали, замочек спирали, мостик цилиндрического колеса и ограничительный штифт, или же задерживающий штифт баланса задевает за секундную трибку.
5. Спуск часов слишком глубокий или слишком мелкий.
6. Цилиндр зажимается между двумя зубцами или касается поверхности одного из зубцов цилиндрического колеса.
7. Цилиндр захлестывается, причем задерживающий штифт баланса проскакивает через ограничительный штифт в мостике.
8. Зубцы цилиндрического колеса задевают или за выточку в платине, или за мостик, или за трибку секундного колеса.

### 3. Исправление ошибок цилиндрического спуска

Если кончики цилиндра шероховаты, их полируют точно так же, как кончики колес на цапфенполириштурле. Так как острых уступов у них не имеется (рис. 284), то край полировочного напильника должен быть закруглен. Края имеющихся в продаже напильников обыкновенно скошены

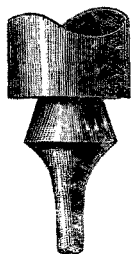


Рис. 284.  
Правильный  
кончик оси  
цилиндра.

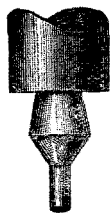


Рис. 286.  
Неправиль-  
ный кончик  
оси цилиндра.

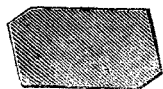


Рис. 285.  
Неправиль-  
ный край  
полироваль-  
ника.

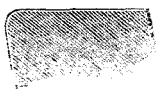


Рис. 287.  
Правильный  
край поли-  
ровальника.

Чтобы проверить высоту установки цилиндра, вставляют в него колесный зубец и рассматривают цилиндр сбоку в лупу. Если цилиндр стоит слишком высоко, нижний тампон трется об основание колеса. При правильном положении цилиндра зазор в этом месте должен быть столь велик, чтобы между основанием колеса и тампоном оставался просвет и тогда, когда цилиндр поднимают до упора его верхнего кончика в накладной камень.

Если цилиндр стоит слишком глубоко, поверхность зубца иногда задевает за верхний тампон. Последняя ошибка встречается, правда, редко, но она приводит в плоских часах к очень нежелательным нарушениям. Ошибку эту можно

(рис. 285), поэтому обработанные таким напильником кончики выглядят, как показано на рис. 286: у их уступов тупые углы. Следовательно, края полировочных напильников следует закруглить (рис. 287), чтобы уступы кончиков были коническими, на подобие воронки трубы (рис. 284).

Поверхность напильника должна быть совершенно ровная, чтобы та часть кончика, которая вращается в камне, была вполне цилиндрической.

Когда кончики отполированы, концы их закругляют так чтобы они при испытании не царапали ноготь. Пятки кончиков должны быть не полукруглыми, как кончики колес, а — в некоторой своей части — плоскими (рис. 284). Этим облегчается регулировка часов обычных сортов.

устранить, если сошлифовать верхний кончик и поднять цилиндр. Достигается это таким образом: вытачивают, насколько понадобится, платину под нижним мостиком баланса и поднимают мостик. Винт и штифты мостика нужно укоротить, если они будут выступать.

Если после поднятия цилиндра окажется, что баланс задевает за среднее колесо или за замочек спирали, а нового цилиндра изготовить нельзя, то лучше изменить положение среднего колеса. Если же положение цилиндра правильное, а баланс задевает сверху или снизу, то это выправляют путем изгибания спиц. Изгибание лучше всего производить без помощи инструментов, от руки: ноготь большого пальца правой руки изнутри упирают в основание спицы, указательный палец ставят на внешний край, а левой рукой держат баланс. При таком положении можно выгибать спицу книзу, и кверху, не рискуя погнуть баланс, что очень легко может случиться, если выгибать при помощи щипцов. Поверяют баланс также при помощи рандлауфциркуля.

Если баланс вращается правильно, и зубец цилиндрического колеса хорошо проходит в прорез цилиндра, то после этого проверяют глубину спуска.

Чтобы точно определить глубину спуска, следят при помощи лупы за входом и выходом зубцов цилиндрического колеса. Баланс при этом заставляют двигаться взад и вперед при помощи деревянной палочки, и вместе с тем давлением на среднее колесо сообщают двигательную силу механизму. В тот момент, когда колесный зубец падает, баланс двигают в обратную сторону и затем устанавливают таким образом, чтобы каждый зубец правильно падал на покой. Если падение зубца на покой происходит неправильно, часы останавливаются; чаще всего это бывает при их носке в кармане. Слишком глубокий спуск также нехорош, потому что разнообразные толчки, которые часы претерпевают во время их носки, могут, как и в предыдущем случае, вызвать нарушение работы спуска и остановку часов.

Установка глубины спуска производится сгибанием установочных штифтов нижнего мостика баланса, причем углубления для этих штифтов должны быть прозенкованы в форме воронки острой трехгранной зенковкой.

#### 4. Ошибки анкерного спуска

Сложный и хрупкий механизм анкерных часов легко подвергается порче, поэтому анкерные часы следует таким же

образом исследовать и устранять малейшие недочеты. Перечислим сначала ошибки анкерного спуска, а потом поговорим об их исправлении.

Ошибки в колесе:

1. Колесо неплотно сидит на трибке.
2. Зубец сломан или заржавел.

Ошибки в анкере и вилке:

3. Сломан кончик оси.
4. Палетты (анкерные камни) выкрошились или сидят неплотно.
5. Нет ограничительных штифтов.
6. Вилка сломана или плохо отполирована.
7. Предохранительный нож (копье) изнашивается и требует исправления.

Ошибки в балансе:

8. Кончик оси сломан или погнут.
9. Баланс непрочно сидит на своем уступе или погнут.
10. Импульсная ролька сидит неплотно или плохо отполирована.
11. Камень импульсной рольки (колонштейн) шатается или отсутствует.
12. Спуск или слишком глубокий, или слишком мелкий.

Ошибки во взаимодействии колеса и анкера:

13. Анкер неправильно сидит на вилке, поэтому зубец застревает.
14. Зубцы анкерного колеса не касаются палетт анкера, т. е. камней, или задевают внутри за тело анкера.
15. Ограничительные штифты шатаются.

Ошибки во взаимодействии анкерной вилки и баланса:

16. Вилка не имеет необходимой свободы вокруг импульсного камня (колонштейна).
17. Предохранительный нож (копье) упирается в импульсную рольку.
18. Рожки вилки задевают за импульсную рольку.
19. Импульсный камень заходит в вилку или недостаточно глубоко, или слишком глубоко.

Сначала поверяют каждую часть отдельно и исправляют найденные в ней опшибки, потом поверяют взаимодействие двух частей.

## 5. Исправление ошибок анкерного спуска

Когда колесо неплотно сидит на трибке, его приклепывают как можно аккуратнее и, если потребуется, протачивают для этого уступ трибки.

Если кончик анкерного валика поломан или разработался, следует выточить новый валик. На валике должна быть винтовая нарезка, посредством которой он ввинчивается в вилку. При выполнении этой работы берут заготовленный в незавершенном виде валик, на котором есть уже уступ и нарезка, и притачивают к нему кончики так, как это делается с трибкой цилиндрического колеса.

Если камни анкера шатаются, их закрепляют шеллаком. Если камни выкрошились, лучше поставить новый анкер.

Взамен сломанных или выскочивших установочных штифтов разборного анкера и вилки вставляют новые штифты из мягкой проволоки, которые, в случае надобности, можно соответствующим образом изогнуть. Если требуется изготовить новую вилку, то, прежде всего, измеряют расстояние между центрами вращения анкера и баланса. Подготовив кусок отпущенной стали, опиляют его в надлежащую форму и просверливают отверстие для валика, наметив предварительно центр этого отверстия. Самое главное при изготовлении вилки — точно измерить и правильно наметить место прореза и рожков. Работа эта очень длительна и трудна, так как вилку приходится часто вставлять в механизм и пробовать как она действует. Если та часть вилки, которая действует совместно с импульсным камнем, шероховата, то ее шлифуют рубиновым напильником или тонко отшлифованным на наждачном круге кусочком масляного камня и потом полируют напильником для полировки кончиков.

Импульсный камень должен иметь в вилке как можно меньше боковой свободы; если же он задевает за платину, следует его приподнять или углубить выемку в платине.

Если спуск установлен слишком глубоко, т. е. зубцы анкерного колеса падают на покой слишком далеко, балансу при отмыкании приходится преодолевать большое сопротивление, происходит излишняя потеря энергии, и нормальный ход часов нарушается. Но не меньшая потеря энергии происходит и тогда, когда зубцы колеса падают на покой ненадежно,

так как в этом случае баланс должен снова оттолкнуть назад колесный зубец, который уже падал на поверхность импульса;<sup>1</sup> эта ошибка вызовет не меньшие нарушения хода. В подобных случаях установочные штифты анкера следует заменить мягкими, железными; отверстия в вилке надо расширить в форме воронки трехгранной зенковкой, а анкер отодвинуть, как отодвигают нижний мостик цилиндра; при этом падение зубцов должно быть одинаково с обеих сторон.

Если зубцы анкерного колеса расположены чрезмерно высоко или низко по отношению к палеттам анкера, надо переместить колесо или анкер, сточив соответствующие им уступы.

При задеваниях колесного зубца за внутреннюю часть анкера слегка сошлифовывают соответствующее место анкера.

Ограничительные штифты ни в коем случае не должны шататься; если же это имеет место, вставляют новые штифты. Когда изменяют что-нибудь в ограничительных штифтах или в глубине спуска, то после этого поверяют и то, и другое, потому что положение штифтов влияет на глубину спуска и от их точной установки зависит хороший ход часов. Если импульсный камень зажимается в прорезе вилки, прорез вилки надо несколько расширить шлифовкой но так, чтобы камень имел весьма незначительную боковую свободу. Если прорез вилки широк, надо вставить камень потолще. В дешевых часах можно сузить довольно мягкую вилку легким ударом и потом выправить ее шлифовкой.

В часах с простой импульсной ролькой вилка часто задевает за последнюю снизу. Предохранительный нож бывает слишком длинен или, наоборот, короток. Спуск необходимо тщательно поверить, имея в виду эти ошибки. При проверке баланс ставят таким образом, чтобы колонштейн начал входить в вилку; после этого предохранительный нож слегка прижимают к импульсной рольке и поворачивают баланс импульсным камнем внутрь сначала в одну, а потом в другую сторону. Если предохранительный нож слегка задевает за импульсную рольку, что узнается ощупью, то полируют

---

<sup>1</sup> В главе IV „Спуски (ходы)“ первого отдела и главе III „Починка стальных часов“ третьего отдела неудачно применен термин *подъем* заимствованный из немецкой часовой литературы, и производные от него слова. Его следует заменить термином *импульс*, принятым во французской часовой терминологии, уже вошедшим в практику нашей отечественной литературы и лучше отвечающим сути дела.

края импульсной рольки, устраняя имеющийся грат. Короткий предохранительный нож в любом положении свободно пропускает рольку. Эту ошибку необходимо исправить, иначе часы будут постоянно останавливаться. Если вилка имеет лишнюю свободу по обеим сторонам рольки, ее несколько оттягивают, сначала отпустив. По выполнении этой работы вилку надо снова закатить и отшлифовать.

В часах с двойной импульсной ролькой условия более благоприятны. При правильной длине копыя (предохранительного ножа) перекидывание вилки невозможно. Если что-нибудь подобное произойдет, значит копые коротко и его нужно заменить более длинным.

В часах с ordinarily импульсной ролькой этот недостаток коренным образом устраняется изготовлением второй рольки. Эта работа отнимает не больше времени, чем оттягивание вилки, сопровождающееся, кроме того, сложными добавочными работами. Вторую рольку делают из нейзильбера.

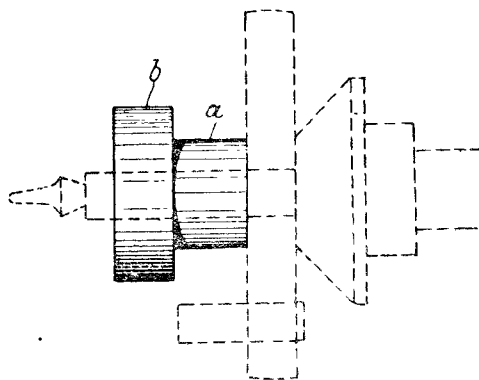


Рис. 288. Изготовление предохранительной рольки.

Этот металл подходит по степени твердости и легче поддается обработке, чем сталь. В куске проволоки высверливают отверстие и расширяют его настолько, чтобы валик баланса едва в него входил; затем обтачивают проволоку на оправке до подходящей величины и формы (рис. 288), вышлифовывают и гладко отшлифовывают прорез для копыя. Рольку *b* в мужских часах делают от 1,5 до 2 мм длиною и толщиной стенок в 0,5 мм. Трубка *a* должна доходить до имеющейся уже рольки, причем она должна быть как можно тоньше. Ролька *b* должна лежать несколько ниже, чем кончик колонштейна. В вилке сошлифовывают старый нож, так что позади рожек вилки образуется маленькая площадка. В нее всверливают латунный штифт, отгибают его под вилку и спереди зашлифовывают острием так, чтобы он свободно работал с новой ролькой, а в положении покоя вилки имел некоторую свободу.

Более редок обратный случай, когда предохранительный нож не имеет достаточно свободы и зажимается импульсной ролькой в момент передачи импульса балансу. Этот недостаток исправляют, отшлифовывая немного острие ножа. Но это надо делать с большой осторожностью, чтобы не вызвать новую ошибку.

Если рожки вилки задевают на импульсную рольку, их надо надлежащим образом опилить и сошлифовать. Если импульсный камень недостаточно глубоко заходит в вилку, рожки вилки слегка можно оттянуть. Очень важно, чтобы они всегда имели правильную форму. Края прореза должны быть остры, чтобы давать необходимый толчок импульсному камню.

### **III. Зацепление (эйнгриф)**

#### **1. Ошибки зацеплений**

Ошибки в зацеплениях бывают пяти родов:

1. Слишком глубокое зацепление.
2. Слишком мелкое зацепление.
3. Недостаточная свобода зубцов колеса в промежутках между зубцами трибки.
4. Неправильная величина трибки: она или слишком мала или слишком велика по отношению к величине колеса.
5. Неправильная форма зубцов колеса или трибки.

Последняя ошибка, а также заклинивания кончиков осей в гнездах не считаются, собственно, ошибками зацеплений, но при всяком исследовании зацеплений не следует упускать их из виду.

Заклинивания кончиков осей происходят вследствие того, что кончик погнулся или он слишком толст для данного гнезда. Погнутый кончик выпрямляют сильно нагретым пинцетом (или, еще лучше, нагретой толстой латунной проволокой, в которой просверлено отверстие для кончика), после чего вставляют ось в машинку для полировки кончиков (цапфенролирштуль) и слегка проходят по кончику напильником с мелкой насечкой (полирфайле). Слишком толстый кончик, если он вращается в каменном гнезде, следует должным образом утончить полировкой.

#### **2. Зубцы колеса и трибки**

Неправильная форма зубцов колеса и трибки, вызывающая нежелательное скольжение зубцов, встречается



теперь довольно редко. Этот недостаток колес легко исправить при помощи вельц-машины.

**Правильная форма зубцов.** Форма зубцов колеса меняется в зависимости от числа зубцов трибки. Для трибки, имеющей 8 тонких зубцов, нормальными могут считаться зубцы, изображенные на рис. 289. Этот профиль имеет следующие практические отличительные признаки:

1. Ширина зубца и ширина впадины одинаковы.

2. Высота ножки зубца (до начала закругления) равна ширине зубца.

3. Профиль закругления таков, что окружность  $k$ , имеющая в диаметре полтора шага зацепления, почти совпадает с овальным профилем зубца.

Последнее утверждение теоретически не вполне правильно, но на практике этой круговой линией можно пользо-

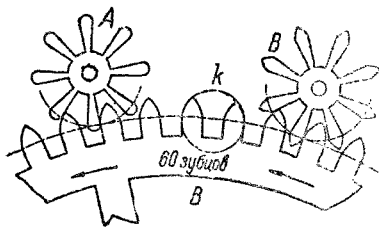


Рис. 289. Правильная практическая форма зубцов колеса.

ваться как основным профилем для закругления и вельцования зубцов. Действительно, отклонение этой кривой от эписциклоиды ничтожно мало. Это ясно из рис. 290 и 291, где изображены две эписциклоиды, вычерченные для колеса одного и того же диаметра.  $A$  на рис. 290 изображает эписциклоиду, вычерченную для колеса одного и того же диаметра.

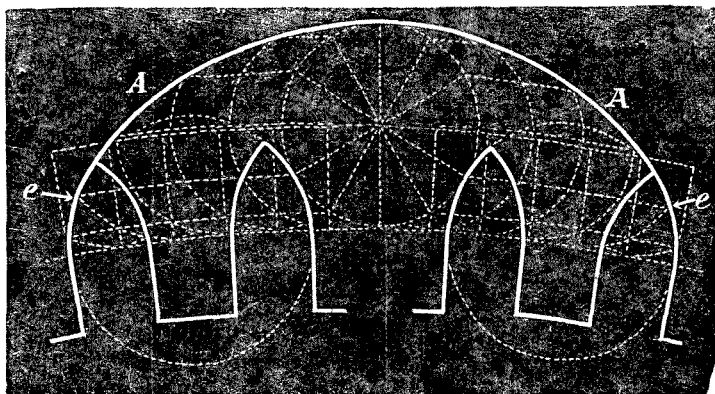


Рис. 290. Сравнение практического профиля с теоретическим.

ваться как основным профилем для закругления и вельцования зубцов. Действительно, отклонение этой кривой от эписциклоиды ничтожно мало. Это ясно из рис. 290 и 291, где изображены две эписциклоиды, вычерченные для колеса одного и того же диаметра.  $A$  на рис. 290 изображает эписциклоиду, вычерченную для колеса одного и того же диаметра.

циклоиду для трибки с 8-ю зубцами; *B* на рис. 291 — такую же кривую для редко встречающейся в практике часового дела трибки с 16-ю зубцами. На этом основании, практически говоря, можно считать доказанным, что для трибок с 8—10 зубцами, наиболее часто употребляемых в карманных часах, кривая, образованная кругом, построенным на закруглениях двух рядом стоящих зубцов (предполагая, что ширина зубца и промежутка одинакова) вполне может служить профилем для вельцования.

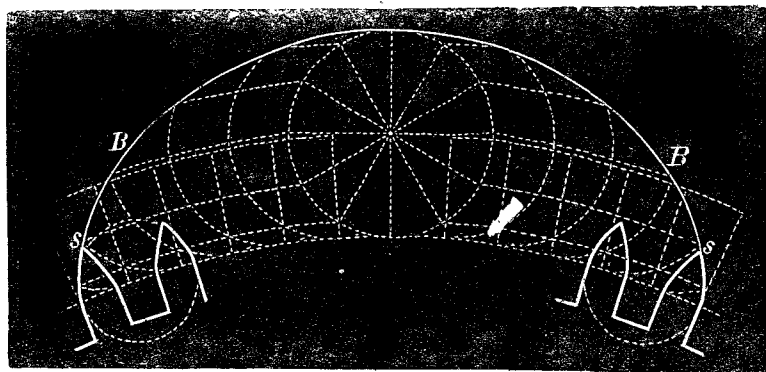


Рис. 291. Сравнение практического профиля с теоретическим. †

Зубцы трибки вельцуют полукругло (рис. 289, левая трибка *A*), или по профилю эпициклоиды (см. трибку *B*). И та и другая формы зубцов дают практически безукоризненные зацепления, хотя с трибкой формы *B* хорошее зацепление достигается легче, чем с трибкой формы *A*.

### 3. Исследование зацепления

Способ исследования. Исследование зацепления производится, главным образом, наощупь. Колесо с его трибкой вставляют в часовой механизм и, слегка придерживая трибку, приводят колесо во вращение, нажав деревянной палочкой на спицу. Хорошее зацепление должно при этом проходить гладко, без упираний, без толчков, без падений.

Для указанного ранее придерживания трибки пользуются слегка заостренной и конически зашлифованной палочкой (рис. 292); ею нажимают на верхний кончик валика. При исследовании зацепления барабанного колеса можно вместо палочки пользоваться хорошо закаленным и отполированным

кернером с достаточно длинной ручкой, нажимая им на среднюю трибку. При исследовании трибки среднего колеса этот способ затруднений не представляет, но зато они возникают при исследовании более мелких колес. Тут надо соблюдать большую осторожность, так как при чересчур сильном нажиме может треснуть нижний камень (лохштейн). С другой стороны, нажим должен быть и достаточно ощущаем, чтобы можно было как следует «почувствовать» зацепление. Трудно на словах передать как, каким способом и с какой силой надо нажимать при исследовании зацеплений, можно только предложить несколько руководящих в этом деле указаний.

Исследуя зацепление, надо колесо вращать очень медленно, зубец за зубцом. Соблюдение этого правила имеет важное значение, а между тем сплошь и рядом оно не выполняется. Многие мастера пропускают сразу большое число зубцов, например, все зубцы, находящиеся между двумя спицами. При таком способе невозможно нажать с достаточной силой, чтобы убедиться, в порядке ли данное зацепление или нет. Кроме того, быстрота исследования лишает возможности точно узнать — проходят ли зубцы достаточно гладко, без всяких толчков, или с толчками. Следует поэтому на трибку нажать таким образом, чтобы быстрое прохождение 10—12 зубцов за раз в  $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{4}$  секунды стало невозможным. Но, как было уже сказано, нажимая, надо соблюдать известную осторожность, чтобы не сломать нижний камень трибки.

Зазор между зубцами. По величине зазора между зубцами нельзя вывести верного заключения о степени правильности зацепления и его глубине. В зацеплениях может быть большой зазор между зубцами и тем не менее зацепление будет глубоко, и наоборот: бывают мелкие зацепления с относительно небольшим зазором между зубцами. С точки зрения гладкости и безукоризненности зацеплений, от которых, главным образом, зависит наиболее выгодная передача силы, совершенно безразлично, имеется ли зазор между зубцами, лишь бы они не зажимались. Но на практике желательно, чтобы в каждом зацеплении было возможно больше свободы между зубцами, в противном случае малейшая частица грязи, попавшая в зубцы, может вызвать полную остановку часов. В особенности это важно для последнего зацепления секундного колеса, где движущая сила слаба.

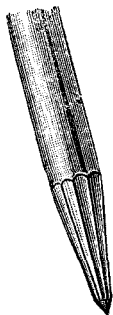


Рис. 292.  
Палочка  
для исследова-  
ния зацепле-  
ния.

По той же причине последние колеса не должны быть чересчур толсты. В широких зубах толстых колес застревают частички грязи, узкий же зубец (в тонких колесах) проталкивает грязь вверх или вниз, т. е. в такое место, где она не может причинить никакого вреда. Часы нередко останавливаются из-за того, что слишком толстое секундное колесо заносит грязь в трибку. В карманных часах с тонкими секундными колесами промежутки трибки спускового колеса под тем местом, где ее захватывает колесо, бывают сплошь забиты грязью, и тем не менее колесо проходит без зажима. Это происходит потому, что тонкое колесо само собой освобождается от грязи.

Колеса, находящиеся ближе всего к пружине (барабанное и среднее), напротив, не должны быть чересчур тонки, потому что в этих частях механизма движущая сила действует еще очень сильно и значит колесный зубец должен быть крепче, чтобы не подвергаться поломке, в особенности в тех случаях, когда заводная пружина ломается.

Безукоризненное зацепление<sup>1</sup> определяется следующим образом: при медленном исследовании наощупь оно проходит совершенно гладко, так что незаметно, когда зубец покидает трибку и когда в нее входит новый зубец.

На рис. 293—298 представлено в шести различных фазах прохождение зубцов 60-зубцового колеса, сцепленного с 8-зубцовой трибкой. На рис. 293 колесный зубец *a* действует на трибку по направлению стрелки; передний край колесного зубца стоит точно на линии центров шестеренок. Два рядом стоящих других зубца колеса совершенно свободны от зубцов трибки. На рис. 294 колесо повернулось на  $1^\circ$ ; положение при этом почти не изменилось. На рис. 295 трибка захватывается уже не основанием зубца *a*, а его закруглением — головкой.

Рис. 296 изображает четвертую фазу — состояние зацепления после углового перемещения колеса на  $3^\circ$ , т. е. на толщину зубца, вследствие чего задний край основания колес-

---

<sup>1</sup> Мы говорим о практически безукоризненном зацеплении. Если в зацеплении трибка, например, немного велика, то теоретически такое зацепление не может считаться „безукоризненным“, даже если наощупь оно будет вполне гладким. Но если мастер сможет, несмотря на неправильную величину трибки, добиться того, что зацепление пройдет гладко, без всяких толчков, то такое зацепление мы называем безукоризненным, так как оно ни в каком отношении не может стозваться неблагоприятно на ходе часов или на их регулировке.

ного зубца *a* совпадает с линией центров. Давление ведущего колеса передается теперь концом зубца *a*, и другой колесный зубец *b* подошел уже очень близко к следующему зубцу трибки *c*.

После  $4^\circ$  углового перемещения колеса (рис. 297) произошло едва заметное соприкосновение колесного зубца *b* и

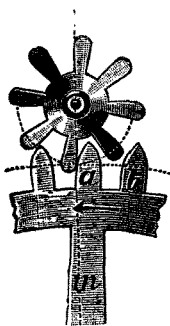


Рис. 293.

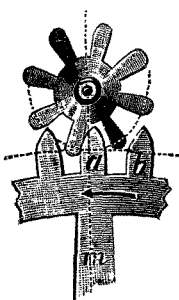


Рис. 294.

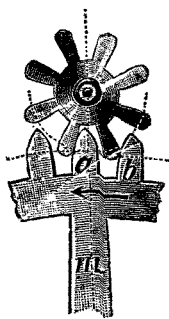


Рис. 295.

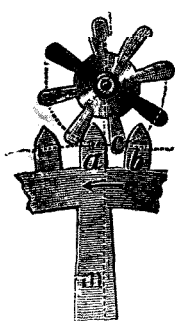


Рис. 296.

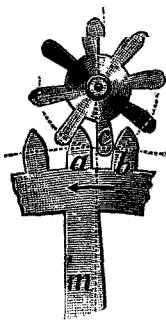


Рис. 297.

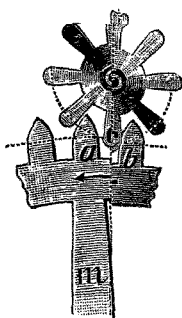


Рис. 298.

Различные фазы сцепления зубцов трибки и колеса.

зубца трибки *c*, причем колесный зубец *a* все еще находится в зацеплении с предыдущим зубцом трибки. После  $\frac{1}{2}^\circ$  или  $\frac{3}{4}^\circ$  дальнейшего углового перемещения колеса колесный зубец *a* так же незаметно освобождается от зубца трибки; теперь соприкасаются только зубцы *b* и *c* (рис. 298).

После  $6^\circ$  углового перемещения колеса, т. е. после поворота его на полный шаг, передний край основания колесного зубца *b* стоит точно на линии центров *m* так, как раньше

(рис. 293) стоял зубец *a*. Отсюда ясно, что при правильном зацеплении прохождение колесных зубцов в трибке совершается гладко, и самый переход сцепления от одного зубца к другому происходит почти совершенно незаметно и легко. При безукоризненном зацеплении между зубцами колеса должен быть в каждом положении колеса и трибки достаточный зазор, что видно из рис. 293—298. В барабане и среднем колесе достаточно небольшой свободы, примерно на  $\frac{1}{4}$  толщины зубца, не больше, но для промежуточного и

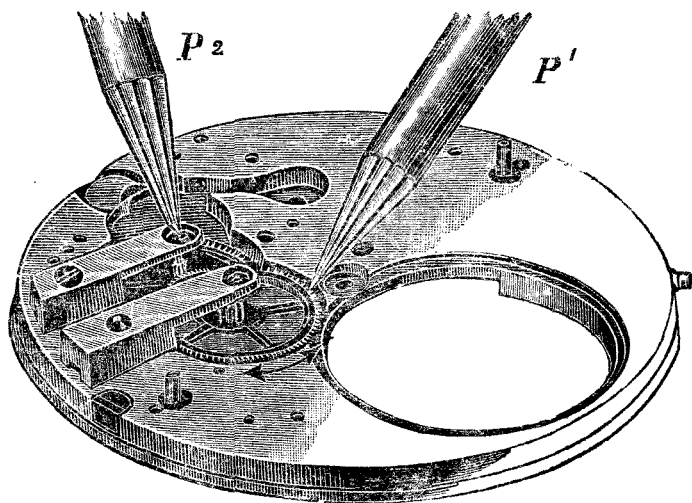


Рис. 299. Исследование зацепления.

секундного колес минимальный зазор должен равняться  $\frac{1}{4}$  толщины зубца (при этом считается, что толщина зубца равна ширине промежутка); если толщина колесного зубца меньше, зазор должен выражаться большей долей толщины зубца.

Зазор между зубцами исследуют так: придерживают трибку, надавливают пальцем или палочкой на колесо в направлении трибки и, двигая колесо взад и вперед, смотрят — имеют ли колесные зубцы при каждом положении трибки достаточно свободы во впадинах между зубцами трибки (на рис. 299 стрелки на платине показывают, как надо двигать колесо при помощи палочки  $P^1$ , в то время как палочка  $P^2$  удерживает трибку). Этим способом можно легко найти неровные места на колесе.

Нелишне осмотреть каждое колесо отдельно в лупу, чтобы убедиться, нет ли в нем слишком толстых или слишком коротких зубцов.

Когда зацепление проходит совершенно гладко, но у зубцов мало свободы, его нельзя считать слишком глубоким и, следовательно, пытаться уменьшить колесо вельцованием. После вельцования зацепление несомненно ухудшится. В таких случаях вельцование должно только уточнить зубцы, стнюдь не укорачивая их. Если после такой операции снова исследовать зацепление, то окажется, что последнее проходит теперь так же гладко, как и раньше, несмотря на больший зазор между зубцами. Чем толще зубцы трибки, тем, понятно, тоньше должны быть зубцы колеса. В крайних случаях можно допустить, чтобы зубцы стали совсем тонкими, это все же лучше, нежели зацепление без надлежащей свободы. Впрочем, для увеличения промежутков между зубчатыми колесами имеется еще один способ, а именно — установка новой трибки с более тонкими зубцами.

**Неправильное зацепление.** При исследовании неисправного зацепления ясно ощущаются более или менее заметные толчки во время выхода и входа каждого зубца, т. е. зацепление проходит не гладко. Тогда возникает необходимость определить характер неправильности зацепления: имеет ли здесь место падение зубцов или, наоборот, их упирание. Опытный мастер определяет без труда характер встречающихся на практике ошибок, но новичок встретит здесь затруднения.

Если представляется возможность видеть само зацепление (как на рис. 299), то определить ошибку не трудно. Но в механизмах с двумя платинами видеть зацепление невозможно. В таком случае нужно полагаться только на осязание, медленно прощупывая зацепление так, чтобы в секунду проходили один-два зубца. Если при прохождении зубца будет ощущаться легкий скачок, а после него относительно гладкое движение зубца, то это значит, что в данном зацеплении происходит падение зубцов.

В зацеплении, сопровождающемся упиранием зубцов, при прохождении каждого зубца ощущается также легкий сдвиг, за которым, однако, не следует гладкое скольжение колесных зубцов: они застревают на месте, и при дальнейшем вращении ощущается заметное сопротивление — точно сцепляющийся колесный зубец пробирается через препятствие. Дальше, примерно на полпути от одного зубца к другому, движение делается более гладким, после чего внезапно, но

без свободного падения, опять ощущается очень заметное сопротивление. В таком зацеплении происходит упирание зубцов.

Как мы уже упоминали, неопытные работники с трудом отличают оба эти случая. Тут можно только посоветовать упражняться как можно больше над часами крупного размера, где значительно легче наблюдать зацепления; обнаружив встречающиеся ошибки, нужно сравнить их с зацеплениями, изображенными на рис. 300—303. Приобретенный навык позволит потом перейти и к более мелким механизмам.

В сомнительных случаях можно обратиться к помощи эйнгрифциркуля, установив последний на точном расстоянии центров. Тогда зацепление может быть изучено без всяких затруднений.

Каждая из описанных нами неправильностей зацеплений обуславливается одной из двух указываемых ниже причин, а иногда даже и обеими одновременно. Если имеется падение, значит зацепление слишком глубоко или трибка слишком мала. Рис. 300 изображает последствия первого, а рис. 301 — последствия второго случая. На всех этих рисунках показаны колеса с 60-ю зубцами и 6-зубцовые трибки со старой, полукруглой формой зубцов, так как это самое трудное для исправления зацепления. К тому же в самом важном зацеплении секундного колеса в часах дешевых сортов трибка чаще всего имеет 6 зубцов.

Ради большей наглядности эти недостатки представлены в сильно преувеличенном виде, в действительности не встречающемся.

Из рис. 300 видно, что зацепление слишком глубоко, так как оба начальных круга  $g$  (колеса) и  $k$  (трибки) пересекаются, в то время как они должны только касаться друг друга. На рисунке изображен тот момент, когда колесный зубец  $a$  выходит из трибки  $c$ . Ошибка зацепления в том, что следующий колесный зубец  $b$ , рабочая поверхность которого только-что перешла линию центров  $mn$ , еще не прилегает к зубцу трибки  $e$ ; поэтому зубец  $b$  упадет с легким толчком на край зубца трибки  $e$ .

На рис. 301 та же ошибка происходит по другой причине. Начальные круги  $h$  и  $d$  касаются друг друга так, как нужно и, значит, глубина зацеплений правильна. Но диаметр трибки мал. Поэтому, когда колесный зубец  $a^1$  готовится выйти из трибки, зубец  $b^1$  не коснулся еще зубца трибки  $e$ , и промежуток  $o$  будет пройден свободным падением.



Совершенно понятно, что неправильной работе колесных зубцов становится невозможной правильная передача силы; вместе с тем происходит и прямая потеря энергии. Это объясняется тем, что в тот момент, когда колесо стоит не соприкасаясь с трибкой, оно не может передать ей силу, а та движущая сила, которая нужна для того, чтобы колесо прошло свободное пространство, частью теряется. О вредных последствиях этих перерывов передачи движущей силы, в особенности для регулирования часов, — см. главу, посвященную спирали (волоску). В слишком глубоком зацеплении, кроме того, постоянно меняются действующие длины рычагов, колеса и трибки, а это также влечет за собой другие неправильности.

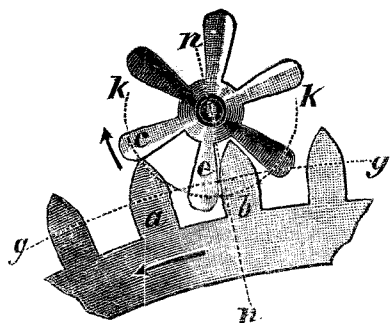


Рис. 300. Глубокое зацепление.

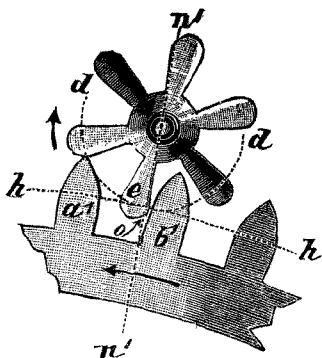


Рис. 301. Зацепление с малой трибкой.

Обнаружив в зацеплениях так называемое падение, прежде всего следует установить, которая из двух названных причин его вызвала: слишком ли глубоко зацепление или слишком мала трибка. Этот вопрос разрешается лучше всего измерением трибки.

#### 4. Трибка

Об измерении трибки. Существуют разные способы измерения трибки. На швейцарских часовых фабриках для этого употребляют так называемый пропорциональный циркуль — дорогой и, в общем, ненадежный инструмент. Измерение трибки следует производить посредством толщимера — кронциркуля или, еще лучше, микрометра.

Очень полезны при этом таблицы величин колес и трибок

Сиверта,<sup>1</sup> в которых для каждого встречающегося в карманных часах размера колес и для каждого числа зубцов вычислена величина трибки в миллиметрах, с точностью до  $\frac{1}{100}$  мм.

Устанавливать величину новой трибки лучше всего по таблицам или на основании вычислений. Однако не всякий мастер обладает необходимыми для этого теоретическими познаниями. Поэтому мы приводим здесь более простой, но, правда, менее совершенный способ измерения при помощи простого кронциркуля. При применении этого способа следует пользоваться кронциркулем с хорошо заостренными в виде долота концами; кроме того, надо запомнить расстояние

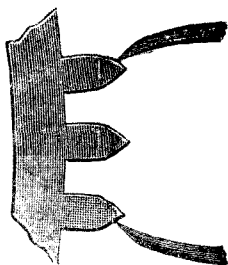


Рис. 302. Обмер кронциркулем 6-зубцовой трибки.

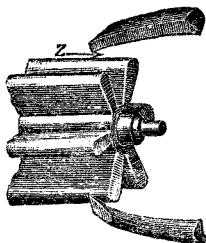


Рис. 303. Малая 6-зубцовая трибка.

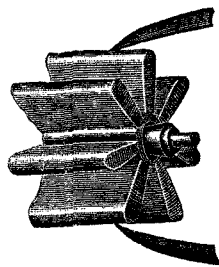


Рис. 304. Обмер 7-зубцовой трибки, 1 случай.

между концами кронциркуля для различного числа зубцов трибки. Если взять кронциркулем размер внешнего диаметра трибки по рис. 300, где дана правильная величина трибки, и перенести его на зубчатое колесо, захватив три зубца, то окажется, что острия кронциркуля слегка зайдут за вершины двух крайних колесных зубцов. При этом колесо надо взять в левую руку, кронциркуль — в правую, вооружиться лупой и постукивать так, как показано на рис. 302. Если подобный размер приложить, например, к трибке цилиндрического колеса, которое слишком мало (рис. 303), то промежуток у  $z$  укажет, насколько данная трибка мала. Трибка правильной величины должна проходить между концами кронциркуля без всякого зажима.

Измерения трибок с помощью кронциркуля. Заостренные в форме долота концы кронциркуля должны быть параллельны друг другу и вместе с тем доста-

<sup>1</sup> Таблицы помещены в конце I вып.

точно широки, иначе кронциркуль нельзя надежно и устойчиво приложить. В особенности это бывает необходимо при измерении 7-зубцовой трибки, в которой каждому зубцу противолежит промежуток. В этом случае мерку приходится прикладывать к двум зубцам, не точно стоящим друг против друга (рис. 304). При обмере зубцов по ведущему колесу для определения размера 7-зубцовой трибки возникает еще одно небольшое затруднение, так как надо принимать во внимание ширину колесных зубцов. Если зубцы несколько уже промежутков, то мерка для трибок накладывается так, как показано на рис. 305; если толщина зубца равна ширине промежутка, то концы мерки нельзя опускать в колесо так глубоко, как на рис. 305.

Надо иметь в виду, что все эти способы измерения — даже тот, который основывается на безусловно верных таблицах, —

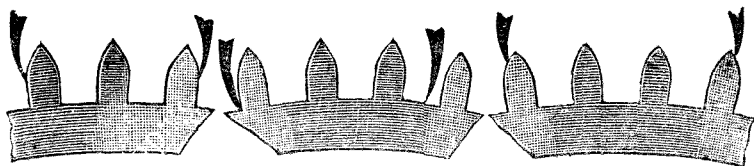


Рис. 305. Обмер по зубцам колеса для 7-зубцовой трибки, I случай.

Рис. 306. Обмер по колесу для 8-зубцовой трибки.

Рис. 307. Обмер по колесу для 10-зубцовой трибки.

до известной степени не точны, потому что высота закруглений зубцов различных трибок неодинакова. Так, например, наружный диаметр трибки с эпициклондальной головкой зубцов несколько больше, чем наружный диаметр трибки с иными профилями головок зубцов. Но различие настолько незначительно, что при починочных работах на него совсем не обращают внимания: это имеет значение только при изготовлении новой трибки.

На рис. 305—307 показано растворение концов кронциркуля для определения диаметров и размеров 7-, 8- и 10-зубцовых трибок. При измерении 7-зубцовой трибки надо принять во внимание, что против каждого зубца с диаметрально противоположной стороны трибки находится впадина; измерение этой трибки должно быть проведено так, как изображено на рис. 304. При измерении 8-зубцовой трибки кронциркуль должен захватить 3 полных зуба и  $\frac{1}{2}$  впадины, если толщина зубцов равна ширине впадины, и 3 полных

зубца и несколько больше половины впадины, т. е. так, как показано на рис. 306, если зубец колеса уже впадины.

Опытный мастер быстро и легко может производить измерения указанным способом.

## 5. Исправление слишком глубокого или мелкого зацепления

Слишком глубокое зацепление. Перейдем к исправлению падения в зацеплении. Если причиной его является слишком глубокое зацепление, как на рис. 300, то самым верным способом исправить эту ошибку было бы перемещение трибки или колеса ровно на столько, на сколько зацепление стоит глубже, чем нужно. Но так как в карманных часах последние колеса механизма большей частью вращаются в каменных гнездах, то скорее, доступнее и вернее другой путь: уменьшение размеров колеса при помощи вельцования.

На рис. 300 изображено слишком глубокое зацепление с резко выраженной ошибкой; между тем, начальная окружность трибки *k* заходит за начальную окружность колеса не больше, чем на  $\frac{1}{60}$  радиуса колеса. Следовательно, отклонение трибки от ее правильной величины в крайнем случае здесь будет равно  $\frac{1}{60}$  ее доле. В действительности же это число значительно меньше. Но такое ничтожное отклонение не имеет никакого значения для часов, в которых обнаруживается этот недостаток. Поэтому в данном случае колесо следует просто провельцовать фрезером, который не утончал бы зубцов, а уменьшил начальную окружность настолько, чтобы установилась правильная глубина зацепления. Тогда падение исчезнет и зацепление пройдет гладко. Рис. 300 поясняет, какое действие оказывает уменьшение размера колеса. Предположим, что конец колесного зубца *a* стал несколько короче. Совершенно очевидно, что тогда этот конец покинет зубец трибки *c*, стоящий к нему почти под прямым углом, гораздо раньше и зацепление пройдет плавно.

Рис. 308 изображает предыдущее зацепление по исправлении его вельцованием, причем прежнее положение колеса и трибки, соответствующее рис. 300, обозначено пунктиром. Из рис. 308 видно, что колесный зубец *a* выходит теперь из трибки заметно раньше, рабочие поверхности зубцов *a* и *e* соприкасаются уже на линии центров, и что, благодаря этому, вполне исчезло наблюдавшееся ранее падение зубцов.

Исправление зацепления с маленькой трибкой. Гораздо труднее поддается исправлению невер-

ное зацепление, изображенное на рис. 301. Лучше всего в этом случае вставить новое колесо и новую трибку, установив точную величину этих частей по данному расстоянию между центрами колес. В некоторых случаях можно попытаться ограничиться сменой одной трибки. Новая трибка должна быть только близкой к надлежащей величине, чтобы можно было обойтись без перемены колеса или перемещения отверстий для кончиков осей. При новой трибке зацепление может оказаться слишком глубоким. Тогда его исправляют путем вельцованья колеса.

В большинстве случаев, даже если трибка только немного мала, надо добиваться, чтобы зацепление стало безупречно

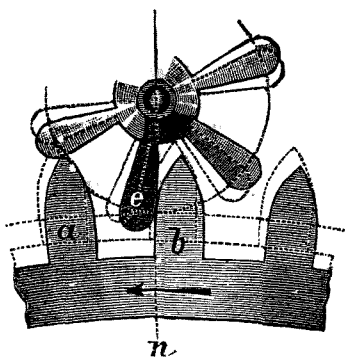


Рис. 308. Исправление глубокого зацепления вельцованьем.

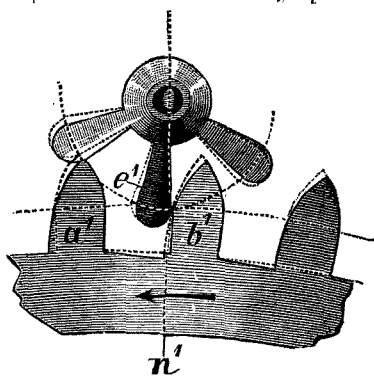


Рис. 309. Исправление зацепления при малой трибке.

гладким, особенно если речь идет о последнем, самом важном, зацеплении. Хотя часы с такой ошибкой обыкновенно не останавливаются, тем не менее, нечего и думать о сколько-нибудь хорошем регулировании часов при падении в зацеплении секундного колеса. Поэтому мы должны отыскать средство исправить ошибку, если возможно не прибегая к вытачиванию новой трибки. Существует еще один способ, который прямо и быстро приводит к цели, хотя колесо при этом приобретает некрасивую внешность. Зубцы ведущего колеса с таким неправильным зацеплением можно слегка наклонить назад, как это показано на рис. 309 в сильно увеличенном виде. Первоначальное положение (соответствующее рис. 301) изображено на рисунке пунктиром. Вследствие скашивания колесных зубцов назад концы зубцов укоротились, но зацепление от этого не стало более мелким. В том месте,

где соприкасаются обе начальные окружности, закругление колесного зубца  $b^1$  осталось прежним, и, тем не менее, колесный зубец  $a^1$ , благодаря своему укороченному концу, выйдет теперь из трибки раньше, чем прежде, и таким образом падение будет уничтожено.

Скашивание колесных зубцов можно сделать равномерно и хорошо только при помощи вельцовальной машины. Обычно приходится сначала колесо немного отгнуть, чтобы после вельцования зацепление не стало слишком мелким.

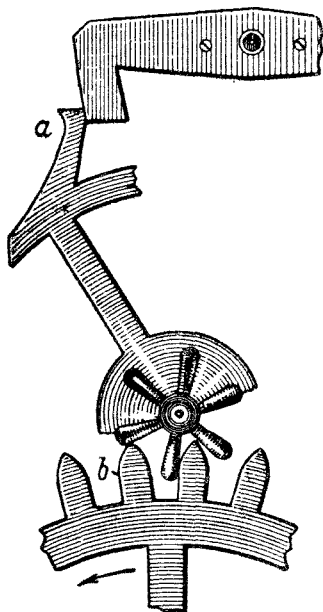


Рис. 310. Малая трибка, как причина остановки часов.

Слишком маленькая трибка как причина остановки хода часов. Если зацепление с падением влечет за собой неправильности, мешающие точному регулированию часов, и известную потерю энергии, то, обычно, эта потеря не настолько велика, чтобы остановить часы. Тем не менее, такое зацепление при неблагоприятных обстоятельствах может явиться причиной остановки часов, когда к этому присоединяются еще и другие причины.

По свидетельству В. Шультца подобный случай произошел с совершенно новыми большими анкерными часами с восьмидневным заводом. После осмотра, обнаружившего недостаточную величину трибки, эта последняя была оставлена, как не влияющая на ход часов. Зубцы спускового колеса падали на покой несколько больше, чем нужно, и анкер имел довольно сильное замыкание. Эти части оставили без изменения, так

как часы не были прецизионными. Когда механизм собрали, то обнаружилась весьма своеобразная ошибка. Баланс сделал несколько колебаний взад и вперед, а затем импульсный камень паткнулся на вилку. Внимательное исследование зацепления показало, что причиной этой ошибки явилась чрезмерно малая трибка спускового колеса. При каждой такой остановке части механизма занимали положение, которое изображено на рис. 310. Один зубец спускового колеса  $a$  находился на покое и замыкал якорь, а зубец секундного колеса  $b$  как раз должен был погнуть зубец трибки; в этом положении он оказывал, конечно, сильное действие на спусковое колесо. Импульсный камень должен был отогнуть ход, но для этого спусковому колесу следовало бы сделать маленькое движение назад. При данном же положении зацепления это было невоз-

можно, так как трибка и колесный зубец, как это ясно видно на рисунке, находились почти под прямым углом друг к другу. Поэтому импульсный камень наткнулся на вилку и остановился, не имея достаточной энергии для отмыкания якоря. Баланс, приведенный в движение с усилием, некоторое время колебался и, хотя с толчками, но преодолевал препятствия до тех пор, пока в зацепление не попадал снова тот зубец, при котором получилось положение, изображенное на рис. 310. Тогда импульсный камень снова наткнулся на вилку, и часы остановились.

При наличии цилиндрического спуска часы не остановились бы, так как зубцы спускового колеса цилиндрического спуска лежат на концентрической поверхности покоя, и им не нужно проделывать движение назад. Ошибка была исправлена тем, что слишком маленькую трибку заменили новой трибкой надлежащей величины, и тогда часы пошли.

Только-что описанный случай на практике встречается редко. Обычно часы не останавливаются вследствие падения

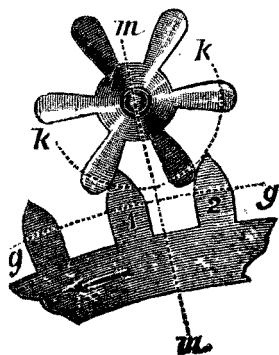


Рис. 311. Мелкое зацепление.

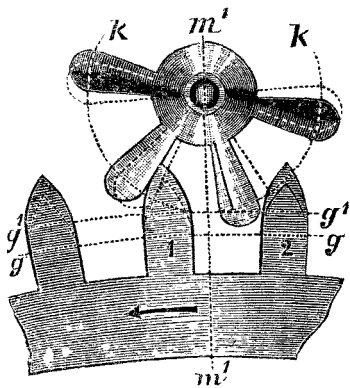


Рис. 312. Исправление мелкого зацепления.

зубцов колеса. Гораздо опаснее зацепление с упиранием зубцов. Упираание колесных зубцов в зубцы трибки может совершенно прекратить передачу движущей силы даже в том случае, если эта ошибка имеет место в барабанном колесе, где движущая сила еще не ослаблена.

Самая мощная пружина окажется бесполезной, если ее сила не передается вплоть до спуска. Даже напротив, здесь увеличение ее силы вредно, так как чем больше сила, тем сильнее колесный зубец упирается в зубец трибки.

Зацепление с упиранием зубцов возникает по двум причинам: либо зацепление чрезмерно мелко, либо трибка чрезмерно велика. Иногда имеются налицо обе причины. Рассмотрим первый случай, наглядно представленный на рис. 311.

Слишком мелкое зацепление. Как показано на

рисунке, между начальным кругом  $g$  колеса и начальным кругом  $k$  трибки есть свободное расстояние. Это расстояние, отсчитываемое по линии центров, как-раз указывает, насколько зацепление должно было бы стоять глубже. Мы видим, что зубец 1 еще не вышел из трибки, а зубец 2 еще до линии центров уперся в следующий зубец трибки с сильнейшим входным трением. Это трение, если только часы вовсе не останавливаются, бывает настолько велико, что в местах выступов колесных зубцов образуются глубокие выбоины. Такое зацепление совершенно недопустимо и его надо немедленно исправлять.

Слишком мелкое зацепление лучше всего исправлять путем футерования гнезд и новой правильной установки колес при помощи эйнгрифциркуля. Но часто это сделать очень затруднительно, так как колесо и трибка вращаются в камнях (лохштейнах). Тогда ошибку исправляют растягиванием колеса или заменой старого колеса новым, большей величины.

Исправление мелкого зацепления. На рис. 312 изображено новое положение после исправления зацепления; прежнее неправильное положение показано на нем пунктиром. При новом положении упирание колесного зубца невозможно, так как удлиненный конец выходящего зубца 1 настолько продвинул трибку вперед, что следующий колесный зубец 2 совершенно не касается зубца трибки до линии центров.

Слишком большая трибка. На рис. 313 показано зацепление, сопровождающееся упиранием зубцов, несмотря на правильную глубину зацепления. Благодаря тому, что в нем чрезмерно велика трибка, зубец 3 еще не вышел из сцепления с трибкой, между тем зубец 4 уже давит на соответствующий зубец трибки, и этим создается некоторое ущемление и толчок. Такое зацепление можно исправить, выточив новую трибку поменьше и вставив новое, больших размеров, колесо. Но если бы в такой сложной работе встретились препятствия, то можно удовольствоваться заменой колеса (или даже, если старое колесо еще достаточно прочно, и отклонение его от правильной величины не слишком велико, только растягиванием колеса) и скашиванием зубцов с наклоном вперед. Действительно, представим себе при этом колесный зубец несколько увеличенным и наклоненным вперед (влево). Ясно, что теперь он повернет трибку дальше и у зубца 4 не произойдет никакого упирания. На рис. 314 показано такое зацепление уже в исправленном виде, причем прежняя форма колеса и зубцов трибки обозначена пунктиром. Из



рисунка видно, какое значение имеет наклон зубцов вперед. Касание зуба 4 с трибкой произойдет перед самой линией центров без всякого упирания.

Мы говорили только о зацеплении 30-зубцового колеса, сцепленного с 6-зубцовой трибкой, но, основательно ознакомившись с таким зацеплением, легко привести в порядок всякое другое зацепление. Все ошибки зацепления с 8-зубцовыми и 10-зубцовыми трибками могут быть сведены к четырем вышеописанным основным случаям, т. е. глубокое или мелкое зацепление, малая или большая трибка. Отметим кстати, что зацепления с большим количеством зубцов под-

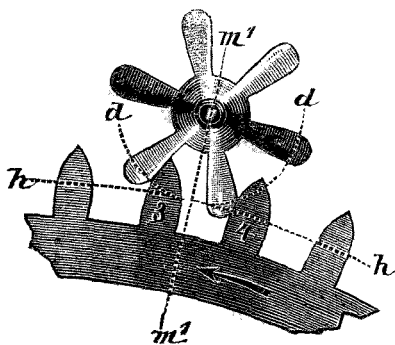


Рис. 313. Зацепление при крупной трибке.

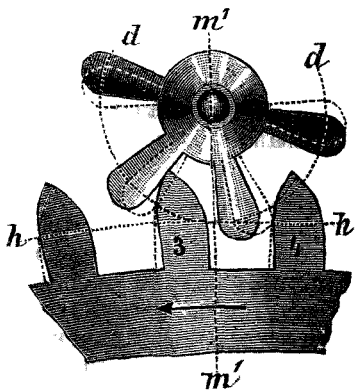


Рис. 314. Исправление зацепления при крупной трибке.

даются исправлению гораздо легче, чем зацепления с 7- и 6-зубцовой трибкой. О неправильностях зацеплений, происходящих вследствие несоответствующей формы зубцов, здесь нечего говорить, так как они влекут за собой всегда зацепление или с упиранием зубцов, или с падением зубцов, и могут быть исправлены в соответствии с тем, как описано. Очень важно научиться в таких случаях безошибочно отличать одну ошибку от другой и производить точное измерение трибки.

## IV. Заводная пружина.

### 1. О выборе пружины

Заводная пружина приводит часовой механизм в действие, поэтому от правильного ее функционирования в весьма сильной степени зависит постоянство хода часов. Это требует

правильного выбора пружины и устранения всех дефектов, расстраивающих ее работу или могущих вызвать поломку, как, например, слишком высокий пружинный крючок и т. п.

Вместе с тем необходимо, чтобы потеря энергии пружины на преодоление различного рода вредных сопротивлений была как можно меньше. Последнее достигается уменьшением до минимальных пределов всех трений путем тщательной полировки трущихся частей.

Одной из главных причин поломки пружины бывает стремление часовщика вставить в барабан как можно более сильную пружину.

**Слишком сильная пружина.** Цилиндровым или анкерным часам, когда они в порядке, для мягкого хода и хорошей регулировки нужна пружина средней силы. Недопустимо вставлять толстую, не подходящую по размерам барабана, пружину, желая этим добиться более оживленного хода часов. Такая пружина исключает возможность удовлетворительной регулировки часов. Излишняя толщина пружины не допускает правильного использования ее в данном часовом механизме, вследствие чего размахи баланса, сильные при полном заводе, вскоре становятся более вялыми, и в ходе часов наступают резкие изменения. Эта ошибка имеет такое важное значение, что следует на ней остановиться подробнее. Новую пружину многие часовщики выбирают так, что она в своем проволочном кольце, в лучшем случае, едва входит в выемку для крышки барабана. Разумеется, такая пружина слишком заполнила бы барабан, поэтому приходится от нее сразу отламывать кусок, приблизительно равный одному или двум ее виткам в барабане. В большинстве случаев и этого бывает недостаточно для того, чтобы получить при раскручивании пружины желательные 5—5½ оборотов барабана. И тогда от пружины отламывают еще кусок. В конце концов в барабане будет лежать малое число витков в распушенном состоянии, которые при заводе и при раскручивании пружины дадут недостаточное число оборотов барабана.

Такая сильная пружина совершенно не нужна, так как она слишком заполняет барабан; ей там чересчур тесно и неудобно навиваться на пружинный валик, вследствие чего она может лопнуть вскоре после того как ее вложат. Приводим наиболее правильные соотношения: в барабанной коробке должно лежать от 10½ до 12½ витков пружины в распушенном состоянии, а при раскручивании барабан должен делать от 6 до 7½ оборотов.

Раскручивание пружины не должно задерживаться слишком высоким внешним крючком или же неправильным остановом. Диаметр фидеркерна должен равняться  $\frac{1}{3}$  внутреннего диаметра барабана. Если диаметр фидеркерна будет больше, то получится недостаточное количество оборотов барабана. В таком случае диаметр фидеркерна надо уменьшить и опиловкой придать последнему удлиненнообразную форму, как на рис. 315 и 325. Эта форма очень удобна для равномерного наматывания пружины.

Если же диаметр фидеркерна мал, необходимо увеличить его, потому что при недостаточных размерах диаметра фидеркерна пружина легко ломается.

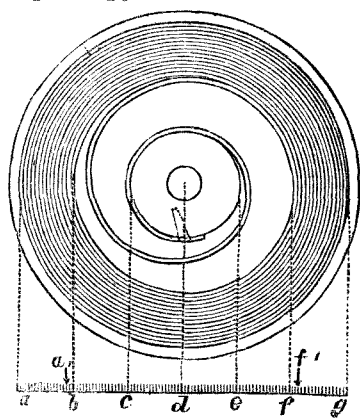


Рис. 315. Барабан со спущенной пружиной.

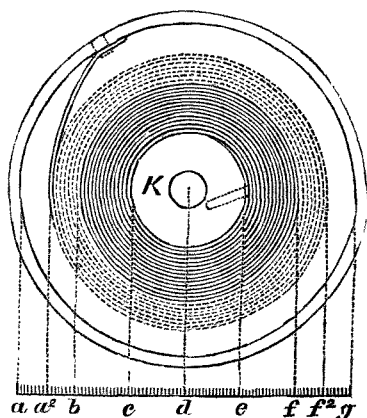


Рис. 316. Барабан с заведенной пружиной.

Извлечение пружины из барабана. Неправильное вкладывание или вынимание пружины из барабана может служить причиной ее поломки. Вынимая пружину за ее внутренний конец, не следует давать ей сразу развертываться со всей силой; пружина после этого долго не прослужит. Вынимать пружину надо очень осторожно, придерживая ее вместе с барабаном левой рукой таким образом, чтобы она не имела возможности внезапно развернуться.

Иногда в машинку для навивания пружины вставляют валик неподходящего диаметра. В том случае, если валик меньше фидеркерна, пружина может лопнуть.

Неосторожная чистка пружины также может послужить причиной последующей поломки. Действительно, очистив пружину в бензине, ее обтирают тряпочкой или папиросной

бумагой. Если пружина будет в каком-либо месте надогнута, то вызванное этим перемещение молекул стали может сделать пружину ломкою именно в этом месте.

Расчет числа витков пружины в зависимости от диаметра барабана. Во многих учебниках размеры пружины в зависимости от диаметра барабана определяются следующими цифрами: пружина должна иметь 14 витков в распушенном состоянии; общая толщина этих витков должна равняться  $\frac{1}{6}$  внутреннего диаметра барабана; толщина пружины должна равняться  $\frac{1}{84}$  того же диаметра барабана. Рис. 315 наглядно изображает эти соотношения, однако их ни в каком случае нельзя считать правильными.

В. Шульцц приводит следующее наглядное доказательство. Все шесть делений  $ab$ ,  $bc$  и т. д. совершенно равны и от  $a$  до  $b$  лежат 14 витков. Предположим, что диаметр барабана  $ag$  равен 84 мм, каждая из шести частей равна 14 мм, а толщина пружины — 1 мм. Нам нужно вычислить, какую часть диаметра барабана займут витки пружины, когда пружина заведена и намотана на федеркерн. Для упрощения округлим числа.

Вычислим сначала длину всей пружины. Из 14 витков, лежащих между  $a$  и  $b$  (или  $f$  и  $g$ ), диаметр внешнего витка равен 84 мм, внутреннего 56 мм. Длина окружности пропорциональна диаметру, поэтому мы можем, не делая грубой ошибки, принять за средний диаметр 14-ти витков среднее число между 84 и 56, т. е. 70 мм. Отсюда — длина одного витка:  $70 \text{ мм} \cdot 3,14 \approx 220 \text{ мм}$ , а вся длина 14-ти витков:  $220 \text{ мм} \cdot 14 = 3080 \text{ мм}$ . К этому еще надо прибавить внутренние  $1\frac{1}{2}$  витка до федеркерна. Средний диаметр первого полувитка можно считать равным 42 мм, следующего полного витка 35 мм; получится длина круглым числом в 180 мм.<sup>1</sup> Итак, длина всей пружины будет  $3080 \text{ мм} + 180 \text{ мм} = 3260 \text{ мм}$ .

Подсчитаем, не прибегая к математическим формулам, сколько из всей этой длины будет использовано и сколько еще останется неиспользованным, когда все 14 витков улягутся вокруг федеркерна  $K$  (рис. 316). Здесь внутреннему витку соответствует диаметр в 28 мм, внешнему — диаметр в 56 мм, среднее будет, значит, 42 мм. Длина такого витка будет  $42 \text{ мм} \cdot 3,14 = 131,8 \text{ мм} \approx 132 \text{ мм}$ . Следовательно, для 14 витков, которые вместе с федеркерном  $K$  заполнили бы пространство между  $b$  и  $f$ , достаточно было длины пружины

<sup>1</sup>  $\frac{1}{2} (42 \text{ мм} \cdot 3,14) \approx 66 \text{ мм}$ , или кругло 70 мм;  $35 \text{ мм} \cdot 3,14 = 110 \text{ мм}$ , всего 180 мм.

в  $14 \cdot 132 = 1848 \approx 1850$  мм и, значит, от нашей пружины в 3260 мм остается еще:  $3260 \text{ мм} - 1850 \text{ мм} = 1410 \text{ мм}$ , которые и наматываются при полном заводе пружины вне пространства  $bf$ .

Высчитаем, сколько это даст еще витков. Диаметр витка при  $b$  или  $f$  равен  $4 \cdot 14$  мм; следовательно, длина такого витка  $56 \text{ мм} \cdot 3,14 \approx 176 \text{ мм}$ . Разделив оставшуюся длину 1410 мм на 176 мм, получим 8 витков. Но так как внешние витки все удлиняются, то расчет не совсем точен. Самый внешний виток должен был бы иметь  $56 + 16$ , т. е. 72 мм, тогда как по нашему расчету выходило только 56 мм. Если мы и здесь возьмем среднее между 56 и 72, т. е. 64 мм, то средняя длина такого витка будет  $64 \text{ мм} \cdot 3,14$ , т. е. около 200 мм; разделив 1410 на 200, получим только 7. Следовательно, в заведенном состоянии пружина будет иметь  $14 + 7 = 21$  виток вокруг федеркерна и займет все пространство от  $a^2$  до  $f^2$  (рис. 316), так что вне этого останется только еще промежуток в 7 мм для развертывания пружины.

Таким образом получается несоответствие между числом витков пружины в заведенном состоянии и числом витков пружины в распущенном состоянии, поскольку мы принимаем в соображение занимаемую ими часть диаметра барабана. Но отношение диаметра федеркерна к диаметру барабана не может быть изменено, поэтому нужно уменьшить пространство, заполняемое спущенной пружиной, укоротив ее, как было указано выше. Вместо 14 витков должно быть 12, и они должны занимать не больше  $\frac{1}{7}$  внутреннего диаметра барабана, т. е. на рис. 315 они должны заполнить барабан от  $a$  до  $a_1$ .<sup>1</sup>

Эти соотношения лучше обычно принятых, при которых витки спущенной пружины наполняют по  $\frac{1}{8}$  диаметра барабана у обеих стенок его. Более подробное ознакомление с этим вопросом дает книга проф. Л. П. Шишелова «Механика часового механизма», ч. I.

В некоторых случаях толщина часовой пружины не равна  $\frac{1}{84}$  внутреннего диаметра барабана. Тогда должно быть изменено и число свободно лежащих витков, чтобы данная пружина могла быть использована наилучшим образом. Таб-

<sup>1</sup> Эти данные В. Шульца также не вполне отвечают условиям наилучшего использования пружины. Теоретически витки пружины в распущенном состоянии должны занимать чуть больше  $\frac{1}{8}$  внутреннего диаметра барабана, и при данной толщине ( $\frac{1}{84}$  диаметра) их должно быть почти 11.

личка в конце этого параграфа дает, в зависимости от отношения толщины пружины к диаметру барабана, наивыгоднейшее число витков в распущенном состоянии, а также теоретическое число оборотов, которое барабан сделает с такой пружинной.

В табличке предположено, что диаметр фeдеркернa (без крючка) равен  $\frac{1}{3}$  внутреннего диаметра барабана. При ином соотношении диаметров следует пользоваться диаграммой Э. Дегайе, опубликованной в книге проф. Л. П. Шишелова «Механика часовых механизмов», ч. I. Практическое число оборотов барабана будет примерно на  $\frac{1}{2}$  оборота меньше, чем указанное в таблице теоретическое число. Большими толщинами пружины ( $\frac{1}{80}$  и выше) пользоваться не рекомендуется, так как тогда возникает значительная опасность поломки пружины.

Отношение = $\frac{\text{толщина}}{\text{диаметр}}$	Число витков в распущенном состоянии	Число оборотов барабана
$\frac{1}{70}$	8,9	5,5
$\frac{1}{75}$	9,6	5,9
$\frac{1}{80}$	10,2	6,3
$\frac{1}{85}$	10,8	6,7
$\frac{1}{90}$	11,5	7,1
$\frac{1}{95}$	12,1	7,5
$\frac{1}{100}$	12,8	7,8

Необходимый диаметр пружины в проволочном кольце. Новую пружину для барабана нужно выбирать такого размера, чтобы она, будучи в проволочном кольце, свободно входила в барабан. При этом в некоторых случаях и от нее приходится отламывать кусок, чтобы в барабане оставалось достаточно необходимого свободного места. Барабанная коробка должна делать 6 полных оборотов. Из них на  $1-1\frac{1}{2}$  оборота заводят до установки упорного зубца останова, так как сила пружины при последних оборотах значительно уменьшится. В часах, где отсутствует мальтийский крест (останов) и пружина заводится целиком до последнего оборота, действие пружины, заведенной до отказа, заметно превышает в этот момент ее нормальную силу. Только после спуска на  $\frac{1}{4}$  оборота до полного завода сила ее остается, в течение 30 часов, настолько равномерной, что больших изменений в ходе часов произойти не может.

Ширина пружины должна быть такова, чтобы она могла свободно вращаться в барабанной коробке, нигде не зажимаясь. Следует помнить, что более узкая пружина, но свободно развертывающаяся, проявит больше силы, чем более широкая (т. е. сама по себе более сильная), но стесненная в своем развертывании. Ширина пружины должна быть, по крайней мере, на 0,1 мм меньше внутренней высоты барабанной коробки.

## 2. Концы и замки пружины

Отверстия в пружине. Отверстие на внутреннем конце пружины должно находиться точно посередине ее ширины и быть немного длиннее крючка. Внешнее отверстие должно быть четырехугольной формы и у самого конца (в точке *e* на рис. 317) слегка подпилено, чтобы конец своим заостренным краем вернее заходил под крючок пружины. Конец *r* слегка закругляют, ударяя по нему на верстаке молотком. Это делается для того, чтобы пружина при полном заводе не сорвала головку крючка.

Если внутренняя часть пружины, так называемое «сердце», или внешнее отверстие, выкрошится, то делают обыкновенно «присадку»: обломившийся кончик стжигают и пробивают новое отверстие. Относительно применения присадки среди часовщиков существуют различные точки зрения.

Внешний и внутренний концы. Обсуждая вопрос о присадке пружины, надо с чисто технической стороны строго различать внешний и внутренний концы. Как мы знаем из практики, большинство пружин в карманных часах слишком наполняет барабан. Если у такой пружины обломается половина и даже целый виток со стороны внешнего конца, то после того как пробьют новое отверстие, пружина будет служить еще лучше: барабан будет делать больше оборотов, чем прежде, значит, в продолжение 24 часов сила будет действовать равномернее, чем раньше. Даже в том случае, когда длина пружины нормальна, если обломается у внешнего конца небольшой кусок (приблизительно в  $\frac{1}{2}$  витка), пружина, несомненно, будет годна к употреблению. Число оборотов барабана от этого не уменьшится, и наматывание пружины при заводе произойдет совершенно нормально.

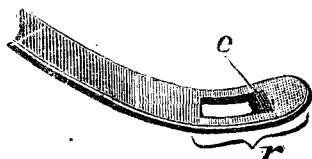


Рис. 317. Внешний конец пружины.

Поломка внутреннего конца пружины. Совершенно иначе обстоит дело, когда обломается внутренний конец пружины, хотя бы в пределах одного витка, т. е. на кусок более короткий, чем внешние  $\frac{1}{2}$  витка. Прежде всего от этого нарушится правильность спиральной формы пружины в ненапрянутом состоянии. Степень напряжения пружины при переходе от внешних к внутренним оборотам должна возрастать постепенно. После присадки, когда пружина заведена, на определенном участке вблизи внутреннего конца напряжение будет большее, чем обычно, и в будущем может вызвать поломку пружины.

Этого одного соображения вполне достаточно, чтобы не допускать присадки внутреннего конца пружины. Кроме того, на пружине вредно отзывается самый способ, каким производят такую операцию. Нельзя отпустить внутренний конец и пробить в нем отверстие, не изогнув пружину в сторону от плоскости ее спиральных оборотов. Чтобы вернуть пружине прежнее положение, приходится ее гнуть назад и при этом нередко затрачивать на ее выправление много времени. Кроме того, при этом ремонте обычно отжигают, во избежание поломки, чрезмерно длинный внутренний кусок, который в дальнейшем дает 2—3 внутренних витка, совершенно лишенных, вследствие этого, должной упругости. Подобная пружина никуда не годится.

Принимая во внимание все сказанное, присадку внутреннего конца можно допускать только в крайних случаях, когда пружину нельзя заменить новой; эту работу надо производить самым тщательным образом. Внутренний конец пружины можно отжечь не более как на расстоянии 5—8 мм; следующие  $1\frac{1}{2}$  оборота нужно отпустить вблизи крючка до серого, а дальше до светлосинего цвета, чтобы переход к нормальной твердости совершался постепенно.

Замки пружины. Существует много различных систем таких замков, большинство из которых страдает одним общим недостатком: загнутый, прикрепленный или вставленный крючок слишком длинен, занимает в барабане много места и затрудняет разворачивание пружины. В других — чрезмерно велик отожженный конец пружины у замка, отчего при заводе он выгибается то в одну, то в другую сторону, и, следовательно, вызывает значительную потерю силы. Такой конец не участвует в действии пружины, и пружина оказывается наполовину парализованной.

Чтобы изготовить свободный от этих недостатков пружинный замок, от пружины отламывают два кусочка от 5 до



6 мм длиною. Затем пружину берут указательным и большим пальцами левой руки, внешний кончик захватывают плоскогубцами, которые держат в правой руке (рис. 318), и на расстоянии 1,5 см от плоскогубцев нагревают пружину на возможно более остром пламени спиртовой лампы. Как только

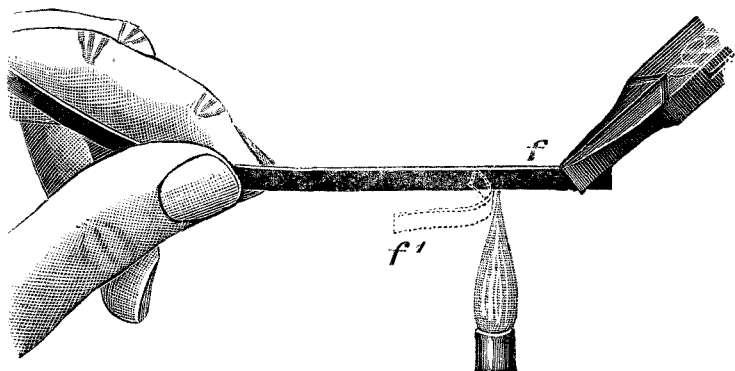


Рис. 318. Отжиг конца пружины.

пружина накалится докрасна на протяжении 2 мм, конец  $f$  пружины резко загибают и придают ему положение, обозначенное пунктиром  $f'$ . На рис. 319 изображена такая пружина, причем  $n$  обозначает загнутый конец, а маленький кружок —

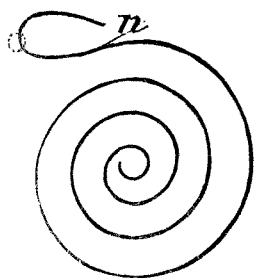


Рис. 319. Пружина с отогнутым концом.

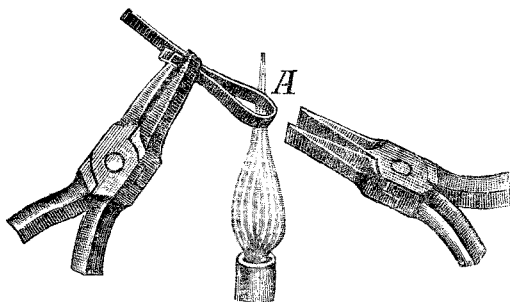


Рис. 320. Изготовление петли.

то место, которое находилось под действием жгня. После этого плоскогубцами зажимают изогнутый конец пружины (по возможности не дальше 10 мм от конца, рис. 320), еще раз накалывают конец петли  $A$  докрасна и сжимают его вторыми плоскогубцами. Очень важно отжечь конец пружины не бо-

лее, чем на протяжении одного сантиметра; серый побежалый цвет должен при этом не заходить дальше 15 мм от наружного конца петли. На рис. 321 изображена петля в увеличенном размере. Один из отломанных вначале кусков пружины просовывают в петлю поперек, у наружного ее конца, и еще раз накаливают на спиртовой лампе петлю вместе с пластиночкой. Выступающая из плоскогубцев часть не должна быть при этом длиннее 15 мм. Как только петля с вложенной в



Рис. 321. Готовая петля.

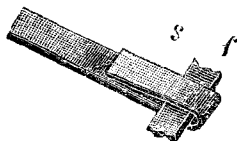


Рис. 322. Сплющивание петли.

нее пластиночкой достаточно накалится, по ней ударяют два молотком, после чего петля сплющивается и принимает форму, изображенную на рис. 322; *s* — плоская прокованная петля; *f* — зажатая в ней планка. Таким образом петля получается настолько плоской, что расстояние между обеими сторонами изогнутой петли станет равным толщине пружины.

Изогнутый конец *s* опиливают подходящим напильником так, что от всей петли остается изогнутый конец, длиной не

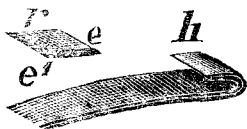


Рис. 323. Вид петли после опиливания.

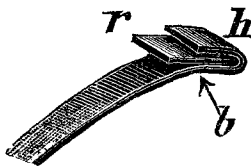


Рис. 324. Готовый замок пружины.

больше 1—1,5 мм. Этот изогнутый конец зашлифовывают остро, как показано буквой *h* на рис. 323. После этого готовят пластинку из второго отломанного от пружины куска. Его обрезают до 4—5 мм и остро зашлифовывают с обоих концов, как на рис. 323 при буквах *e* и *e'*. Пластинку *r* вставляют в изогнутый конец *h*, захватывают последний плоскогубцами на расстоянии 2—3 мм от наружного конца и отрывистым нажимом на плоскогубцы придают ему легкий изгиб. На рис. 323 и 324 все части изображены в увеличенном виде.

Такой замок пружины не является, правда, наиболее совершенным, но зато его изготовление требует очень мало времени, прочность его очень велика и, кроме того, он занимает в барабане немного места.

Повторим вкратце те условия, при которых вышеописанный способ будет отличаться необыкновенной прочностью и вполне заменит останков, в случае его отсутствия. Пластика  $r$  не должна быть длиннее 5 мм и длина изогнутого конца  $h$  не должна превышать 1,5 мм. Проковка плоской петли производится в накаливаемом докрасна состоянии. Накаливаемая часть должна быть возможно короче, чтобы при каждом заводе и спуске она не изгибалась, ибо от этого, как известно, теряется часть энергии пружины.

### 3. Крючки пружины

Свойства хорошего крючка. От прочности крючка и правильности его формы зависит до известной степени качество часов и продолжительность их хода. Если натяжением пружины будет сорван крючок, то часы не только остановятся, но, кроме того, сильный удар, получающийся при внезапном разворачивании пружины, может повредить и даже поломать зубцы колесного механизма.

Слишком высокий внешний крючок ограничивает пространство для разворачивания пружины. Слишком высокий внутренний крючок заставляет неправильно изгибаться все витки в то время, когда пружина заведена. Часто пружина лопается только по этой причине. Крючки должны сидеть точно посередине ширины пружины, в противном случае возможны сильные зажимы пружины в барабане. Отсюда ясно, что каждая починка часов должна включать самый тщательный просмотр крючков.

Хороший крючок должен обладать следующими свойствами:

1. Длина и ширина его должны быть точно пригнаны по отверстию в пружине и притом так, чтобы пружина не зажималась.

2. Крючок должен быть хорошо запылен с внутренней стороны и прочно укреплен.

3. Крючок не должен быть ни слишком высок, ни слишком низок: правильная его высота должна равняться толщине пружины.

4. Крючок должен помещаться как раз на половине внутренней высоты барабана, чтобы пружина не задевала ни за дно, ни за крышку.

В тех случаях, когда крючок низок, слаб или сидит не посередине, надо, не теряя времени на его опиловку, заменить его новым крючком. И только если дело касается внутреннего, сидящего на федеркерне, крючка (в том случае, если он исключительно широк и его уклонение от середины очень незначительно), можно опилить его с одной стороны настолько, чтобы он после этого оказался посередине пружины. Крючок этот изготавливается из стали, поэтому он гораздо прочнее внешнего латунного крючка.

**Замена крючков.** При замене внутреннего крючка новым, отверстие в федеркерне выгоднее сверлить не в радиальном, а в несколько косом направлении, чтобы крючок с самого начала имел наклонное положение. На рис. 325 пунктиром обозначено направление отверстия для крючка *h*. Сверлить начинают в радиальном направлении, пока сверло не войдет достаточно глубоко, а затем изменяют направление. В косом направлении сверлят до глубины в три раза большей, чем диаметр отверстия. Затем тщательно очищают отверстие от грата и готовят стальной штифт. С одного конца штифт должен быть несколько утончен (конически) и опилен так, чтобы он входил до половины отверстия. После этого его откусывают, крепко забивают в отверстие и опиливают, придав ему форму, представленную на рис. 325.

Для внутреннего крючка пружины особенно важное значение имеет его положение точно посередине ширины пружины. Эта середина не совпадает с серединой высоты федеркерна именно тогда, когда один из внутренних уступов барабана у гнезд для кончиков выше другого. Если уступ на диске барабана выше, чем следует, крючок надо опустить, соответственно опилив его.

Внешний крючок обыкновенно сидит довольно точно посередине внутреннего края стенки барабана, за исключением того случая, когда крышка выточена особенно глубоко: тогда крючок надо несколько подвинуть от середины к крышке.

Есть два способа закрепления внешнего крючка (рис. 326). Отверстие для крючка *H*, так же, как и отверстие для внутреннего крючка, высверливают в косом направлении и делают в нем винтовую нарезку. Такую же нарезку делают на конически запиленном штифте из твердой латунной проволоки, евинчивают последний в край барабанной стенки и напильником помечают, до какого места выступает снаружи нарезка. После этого штифт вывинчивают, опиливают у пометки крючок и снова так же туго завинчивают. Внешний выступаю-

щий конец надпиливают напильником для винтовых головок, обламывают его и спиливают наравне со стенкой барабана. До окончательного завинчивания необходимо снять грат, образовавшийся при нарезке, чтобы конец пружины ровно прилегал к внутренней стенке барабана.

На том же рис. 326  $H^1$  изображает второй способ закрепления крючка. Отверстие высверливают не в косом, а в радиальном направлении. Нарезку в данном случае можно делать крупнее. Штифт для нового крючка запиливают очень тонко и остро, так что нарезка начинается только на рас-

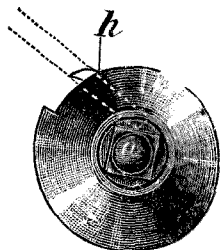


Рис. 325. Внутренний крючок.

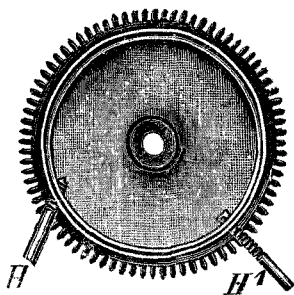


Рис. 326. Внешний крючок.

стоянии 2—3 мм от конца. Острый конец штифта облегчает последующее ввинчивание готового крючка. По выполнении нарезки штифт оставляют в винтовальной доске, откусывают его толстую часть на расстоянии 1 мм от доски и запиливают этот остаток в виде крючка. На рис. 326 видно, что штифт  $H^1$  завинчивают в барабанную стенку изнутри настолько глубоко, что выступает только крючок. При мало-мальски удовлетворительном выполнении работы крючок, вставленный этим способом, держится очень прочно.

Часто внешний крючок готовят особым способом: его выдавливают из самой стенки барабана специально для этого имеющимися щипцами, т. е. выштамповывают. Но этот способ не рекомендуется.

#### 4. Останов

Останов с мальтийским крестом. Существует несколько видов остановов. Под остановом в узком смысле слова подразумевают приспособление, состоящее из мальтийского креста с упорным зубцом и шайбы с пальцем. Назначение этого приспособления в том, чтобы препятствовать пол-

ному заводу и полному спуску пружины. На рис. 327 изображен останов в состоянии полного завода при правильных размерах и расположении его частей.

На практике встречаются следующие ошибки такого останова.

1. Крест, его упорный зубец, а также и палец правильны по величине и форме, но их зацепление слишком мелко.

2. Палец мал и чересчур короток (рис. 328).

3. Круглые выемки у пальца слишком велики (рис. 329).

4. Выточка креста или головка его винта с уступом не круглы, вследствие чего временами получается зажим креста.

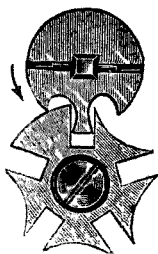


Рис. 327. Мальтийский крест при заведенной пружине.

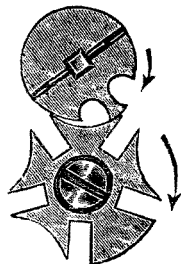


Рис. 328. Короткий палец у шайбы.

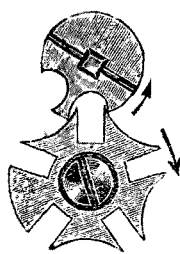


Рис. 329. Выемки у пальца велики.

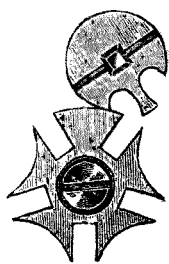


Рис. 330. Сворачивание останова.

5. Крест хлябает потому, что уступ высок или тонок или мала головка винта. Может случиться, что чрезвычайно тонкий палец под ним зажмется.

6. Выемка в крышке барабана для шайбы с пальцем недостаточно глубока; поэтому, когда вставлен штифт или завинчен мостик барабана, происходит зажим барабана и, как следствие, останова часов.

7. Упорный зубец и палец слишком малы. По этой причине, даже при очень осторожном заводе часов, получается то неправильное положение (сворачивание останова), которое изображено на рис. 330.

8. Круглая часть пальца зажимается в зубах колеса, потому что она велика или недостаточно гладка.

9. Слишком острые углы зубцов креста, слишком маленькие выемки, в противоположность случаю 3, и слишком узкий с середины палец, как на рис. 329 и 330.

Останов надо просматривать, имея в виду все описанные выше недостатки. Прежде всего, надо поверить, свободно-ли вращается крест. Он должен вращаться вполне свободно, но

не хлябать. Винт подтягивают крепче, если это не было сделано раньше, при сборке часов. В случае зажима креста кладут между головкой винта и выемкой креста немного порошка масляного камня; в промежуток между зубцами креста вставляют заостренную палочку — пуцгольц, как показано на рис. 331, и вертят палочкой крест до тех пор, пока он не начнет вращаться вполне свободно. При этом вращении сошлифуются как раз то место, где происходит зажим креста.

Подтянув винт креста, осматривают внутреннюю сторону барабанной крышки, не выступает ли конец винта над поверхностью крышки; в последнем случае винт укорачивают.

Если крест имеет чрезмерную свободу по высоте, уступ надо сточить на станке, т. е. сделать его ниже. В том случае, когда крест хлябает из-за слишком малого диаметра уступа, остается только одно: приготовить для креста на барабанной крышке новую выемку с уступом большего размера.

**Испытание останова.**

После того, как крест поверен и оказался в порядке, насаживают шайбу с пальцем и просматривают взаимодействие обеих частей. Если эта шайба закрепляется штифтом, то, вставив на место штифт, проверяют, свободно ли вращается барабан. Если он вращается несвободно, значит надо выточить глубже выемку в крышке барабана или же подшлифовать шайбу с пальцем с внутренней стороны, чтобы сделать ее тоньше.

Затем просматривают прохождение пальца через каждый прорез между зубцами креста. Сначала барабан вращают в направлении спуска пружины. Всякий раз, когда палец входит в прорез, острием палочки отталкивают крест от пальца (по направлению стрелки на рис. 328), чтобы обнаружить ошибку, если она имеется. После этого барабан вращают в противоположную сторону и совершенно таким же способом проверяют прохождение пальца через каждый прорез между зубцами креста. Затем барабан вращают снова в направлении спуска; на этот раз, при прохождении упорного зубца через прорез, нажимают на крест в обратном направлении, чтобы обнаружить ошибку, подобную изображенной на рис. 329. Такую поверку производят по двум направлениям — спуска и завода.

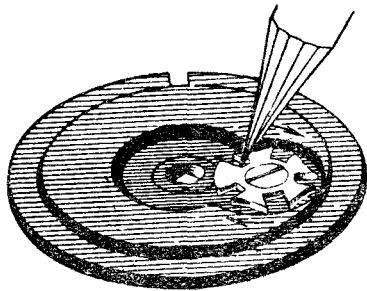


Рис. 331. Притирка креста в останове.

Бывает, что один из пяти зубцов креста недостаточно длинен, и это может послужить причиной одной из указанных ошибок. В таком случае лучше сразу заменить неправильный крест новым.

При спуске пружины и при заводе (так обозначают два направления вращения барабана) необходимо убедиться, не сворачивается ли останов, как показано на рис. 330. Для этого нажимают на крест сбоку и прижимают его к упорному зубцу. Правильное сцепление креста с пальцем показано на рис. 327.

Если при проверке обнаруживается одна из указанных ошибок, поврежденную часть надо заменить новой.

Следует обратить внимание на то, что иногда квадрат пружинного валика, на который насаживается шайба, имеет неправильную форму, и центр его не находится на оси валика, вследствие чего шайба при вращении бьет. При обнаружении этой ошибки ее обязательно надо исправить, так как это может нарушить правильный ход часов.

## **V. Спираль (волосок)**

### **1. Факторы, влияющие на регулировку. Новая спираль**

Чем равномернее ход часов, тем выше они ценятся. Регулировка новых часов и часов, нуждающихся в починке, имеет, поэтому, особенно важное значение. Точность регулировки зависит от состояния спирали и баланса, от степени упругости спирали и от правильности ее положения в часах.

Каждому часовщику хорошо известно, что, как общее правило, чем выше сорт часов, тем лучше они могут быть отрегулированы. Однако случается, что самые обыкновенные часы среднего качества с цилиндрическим или анкерным спуском, даже с простым балансом, обнаруживают поразительно равномерный ход, гораздо лучший, чем многие очень дорогие часы.

Причину этого явления следует искать, отчасти, и в зацеплении, например, в степени совершенства зацепления секундного колеса. Нельзя точно регулировать ни одни карманные часы, даже те, которые снабжены лучшей спиралью и компенсационным балансом, если, по меньшей мере, последнее зацепление секундного колеса не проходит у них вполне гладко, без малейшего толчка или падения.

Влияние зацепления секундного колеса на регулировку. Предположим, что зацепление секундного колеса в часах с цилиндрическим спуском слишком мелко



или трибка цилиндрического колеса слишком велика. Как показано на рис. 332, в обоих этих случаях зубцы колеса при входе в трибку будут упираться в закругления ее зубцов. Что же из этого последует? В то время как колесный зубец  $d$  будет с трудом подходить к линии центров, преодолевая усиленное трение на зубце трибки 2, произойдет значительная потеря первоначальной силы, а следовательно, и импульса, передаваемого балансу. Движущая сила действует во всей своей полноте только тогда, когда передний край основания колесного зубца почти совпадает с линией центров и при этом лишь до тех пор, пока зубец не займет положения  $c$ ,

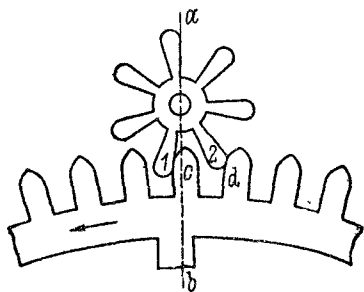


Рис. 332. Влияние зацепления секундного колеса на регулировку хода.

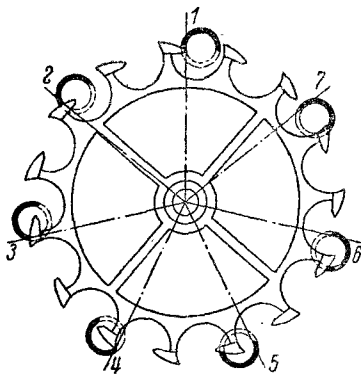


Рис. 333. Взаимодействие цилиндра с цилиндрическим колесом.

изображенного на рис. 332. То же самое повторяется с каждым отдельным зубцом трибки.

Предположим далее, что у спусковой трибки 6 или 7 зубцов, как показано на рис. 332, а у спускового колеса, как обычно, 15 зубцов. В этом случае ошибка еще увеличивается, так как колебания движущей силы будут совершаться на каждом зубце спускового колеса по-разному и притом временами, именно тогда, когда это окажется наиболее вредным. Действительно, в цилиндрических часах с подобным неправильным зацеплением возможен, например, такой случай: зубец секундного колеса еще действует с полной силой на трибку в то время, когда спусковое колесо стоит неподвижно, а его зубец прилегает к наружной стенке цилиндра. Другой случай: зубец спускового колеса начинает импульс на входящей губе цилиндра (положение 1 на рис. 333), а в этот же мо-

Мент один из зубцов секундного колеса упирается в зубец трибки, как  $d$  на рис. 332 и, стало-быть, ослабляет действие движущей силы и передаваемый импульс. Итак, может случиться, что самое сильное давление на цилиндр будет оказано во время покоя (что менее всего желательно) и что, наоборот, сила будет уменьшаться как-раз в тот момент, когда она наиболее нужна.

Рекомендуем читателю внимательно проследить на рис. 333 все семь фаз действия зубца спускового колеса на цилиндр. Семь пунктирных линий этого рисунка отмечают моменты наибольших неправильностей зацепления.

Влияние состояния спуска. Другим важным фактором при регулировке карманных часов является состояние спуска (хода) в часах. Все, что вредно влияет на равномерность действующего на баланс импульса или на постоянство трения различных частей спуска во время их действия, мешает точному регулированию.

Очень опасны и, тем не менее, недостаточно принимаются во внимание следующие ошибки:

1. Некруглые спусковые колеса, вызывающие постоянные колебания в глубине спуска.

2. Всякие задевания, например: задевание баланса или его спиц о среднее колесо, о вилку спирали, о мостик цилиндрического колеса и т. д.; задевания рожков вилки или так называемого ножа (в анкерных часах) за предохранительную рольку; задевание цилиндрического колеса о края прореза цилиндра и т. п.

3. Плохо уравновешенные балансы, вызывающие неравномерность хода часов в различных положениях.

4. Слишком большая свобода по высоте спускового колеса, анкера и баланса, отчего действие этих частей становится ненадежным и появляется задевание; соскальзывание зубцов анкерного колеса с каменных палетт на их стальную оправу и т. п.

5. Слишком большие отверстия в камнях для кончиков, что вызывает, особенно в анкерных часах, значительные нарушения хода.

6. Плохо закрепленные камни. Эту ошибку часто вовсе не замечают, а между тем следовало бы в каждом часе исследовать по меньшей мере все камни спуска, а также и накладные камни.

7. Овальные кончики оси баланса; они приводят к тем же нарушениям, что и неуравновешенный баланс.

8. Слишком короткие и поэтому недостаточно выступаю-

щие из каменных гнезд кончики оси баланса, вследствие чего утолщения оси застревают в сквозном камне.

9. Шероховатые или слишком толстые камни, вызывающие уменьшение размахов баланса в часах при их висячем положении.

10. Перескакивание или перекидывание баланса.

11. Сильно вибрирующая спираль, ударяющаяся при малейшем сотрясении о близлежащие части часов.

12. Неодинаковая толщина кончиков оси баланса.

Перейдем к главному фактору, обеспечивающему хорошее регулирование, т. е. к самой спирали. От степени ее твердости, эластичности, надлежащей толщины, длины и изгиба всецело зависит регулирование карманных часов.

На спирали не должно быть ни малейшего пятна ржавчины. Там, где показалась ржавчина, металл уже частично разрушен. Если ржавчина затронула лишь тончайшие слои, то и это имеет большое значение для спирали, толщина ленты которой измеряется в сотых долях миллиметра. То место спирали, где имеется пятнышко ржавчины, ослабевает, и благодаря этому нарушается равномерность колебаний баланса. Остается только заменить старую спираль новой.

Хорошая спираль должна быть правильно закалена; она должна обладать большой упругостью, чтобы ее можно было вытянуть конусом на высоту, в два раза большую, чем ее диаметр; после этого испытания она должна снова принять свой прежний вид и лежать всеми витками в одной плоскости. Обороты ее должны находиться друг от друга на одинаковых расстояниях и лежать правильными спиральными витками.

Установка новой спирали. Возьмем простейший случай: пусть требуется поставить обыкновенную плоскую спираль в цилиндрические часы с обычным числом колебаний баланса 18 000 в час.

Предположим, что из того размера, который нам нужен, в нашем распоряжении имеются спирали пяти или шести различных толщин. Прежде всего, устанавливаем требуемый диаметр спирали. С этой целью кладем перед собой на верстак в перевернутом виде мостик баланса с прибиченным градусником (рюкером) и открытой вилкой спирали. Затем подбираем спираль так, чтобы ее центр пришелся как раз точно посередине отверстия камня в мостике, после того как ее внешний оборот ляжет между штифтами градусника приблизительно на расстоянии около полуоборота от конца.

Первоначальное испытание спирали производят следующим

образом: захватив спираль за ее внешний конец, внутренний конец зацепляют за вырез цилиндра (балансом книзу) и тянут спираль кверху, пока баланс не подымется. Спираль растягивается и образует конус, по высоте которого судят о степени упругости данной спирали. Если баланс тяжел, спираль подбирают такую, чтобы высота конуса приблизительно равнялась диаметру спирали (рис. 334). Если баланс относительно легок, подбирают такую спираль, чтобы высота конуса была около 1,5 раз больше диаметра спирали (рис. 336).

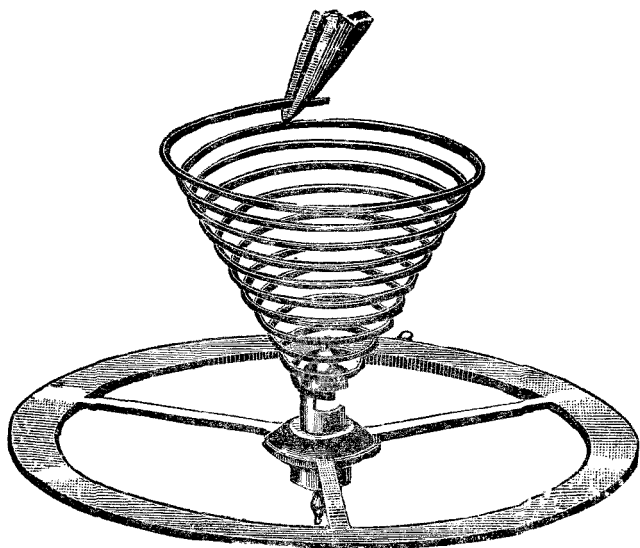


Рис. 334. Подбор спирали при тяжелом балансе.

Предварительное испытание спирали. Когда подходящая спираль выбрана, из кусочка воска скатывают шарик величиною около 2 мм в диаметре, кладут его на верстак, захватывают пинцетом цилиндр и верхний кончик его втыкают в восковой шарик, по возможности точно посередине шарика. Цилиндр с шариком приставляют к середине спирали и надавливают на него. При этом все время тщательно следят, чтобы баланс находился в горизонтальном положении, т. е. был параллелен верстаку (рис. 335).

Спираль будет теперь прикреплена к сплюснутому шарiku. Почти целый ее виток совсем пристанет к воску, и потому во время счета колебаний баланса будет бездействовать.

Ошибки вследствие этого не произойдет, так как до прикрепления к рольке от спирали приходится отламывать кусок, приблизительно равный куску, приставшему к воску. Кроме того, счет колебаний баланса надо рассматривать только как

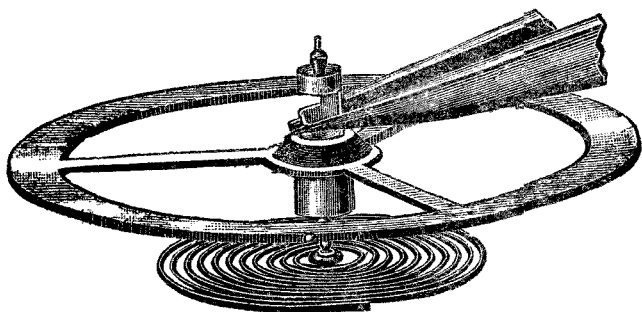


Рис. 335. Проба спирали.

предварительное испытание спирали. Спираль насаживают на рольку лишь после того как удостоверятся, что ее размер и степень упругости достаточны.

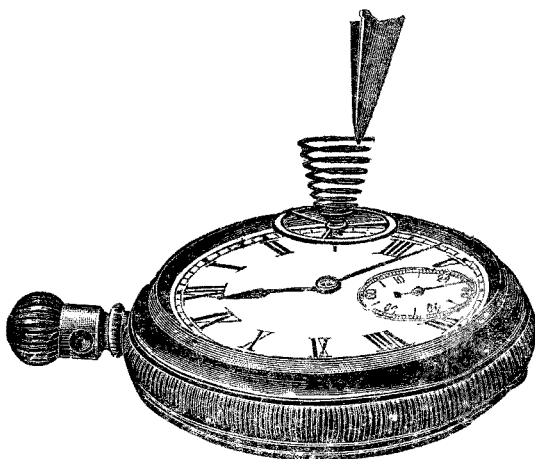


Рис. 336. Пробный счет колебаний баланса.

Укрепив спираль на восковом шарике, кладут перед собой точные часы с плоским стеклом, захватывают спираль пинцетом приблизительно в расстоянии полоборота до наружного конца, ставят цилиндр нижним концом на стекло часов у самого секундного циферблата (рис. 336), сильным движе-

нием приводят баланс в колебание и считают колебания, следя за секундной стрелкой часов. Кончик цилиндра должен при этом касаться стекла как можно легче.

Предварительный подсчет колебаний. Ради удобства считают только каждый второй удар (двойные колебания). Лучше несколько первых колебаний не считать, а начать счет с нуля в то мгновение, когда секундная стрелка достигает более заметной удлиненной черты делений (5, 10, 15, 20 и т. д. секунд). Баланс должен делать 150 двойных колебаний в минуту. Если спираль значительно слабее или сильнее, чем нужно, то это становится заметным уже через 10 секунд: десятая секундная черта должна быть перейдена, когда сосчитают 25 двойных колебаний.

Предположим, что их было только 24 или еще меньше; тогда спираль укорачивают на четверть оборота и повторяют испытание.<sup>1</sup> Если же в десятую секунду было 26 колебаний или еще больше, то спираль нужно захватить ближе к концу. Если обнаруживается слишком большая разница, то спираль снимают с воскового шарика и заменяют другой, смотря по обстоятельствам, более упругой или более слабой, но того же диаметра.

В анкерных часах восковым шариком пользуются уже при первом предварительном испытании, так как здесь не имеется выреза, за который можно было бы зацепить внутренний виток спирали.

Если число колебаний в десятую секунду правильно, то, не останавливаясь, продолжают считать до 20-й секунды. В этот момент должно быть сосчитано 50 колебаний. В 30-ю секунду их должно быть 75, в 40-ю — 100 двойных колебаний. Если в 40-ю секунду будет 99 или 101 вместо 100 колебаний, спираль все же считается вполне пригодной, но при условии, что у нее остается в запасе конец приблизительно в поворот.

Заключив испытание, спираль прикрепляют к рольке посредством полукругло запиленного (т. е. с одной стороны плоского) штифта, предварительно отломав от спирали сколько нужно, чтобы ролька свободно поместилась. Внутренний конец должен при этом прилегать почти вплотную к рольке *b* (рис. 338), так как впоследствии отогнуть его от рольки вполне возможно, а пригнуть ближе в высшей степени трудно.

<sup>1</sup> Различные способы регулировки периода колебаний баланса изложены в первом выпуске на стр. 46—48.

При выполнении этой работы для держания рольки значительно лучше употреблять вместо сверла или деревянной палочки острый восьмигранно-запиленный задний конец простого штихеля. Одна из восьми граней попадет в разрез рольки и не позволит ей вертеться во время вставки штифта (рис. 337).

Во время вставки штифта спираль должна лежать на рольке возможно более плоско. Чтобы легче было впослед-

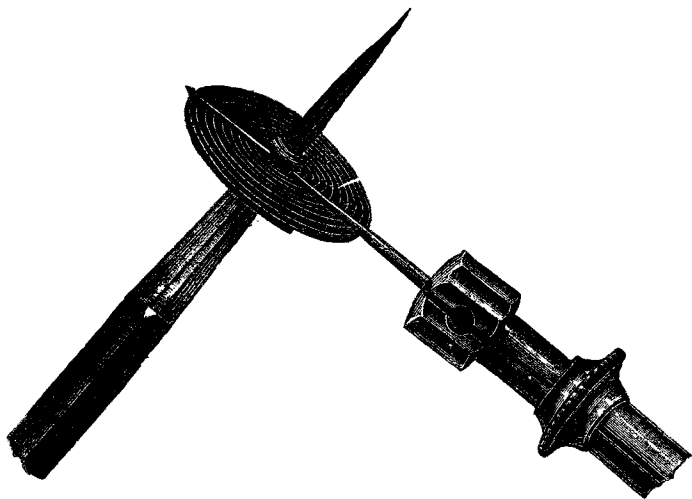


Рис. 337. Заштифтовка внутреннего витка спирали.

ствии отломать штифт, на нем делают острым напильником надрез, как можно точнее, у того места, которое надо обломать. Из рольки конец штифта должен выступать лишь чуть-чуть, а оба конца штифта ни в каком случае не должны касаться внутреннего витка спирали.

Укорачивание переднего конца штифта до надлежащей длины должно быть сделано еще прежде, чем его вставляют.

Затем насаживают рольку спирали на цилиндр (или на валик баланса) и вставляют в рундлауфциркуль, чтобы во время вращения цилиндра выверить правильность положения спирали.

При наблюдении за вращением в рундлауфциркуле нужно, главным образом, следить за внутренними витками; наружные обороты, под действием центробежной силы, несколько откидываются один от другого, в особенности, если колодочка уже насажена на спираль.

На рис. 338 изображены четыре внутренних оборота спирали, имеющей правильную форму. С первого взгляда видно, что завитки спирали удаляются от окружности рольки вполне равномерно.

На рис. 339 изображена спираль, имеющая неправильную форму; внутренний ее оборот у места закрепления в точке *b* отстоит от рольки слишком далеко, самый завиток спирали в точке *c* отстоит от центра тоже слишком далеко, а на противоположной стороне подходит слишком близко к рольке.

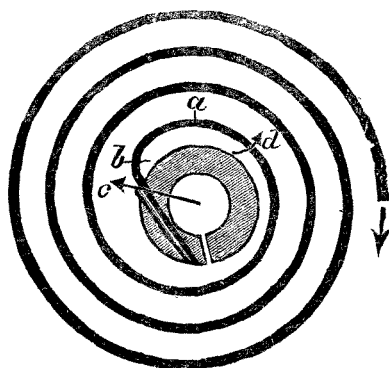
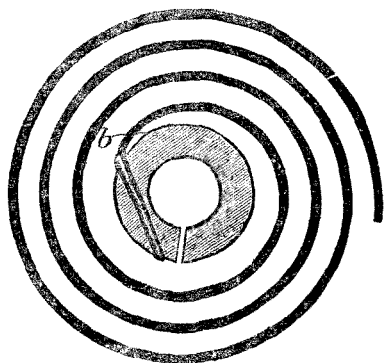


Рис. 338. Правильное крепление внутреннего витка.

Рис. 339. Неправильное крепление внутреннего витка.

спирали. В таком случае надо спираль погнуть в точке *a* так, чтобы завиток около *d* передвинулся по направлению стрелки. Лучше всего, если удастся пригнуть завиток у самого начала — в точке *b* — к рольке. При наличии некоторого глазомера рольку можно сразу поставить в середину завитков спирали, так что в дальнейшем достаточно незначительного изгиба внутреннего оборота, чтобы придать волоску надлежащую форму.

Окончательный подсчет колебаний. Теперь можно приступить к окончательному и точному подсчету колебаний по указанному выше способу. Сначала считают в продолжение 20—30 секунд, захватывая спираль, сообразно потребности, короче или длиннее. Только после того, как в 30-ю секунду будет сосчитано точно 75 двойных колебаний, продолжают счет до конца целой минуты. Если в конце минуты окажется 149 или почти 150 двойных колебаний, можно ставить колодочку на том месте, где спираль захва-



чена пинцетом. При полных 150 двойных колебаниях прибавляют  $\frac{1}{4}$  оборота про запас.

К колодочке спираль прикрепляют совершенно тем же способом, как к рольке, а именно, посредством плоско зашпигенного с одной стороны штифта.

## 2. Градусник (рюкер), вилка спирали

Сгибание наружного витка спирали. Градусник подвигают за край мостика на «Retard» (положение *A*

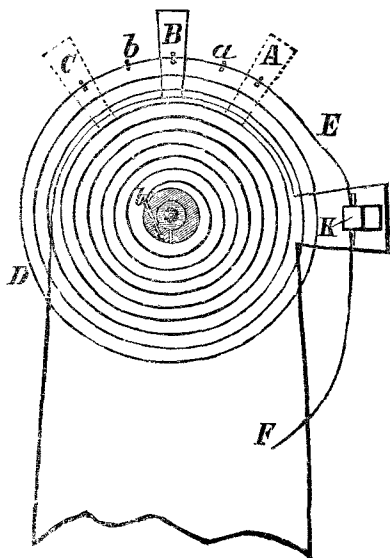


Рис. 340. Правильный изгиб наружного витка.

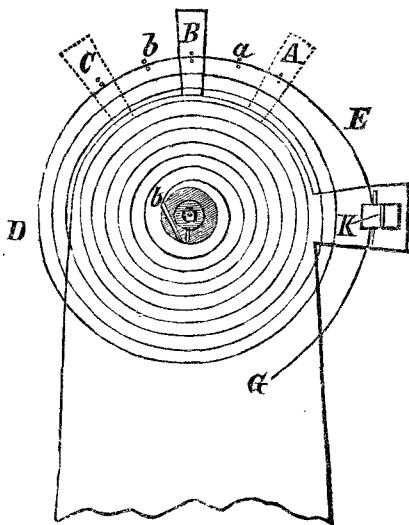


Рис. 341. Неправильный изгиб наружного витка.

на рис. 340). Передвигая затем его понемногу к противоположному краю, сгибают весь наружный оборот спирали одинаково на протяжении всего продвижения градусника. Совершенно независимо от того, где будет находиться градусник, спираль должна почти прилегать к внутреннему штифту, чтобы потом, когда часы будут собраны и пущены в ход, спираль двигалась в вилке свободно, но без лишнего простора (см. положение штифтов градусника *A*, *a*, *B*, *b* и *C* на рисунке, где изображено правильное расположение спирали). Если колодочка спирали *K* удалена от наружного

витка спирали, то изгиб спирали от *K* до *A* должен выглядеть приблизительно так, как показано на рис. 340, т. е. в точке *E* делают легкий изгиб.<sup>1</sup>

На рис. 341 изображена спираль, у которой последний оборот изогнут несколько неправильно. Такая незначительная погрешность встречается очень часто и делает точную регулировку часов невозможной. Пока градусник занимает положение *B*, витки спирали располагаются правильно, центр спирали лежит на оси баланса, а внешний оборот спирали помещается в вилке свободно. Дуга же спирали от *B* к чересчур удаленной колодочке *K* изогнута неправильно. Уже в точке *a* спираль оттесняется наружным штифтом градусника внутрь. В точке *A* это давление увеличивается, вследствие чего смещение градусника на «Retard» не оказывает настоящего действия, а только расстраивает работу спирали. Нечто подобное случится и тогда, когда градусник переместят от *B* в сторону «Avance», с той только разницей, что здесь (см. *b* и *C*) внутренний штифт градусника оттеснит спираль в наружном направлении, вследствие чего регулировка на «Avance» будет действовать слишком сильно. Все это вызвано тем, что здесь отсутствует необходимый изгиб в точке *E*, как на рис. 340. Проверку правильности положения спирали между штифтами градусника лучше всего производить следующим образом: баланс останавливать, градусник перемещать по всей дуге и наблюдать положение спирали между штифтами в различных местах.

Вилка спирали тоже должна обладать рядом свойств. без которых немислима точная регулировка. Штифты на градуснике и замочек спирали должны сидеть крепко, не шататься; вилка спирали должна быть совершенно перпендикулярна к плоскости спирали, чтобы ни верхний край снаружи, ни нижний край внутри крайнего витка спирали не ударялись о штифты градусника. Загнутый конец замочка не должен выступать за внутренний штифт, чтобы во время больших размахов баланса за него не мог задевать второй виток спирали.

Очень важно, чтобы волосок не имел лишней свободы между штифтами вилки спирали. Это условие очень часто не соблюдается. Нередко попадают часы высокого качества, которые могли бы быть отрегулированы так, что колебания их

<sup>1</sup> На рис. 340 и 341 у градусника показаны два штифта, хотя обыкновенные плоские спирали снабжаются только одним штифтом, так как в этом случае замочек спирали заменяет собою второй штифт.

суточного хода не превысили бы одной-двух секунд, если бы вилка спирали не имела в три раза бóльшей свободы, чем ей полагается.

В часах со спиралью Бреге ширина витка спирали должна быть не больше, чем необходимо для прохождения спирали без зажима (рис. 342), а в плоских спиралях ширина вилки спирали не должна превышать двойной толщины волоска спирали (рис. 343).

Различные системы градусников (рюкеров). Для очень тонкой регулировки в высшей степени важно владеть самыми ничтожными движениями градусника (рюкера), чтобы исправлять минимальные отклонения в ходе часов. Для достижения этой цели были изысканы различные способы.

Сначала стремились притти на помощь зрению: деления градусника помещали не на мостике баланса, а на другой

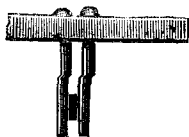


Рис. 342. Вилка для спирали Бреге.

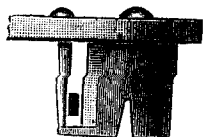


Рис. 343. Вилка для плоской спирали.

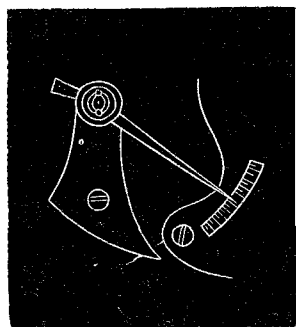


Рис. 344. Градусник с длинной стрелкой.

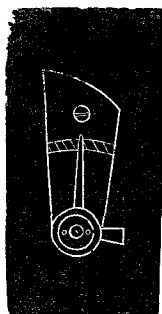


Рис. 345. Градусник с косыми делениями.

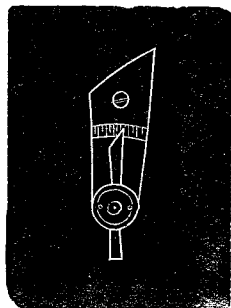


Рис. 346. Градусник с косым концом стрелки.

части механизма, чтобы можно было дать дуге с делениями большой радиус (рис. 344). Но в таком случае грозит опасность, что при снятии мостика баланса будет смещен градусник хорошо отрегулированных часов.

При другом способе линии делений градусника располагают вкось (рис. 345) или же делают стрелку градусника в том месте, где она касается делений, с широким и с одной стороны косо срезанным краем (рис. 346).

Оба последние способа, хотя и очень целесообразны, но употребляются редко.

Кроме таких оптических средств употребляют еще и механические средства.

Большую услугу в этом отношении оказывает винт. Винт применяли к регулировке часов в различных видах и в разное время. В начале XIX века Бреге ввел в некоторых своих часах градусник с винтом. Но так как в то время применялись почти исключительно часы с цилиндрическим спуском и простым балансом, то, повидимому, не чувствовалось необходимости в этом нововведении. Двадцать пять лет спу-

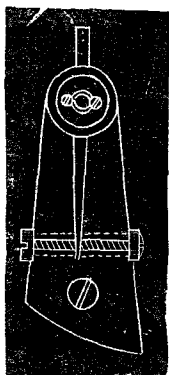


Рис. 347. Градусник с винтом, действующим на острие стрелки.

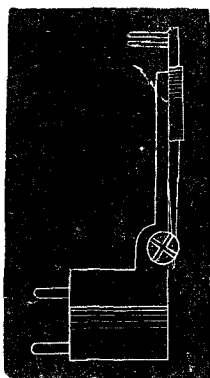


Рис. 348. Он же, вид сбоку.

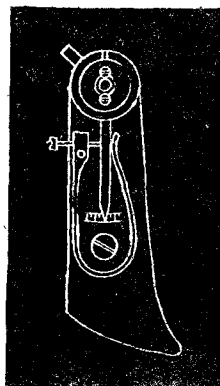


Рис. 349. Градусник с винтом, действующим на основании стрелки.

стя в Лондоне занялись тем же вопросом о всевозможных способах наилучшего использования градусника. На рис. 347 и 348 изображена изобретенная для этой цели конструкция градусника с винтом. Винт, толщиной в 2 мм и с очень глубокой нарезкой, аккуратно пригнан к отверстию, которое просверлено поперек мостика баланса. Винт снабжен головкой с двойным надрезом для того, чтобы он был доступен для отвертки при всяком положении. Конец стрелки градусника заострен и слегка загнут вниз, поэтому он ложится в винтовую нарезку с небольшим трением. Если винт хорошо изготовлен, то действует очень надежно.

На рис. 349 изображено другого рода применение винта, ясное без описания, которое было введено Говардом.

Кроме того, много лет тому назад в США был взят патент на следующее весьма совершенное приспособление винта к градуснику (рис. 350). В нем винт снабжен подвижной гайкой, скользящей в прорезе мостика. На этой гайке находится слегка подвижная вокруг своей оси насадка, в которой сделан прорез для стрелки градусника. Самый винт имеет большую, снабженную делениями, головку (рис. 350).

Это устройство даже выходит за пределы потребностей регулировки обыкновенных часов. В обычных часах нет никакой необходимости передвигать градусник на сотые доли

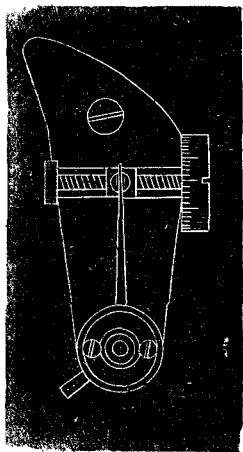


Рис. 350. Градусник с деленной головкой винта.

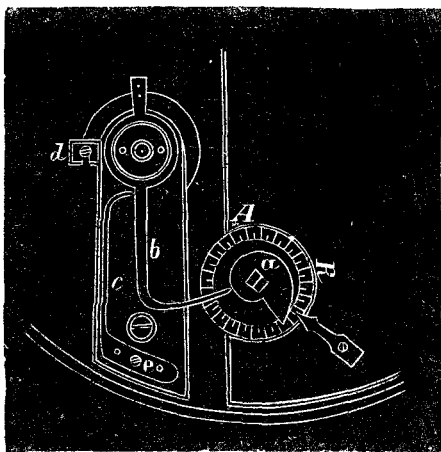


Рис. 351. Градусник с эксцентриком.

миллиметра, так как случайные ошибки их хода всегда значительно превышают возможную точность их регулировки. К настоящим прецизионным часам градусник неприменим, ибо его нельзя сочетать с изохронной дугой конца спирали.

Кроме винта для усовершенствования градусника применяется еще эксцентрик. Рис. 351 изображает соответствующую конструкцию Тиффани в Нью-Йорке. Он не имеет механических недостатков, но не лишен неудобств: каждый раз, когда приходится снимать мостик, градусник, под влиянием пружины, отодвигается к самому краю, хотя, правда, прежнее положение потом опять восстанавливается после привинчивания мостика.

В часах с простым градусником надо тщательно следить, чтобы градусник передвигался по мостику баланса доста-

точно туго, иначе он будет смещаться под влиянием ощутительного давления, которое оказывает последний виток спирали; на какое-либо постоянство в ходе таких часов нельзя рассчитывать.

Подобная ошибка встречается в часах довольно часто и опытные регулировщики часов, обычно, прежде всего, убеждаются, не освобожден ли градусник.

В заключение еще одно указание. Если желают достичь хороших результатов при регулировке, нужно исправлять и такие мелкие недостатки, влияние которых на ход часов не сразу бросается в глаза. К таким недостаткам мы относим, в особенности, чрезмерную свободу в частях спускового механизма, в частности кончиков оси баланса. Казалось бы, что для хорошо выверенного баланса с правильно закругленными кончиками безразлично — больше или меньше удалена его точка опоры, т. е. действующая часть отверстия в камне от пяток кончиков оси. Но это не так. При регулировке часов даже ничтожные влияния вызывают заметные изменения хода. Предположим, что в хороших часах, в которых расстояние между накладным и сквозным камнями незначительно и само отверстие хорошо закруглено, имеется очень малый излишек свободы по высоте. Тогда может случиться, что пятка одного из кончиков оси начнет ходить по внутреннему закруглению отверстия в камне. Совершенно очевидно, что в таком случае ход часов не может быть правильным.

Спираль без градусника. Градусник и вилка спирали, хотя и необходимы для обыкновенных часов, но, в сущности, их следует рассматривать только как неизбежное зло. В прецизионных часах высшего качества (во всех морских и во многих карманных хронометрах и даже в лучших английских анкерных часах, как, например, часы знаменитой фирмы Dent в Лондоне) нет ни градусника, ни вилки спирали. Регулировка этих часов выполняется ввинчиванием и вывинчиванием особых пружинящих регулирующих винтов на ободу баланса, чем и достигается надлежащее изменение момента инерции баланса.

При таком устройстве достигается гораздо большая равномерность и постоянство длительности размахов баланса, тем более, что в высоких сортах часов первый и последний обороты спирали подходят к месту закрепления строго рассчитанной дугой; эта дуга обеспечивает, во-первых, точное концентрическое развертывание спирали во время ее сжимания и разжимания, а, во-вторых, благодаря ей центр тяжести

всей спиральной пружины в каждой стадии колебания баланса точно совпадает с осью баланса.

Этим, главным образом, объясняются прекрасные результаты хода таких часов.

### 3. Спираль Бреге

Устройство. Ознакомимся теперь со спиралью Бреге, изображенной на рис. 352 в увеличенном в четыре раза виде.

Градусник здесь намеренно выбран такой формы, чтобы плечо вилки спирали стояло не по направлению указателя градусника, а под некоторым углом к нему, т. е. чтобы вилка спирали была передвинута на  $\frac{1}{6}$  оборота ближе к наружной точке закрепления спиральной пружины. Далее мы выясним, почему такую форму градусника следует иногда считать наиболее выгодной.

Загнутый вверх наружный оборот, так называемое «колено», спирали Бреге, а также перемещение этого оборота ближе к центру имеют две цели: во-первых, этим достигается концентрическое развертывание большей части спирали, за исключением ее наружного конца от колена до колодочки спирали (приблизительно около  $\frac{3}{4}$  оборота), во-вторых, укорачивается действующая длина рычага вилки спирали, что вызвано уменьшением диаметра последнего оборота. Благодаря этому передвижение указателя градусника на заметные углы изменяет ход часов на сравнительно небольшую величину. При почти одинаковом диаметре спиралей Бреге и обыкновенной — спираль Бреге имеет приблизительно на два оборота больше, т. е. общая ее длина больше. Из сказанного ясно, что в часах с таким градусником, как на рис. 352, и со спиралью Бреге можно добиться в два — два с половиной раза меньшего суточного хода, чем в часах с обыкновенной плоской спиралью.

Действие и преимущество спирали Бреге. Колебания плоской обыкновенной спирали существенно отличаются от колебаний спирали Бреге.

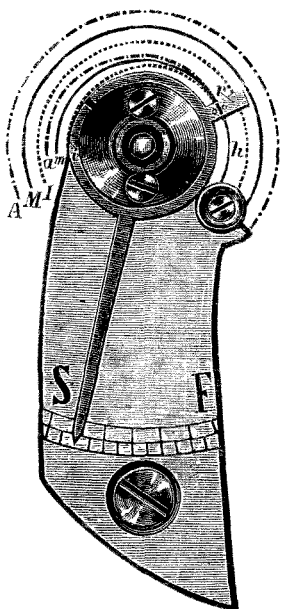


Рис. 352. Спираль Бреге.

Плоская спираль разворачивается почти по всей длине эксцентрически, в спирали же Бреге эксцентрически разворачивается только последний полувиток: все остальные витки сжимаются и разжимаются концентрически.

При закручивании и раскручивании всякой спирали та часть ее, которая заключена между штифтами вилки спирали и точкой прикрепления к мостику (на рис. 352 этот отрезок спирали обозначен буквою  $h$ ), стремится изогнуться в обратную сторону, что нарушает правильность колебаний спиральной пружины и баланса.

В спирали Бреге это вредное вибрирование части спирали  $h$  доведено до минимума, во-первых, вследствие того, что благодаря особой форме градусника штифтики вилки находятся

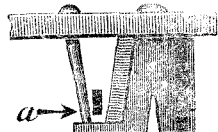
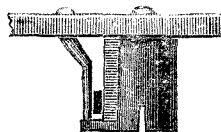
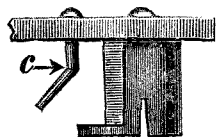


Рис. 353. Правильный способ суживания вилки спирали.

Рис. 354. Правильный способ суживания вилки спирали (второй прием).

Рис. 355. Неправильный способ суживания.

очень близко к колодочке, а во-вторых, потому, что радиус наружной приподнятой части спирали значительно меньше радиуса последнего витка плоской спирали. В спирали Бреге этот последний виток функционирует почти так, как если бы он был закреплен не в колодочке, а между штифтами вилки спирали.

Правильное устройство вилки спирали. Вилка плоской спирали не должна быть такой узкой, как вилка спирали Бреге. Ширина вилки у плоской спирали может вдвое превышать толщину спирали, хотя чересчур узкая вилка, во всяком случае, гораздо меньшее зло, чем чересчур широкая.

Когда в часах с плоской спиралью попадает слишком широкая вилка спирали, то поступают так, как показано на рис. 353 и 354, а не так, как на рис. 355.

#### 4. Равновесие баланса

Регулировка баланса. Спираль должна лежать так, чтобы она имела свободу снизу, сверху и вокруг себя. Свобода сверху и снизу в особенности необходима, когда спи-



раль (при легких балансах) слаба, и имеет много витков. Если у спирали не будет достаточно свободы, то при малейшем сотрясении вибрирующие наружные витки спирали будут ударяться о спицу оаланса или о среднее колесо, о колодочку и т. д., и часы обнаружат внезапные скачки и резкие изменения в ходе.

В часах с плоской спиралью укорочение или удлинение волоска нежелательно из-за того, что при этом легко можно погнуть спираль. Перестановка спирали Бреге совершенно недопустима; поэтому вместо укорочения или удлинения волоска баланс делают легче или тяжелее — смотря по надобности. Облегчение баланса производится посредством zenкования ободка баланса (в балансах с тремя спицами и гладким ободом) или головок винтов (в настоящих или поддельных компенсационных балансах). Баланс с гладким ободом можно сделать тяжелее на малые величины при помощи вставки в обод золотых штифтов. В компенсационных балансах для этой же цели кладут под винты тонкие шайбочки из фольги. На рис. 356 изображен пуансон (в увеличенном в пять раз виде) для выбивания таких регулирующих шайбочек из фольги. Кончик пуансона должен иметь толщину стержней, обычно употребляемых винтов баланса. Второй уступ должен соответствовать диаметру головок винтов. Оба кончика должны быть слегка утолщены книзу, а кверху слегка подточены (рис. 356). Пуансон, разумеется, надо закалить. Смотри по надобности, кладут по одной или по две таких регулирующих шайбочки под два противоположных винта баланса. Так как толщина фольги очень равномерна, то равновесие баланса от шайбочек не нарушается, как это нередко случается, когда шайбочки вытачивают из листовой латуни. Чтобы можно было подложить шайбочки, нужно вывинтить соответствующие винты из ободка баланса и потом их снова поставить на место. Чтобы винты не потерялись, надо баланс держать не просто пальцами, а через вдвойне сложенный кусок папиросной бумаги, в котором и останутся вывинченные винты.

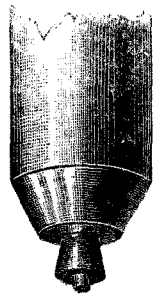


Рис. 356. Пуансон для шайбочек к балансу.

Наряду с уравниванием баланса, его приходится, когда он погнут, выправлять. Эта работа довольно несложна при простых балансах с тремя спицами, но гораздо более трудна при разрезных компенсационных балансах. Работу

эту облегчает применение щипцов, изображенных на рис. 357, которыми держат баланс при сгибании.

К одной щеке щипцов припаивается латунный носик, с помощью которого и захватывают спицу баланса сверху, так как более мягкий металл не может поцарапать верхнюю поверхность стальной спицы, имеющей в лучших балансах матовую шлифовку (если бы эта щека была из твердой стали, то на спице образовались бы блестящие вмятины). На рис. 357 показано и употребление этого инструмента. Спицы выправляемого баланса следует захватывать как можно ближе к ободу. Кроме того, захватывать надо ту спицу, которая приходится у части обода, требующей выправления.

Здесь уместно будет сказать несколько слов о регулировке часов в различных положениях. Дело идет не о прецизион-

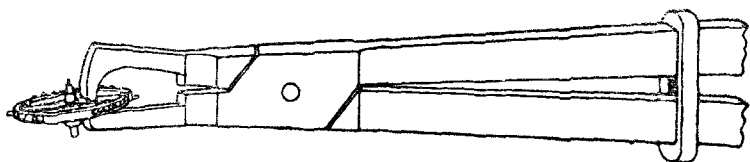


Рис. 357. Щипцы для правки баланса.

ной регулировке для научных целей, а о регулировке карманных часов для домашнего употребления, т. е. в сущности говоря, об устранении больших изменений в ходе часов, зависящих от их положения. Подобные изменения не должны встречаться даже в обыкновенных часах, и устранить их не трудно. Происходят они отчасти, как это ни покажется с первого взгляда маловероятным, от очень многих, даже весьма незначительных причин. Приведем для примера случай, когда вырез в рольке спирали слишком глубок. Такая ролька, насаженная на баланс, делает баланс легче в той части его окружности, которая соответствует вырезу; другой пример: спираль разворачивается не концентрично, — это действует таким же образом, как если бы баланс не был уравновешен.

Уравновешивание баланса в рундлауфциркуле. С этой целью на нижней стороне одного из плеч рундлауфциркуля наносят ряд зазубрин (см. букву *e* на рис. 358). Баланс вставляют в рундлауфциркуль так, чтобы он легко вращался. Затем берут отвертку и проводят ею по вырезам взад и вперед (см. стрелки), сообщая рундлауфциркулю вибрирующие колебания. Если центр тяжести баланса

приходится не на оси, а сбоку, то после сотрясения баланс повернется центром тяжести книзу. Если баланс точно уравновешен, то он будет либо стоять в каждом из положений, либо медленно и равномерно вертеться в каком-либо одном направлении.

О способе исправления ошибок в равновесии баланса мы уже говорили.

Намеренная децентрировка баланса. В некоторых случаях можно достигнуть одинакового хода часов в

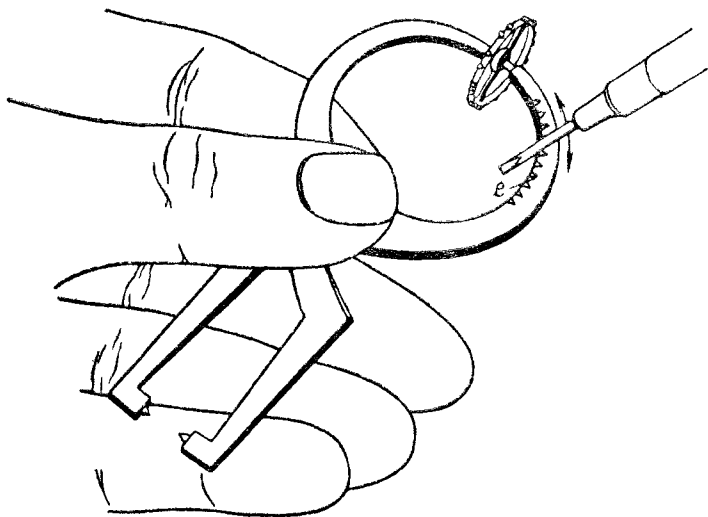


Рис. 358. Уравновешивание баланса.

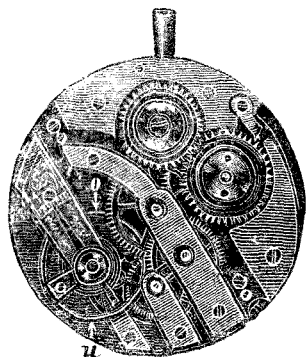
висячем и лежащем положениях путем намеренного расстрой-ства равновесия баланса. Правда, такой способ применим только для мужских цилиндрических часов, предназначенных для носки в жилетном кармане, но зато здесь он дает удовлетворительный результат.

Действие такой регулировки ясно из следующих соображений. Если в часах облегчена нижняя часть обода баланса, то верхняя часть получает перевес. Вследствие этого она стремится при каждом колебании несколько дольше пребывать внизу и вызывает тем самым некоторое замедление хода часов в висячем положении.

Если же, наоборот, облегчена верхняя часть обода ба-ланса, то более тяжелая его часть стремится ускорить дви-

жение баланса вниз и вызывает тем самым ускорение хода часов, когда последние находятся в висячем положении.

Обыкновенно наблюдается, что часы в горизонтальном положении уходят вперед, а в вертикальном положении отстают. Значит, в таких случаях следует несколько облегчить баланс сверху. На рис. 359 наглядно показано, что надо понимать под словом «верх» и «низ». Когда пружина вся распустилась в часах, и баланс находится в состоянии покоя, то верхом надо считать то место, которое в данный момент находится наверху (точку *o*), а низом будет противоположащая точка *и*.



и

Рис. 359. Счет положений „верх“ и „низ“ в карманных часах.

Облегчение обода баланса в определенном заранее месте лучше всего достигается таким способом: берут трехгранную зенковку и на нижней стороне ободка делают маленькие углубления. Достаточно самого незначительного углубления, чтобы выравнивать разницу в ходе часов между лежачим и висячим положениями от 1 до 3 минут в сутки.

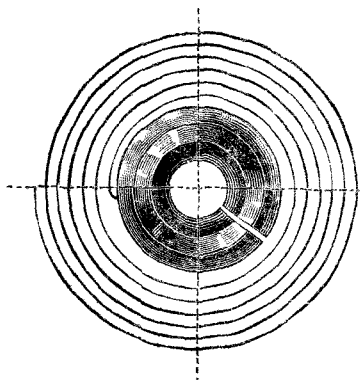


Рис. 360. Точка крепления внутреннего винта „левой“ спирали.

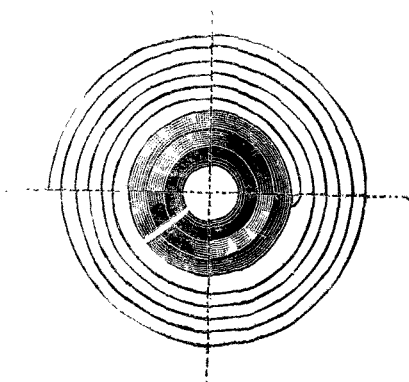


Рис. 361. Точка крепления внутреннего винта „правой“ спирали.

Внутреннее закрепление спирали. Для хорошей регулировки карманных часов большое значение имеет правильное закрепление внутреннего оборота спирали, так

как от этого зависит равновесие спирали во время колебаний баланса. Многочисленными опытами установлено, что равновесие достигается тогда, когда спираль, завитая слева направо, закреплена своим внутренним витком в левой части рольки на уровне оси баланса (рис. 360), а спираль, завитая справа налево, наоборот, должна быть прикреплена к рольке в ее правой стороне (рис. 361). Обозначения «право» и «лево» надо понимать так же, как раньше указанные «верх» и «низ» — исходя из положения покоя баланса и спирали и рассматривая часы со стороны механизма.

## 5. Различные способы снятия спирали

Неправильные приемы при разборке часов могут испортить часы. Так, например, спираль компенсационного баланса надо снимать с большой осторожностью, чтобы не погнуть последнего, т. е. не привести его в почти полную негодность. Очень распространенный способ снимать спираль ножичком совершенно недопустим. Когда ролька спирали плотно сидит на уступе, баланс обязательно окажется погнутым, так как его приходится зажимать в пальцах очень крепко, вследствие чего свободные концы обода баланса загнутся внутрь. Рис. 362 поясняет, как это происходит: *D* и *Z* — пальцы левой руки (*D* — большой палец, *Z* — указательный). Большой палец правой руки *A*, которая держит ножик, нуждается в точке опоры. Он находит ее в точке *r* обода баланса и, вследствие этого, неминуемо изгибает последний. Этих неудобств можно избежать, если вместо односторонне действующего ножа употреблять, например, щипцы особого вида (рис. 363). Если эти щипцы применять еще в виде рычага, то при помощи их удобно и легко снять рольку с уступа валика баланса.

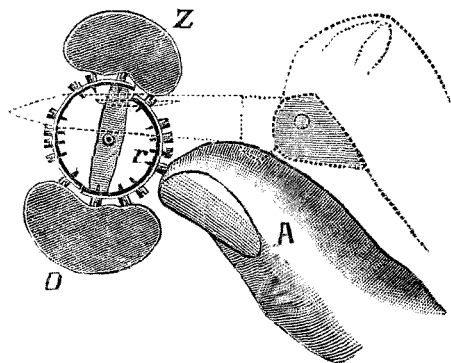


Рис. 362. Неправильный способ снятия спирали.

На фабрике карманных часов в Гласхютте (Саксония) для снятия спирали применяются специальные приспособления.

Одно из них изображено на рис. 364 в сильно увеличенном виде. Это приспособление может быть изготовлено самим мастером. Оно состоит из круглой латунной пластины *A*, в которой завинчен или закреплен стальной валик *B*. На верхнем конце валика *B* есть кончик *R*, толщиной около 0,8 мм, т. е. лишь немного тоньше уступа для рольки спирали. Этот кончик снабжен отверстием *L*, достаточно глубоким и широким, чтобы вместить верхнюю часть валика баланса.

Второе приспособление — род крепких щипчиков — пинцета. На рис. 365 оно изображено в натуральную величину. Снимая спираль, верхний уступ валика втыкают в отверстие *L* (рис. 364) так, чтобы предохранительная ролька при-

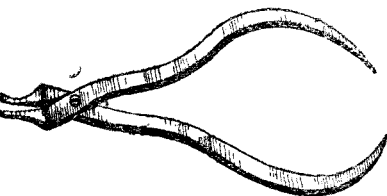


Рис. 363. Щипцы для снятия спирали.

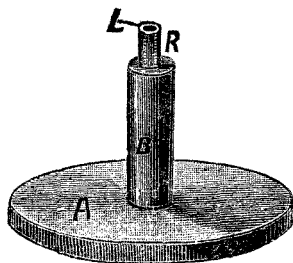


Рис. 364. Стоечка для снятия спирали.

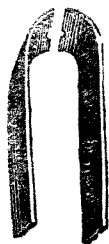


Рис. 365. Пинцет для снятия спирали.

шлась кверху. Щипчики (рис. 365) запускают под спицу баланса таким образом, что их концы приходится между спицами и ролькой для спирали. Нажимая на щипчики, спускают рольку с ее уступа на кончик *R*, с которого ее уже нетрудно снять.

Можно использовать для этой цели и инструмент в виде изогнутых рычажков (рис. 366). Этот способ рекомендуется В. Шульцем. Рычажки представляют собою латунные стержни *Н Н* (рис. 367) длиной 10 см, один конец которых, предварительно прокованный молотком, запылен так, как показано на рис. 366. Для того чтобы снять спираль, рольку устанавливают на специальной наковальне *A* так, чтобы спицы *K* лежали горизонтально и импульсная ролька вошла в соответствующее отверстие этой наковальни. В каждую руку берут по рычажку, представляющему собою миниатюрный ломик, и просовывают его плоский с небольшой выемкой конец *f* между спицей баланса и ролькой спирали. Если на-

жать на верхний конец рычажка, ролька приподымется и сойдет с уступа. В часовой практике встречается очень много изуродованных балансов, исковерканных в большинстве случаев до полной негодности лишь по той причине, что часовщики уделяют мало внимания этому весьма важному вопросу. Часы с изогнутым балансом не только не пойдут верно, но могут считаться совершенно негодными к употреблению.

При осмотре часов прежде всего необходимо уделить особое внимание балансу и убедиться в том, что он не бьет. Следует также посмотреть, свободно ли колеблется баланс, не задевает ли он за среднее колесо, колодочку спирали или вилку спирали, за валик секундного колеса сбоку, внизу о мостик цилиндрического колеса или за анкерную вилку, и т. п.



Рис. 366. Рычажки для снятия спирали.

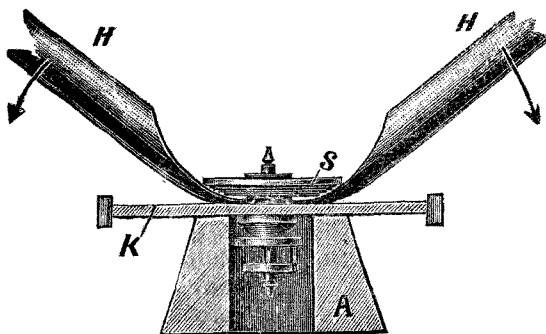


Рис. 367. Пользование рычажками.

## VI. Завод без ключа — коронкой (ремонтур)

В часах с ремонтуром встречаются особые недостатки. Один из наиболее часто встречающихся — неверно изготовленный мастером или плохо закрепленный заводной валик.

Закрепление заводного валика посредством винта. В некоторых сортах часов заводной валик придерживается узким, пружинящим вверху мостиком, свободный конец которого при завинчивании подтягивается к платине. Такое закрепление вполне надежно. В дешевых сортах часто встречается закрепление посредством маленького винта, конец которого заходит в выточку на валике.

В этом случае внимание должно быть обращено на следующие обстоятельства:

- 1) чтобы выточка на валике была достаточно глубока;
- 2) чтобы закрепляющий винт достаточно глубоко заходил в эту выточку;
- 3) чтобы винт не только крепко сидел, но и головка винта после завинчивания плотно прилегала к верхней платине, а острый конец винта не нажимал на заводной валик.

Закрепляющий винт часто бывает длиннее, чем следует. Мастер завинчивает его до конца, совершенно не думая о том, что винт может зажать валик. Такой винт через некоторое время непременно отвинтится. Когда головка винта плотно завинчена в платине, а острый конец входит достаточно глубоко в выточку заводного валика, — длина винта считается нормальной. Если винт будет нажимать на валик, то, значит, он слишком длинен и его следует укоротить. Если выточка валика недостаточно глубока, ее можно углубить, но не слишком, так как это ослабит валик и явится причиной его поломки.

Убедиться, не слишком ли короток закрепляющий винт, можно следующим образом: вставив заводной валик, завинчивают винт до первого легкого нажима на валик в том месте, где нет выточки; после этого вставляют валик целиком так, чтобы теперь винт пошел в выточку, и пробуют, сколько этот винт может еще сделать оборотов. Винт должен сделать еще по крайней мере два оборота. Если этого нет, то он короток и его надо заменить другим винтом.

Закрепляющий винт должен как можно плотнее входить в нарезку до своего окончательного закрепления. На это необходимо обратить самое серьезное внимание. Если винт качается или срывается с нарезки, следует изготовить новый закаленный винт и, если нужно, сделать для него новую нарезку в платине.

Закаливать винт необходимо для того, чтобы его конец не слишком скоро изнашивался вследствие трения о стенки выточки заводного валика. Вокруг закрепляющего винта на платине во многих часах остается очень небольшое пространство, благодаря чему нередко происходит разрыв винтового отверстия или у края платины, или в сторону заводной трибки (полубочонка).

В случае разрыва винтового отверстия обыкновенно вытачивают в платине со стороны циферблата новое отверстие для винта, хотя такой способ влечет за собой некоторое не-



удобство: каждый раз, когда надо вынимать заводной валик и механизм, приходится снимать циферблат.

**Закрепляющий мостик.** Другой способ починки применяется в часах низшего сорта, в которых между корпусом и краями мостика есть свободное пространство.

На верхнюю платину накладывают мостик с винтом и интелльштифтом и через него пропускают закрепляющий винт, который, разумеется, должен быть длиннее прежнего винта.

На рис. 368 изображен разрыв отверстия винтовой нарезки; на рис. 369 *K* — наложенный на платину закрепляющий мостик.

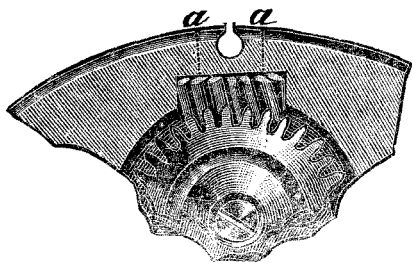


Рис. 368. Испорченное отверстие  
винта ремонтуара.

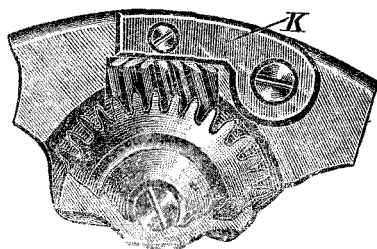


Рис. 369. Исправление такого от-  
верстия.

Латунь для такого мостика должна быть возможно лучше прокована, а самый мостик у места закрепления как можно более широк. Новый винт помещают подалее от внешнего края платины и по нему делают выточку на заводном валике. Головку винта надо, в данном случае, несколько углубить, чтобы она не выступала над мостиком, так как толщина самого мостика уже около 1,5 мм. При этом полезно расширить старое винтовое отверстие (см. пунктир *аа* на рис. 368), а у мостика *K* (рис. 369) приточить уступ, который должен входить в это расширенное отверстие, чтобы выгадать, таким образом, для винтового отверстия как можно больше ниток нарезки.

Боковой винт является еще одним простым, но, тем не менее, очень целесообразным способом закрепления заводного валика. Гнездо заводного валика между верхней и нижней платиной заполняют хорошо пригнанным латунным штифтом, причем штифт должен быть несколько толще заводного валика. В точке *b* (рис. 370) высверливают вертикальное отверстие так, чтобы оно одной своей половиной прошло ла-

тунный штифт *m*. Это отверстие должно проходить насквозь до нижней платины. В верхней части отверстия (той части, которая находится в верхней платине) делают нарезку и в нее вставляют длинный винт. Нарезка винта делается по длине винтового отверстия в верхней платине, нижняя часть винта остается гладкой. Конец винта *s* проходит до нижней платины, благодаря чему винт держится особенно прочно; *a* — изображает на рисунке поперечный разрез вставленного заводного валика.

Очень важно зафутеровать старое, поврежденное винтовое отверстие куском латуни в виде ласточкина хвоста, чтобы новое отверстие не прорвалось в старое. Выточку на заводном валике надо также передвинуть сообразно с новым положением закрепляющего винта.

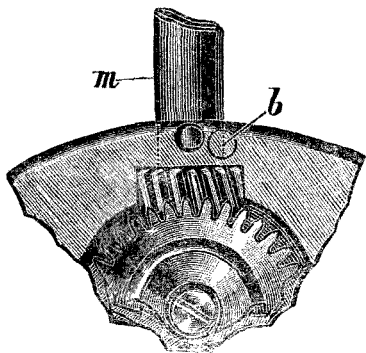
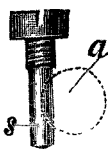


Рис. 370. Боковой винт для крепления валика ремонтуара.

Бочонок и полубочонок. Вторым источником повреждения в часах с



рементуаром является переставной и заводной механизм. В некоторых случаях, хотя и не очень часто, он действует неправильно только оттого, что пружинка этого механизма, которая должна включать и выключать бочонок из зацепления с переставным колесом, недостаточно прижимает его к полубочонку. Ошибка легко поправима: нужно только слегка нагреть упомянутую пружинку на спиртовой лампочке и натянуть ее сильнее. При этом тонким напильником испытывают твердость пружинки, и если окажется, что она не действует потому, что слишком мягка, ее следует снова закалить и отпустить до светлосинего цвета.

Если завод действует неправильно из-за того, что зажимается кнопка ремонтуара (подавка) в трубочном корпусе или же конец упоминавшейся пружинки под накладным мостиком (под циферблатом), то и в этом случае ошибку исправить нетрудно. Надо следить, чтобы эти части не зажимались и дать им больше свободы.

Починка гораздо сложнее, когда стертые храповые зубцы

бочонка или полубочонка; они так коротки, что исправление их посредством опиловки невозможно.

Повреждения этих зубцов случаются и в лучших сортах часов с ремонтуаром, имеющих особенную заводную систему, например, с так называемым «волчьим зубом» и др. Часовщик может выйти из подобного затруднительного положения, подобрав трибку с подходящим к переставному колесу стрелочного механизма диаметром и числом зубцом.

Чаще задача сводится к тому, чтобы вместо старого коронного храпового колеса вставить в бочонок или полубочонок новое. Тот же способ применим и к колёсам, снабженным зубцами необычной формы (коническими или волчьими).

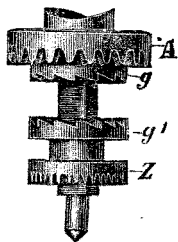


Рис. 371. Полубочонок и бочонок.

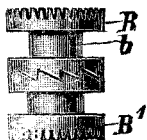


Рис. 372. Подбор новых бочонков.

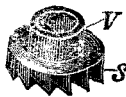


Рис. 373. Опиловка бочонка.



Рис. 374. Полубочонок перед сборкой.

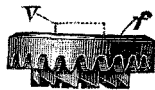


Рис. 375. Собранный новый полубочонок.

Изготовление нового колеса. На рис. 371 изображены еще годный к употреблению полубочонок *A* и бочонок *Z*. Зубцы обоих храповых колес ремонтуара (*g* и *g'*) сильно повреждены. Из запаса подходящих бочонков выбирают два совершенно одинаковых (*B* и *B'*, рис. 372), один из них *B'* ставят на место негодного бочонка *g'Z*, тогда как второй *B* предназначается к замене испорченного коронного храпового колеса старого полубочонка.

Затем с верхней зубчатой части второго запасного бочонка *B* спиливают зубцы и обтачивают его тело так, чтобы оно по величине и толщине равнялось выточке *b*. На рис. 373 этот бочонок изображен таким, каким он должен быть после опиловки и обточки с уступом *V*, который надо заклепать в старый полубочонок. Если высота храпового колеса *s* будет чересчур велика, то при обтачивании уступа *V* надо, разумеется, уменьшить и ее.

Чтобы прикрепить это колесо к старому полубочонку, нужно отпустить последний, сточить старое храповое колесо

до основания (рис. 374), расширить, если понадобится, отверстие разверткой, чтобы приладить новое храповое колесо ( $V_s$ , рис. 373) к отверстию, куда его и вколачивают несколькими короткими ударами молотка. На рис. 374 изображен полубочонок, подготовленный к сборке.

После этого обтачивают на оправке выступающий уступ  $V$  (рис. 375) приблизительно до высоты 0,5 мм, делают на нем небольшую подточку и заклепкой соединяют обе части; поверхность полубочонка  $f$  обтачивают совершенно плоско, закаливают, потом отпускают до светлосинего цвета и основательно отшлифовывают таким образом, что бочонок принимает вид, представленный на рис. 375. Если эта работа выполнена хорошо, то прочность починенной части не уступает новому полубочонку.

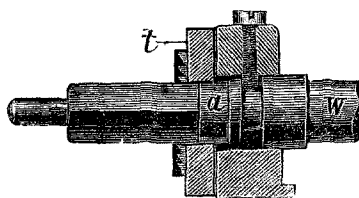


Рис. 376. Валик с коротким уступом.

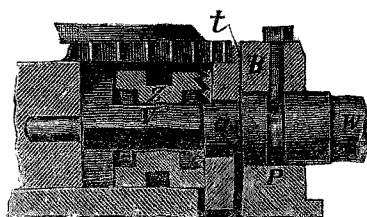


Рис. 377. Перекас полубочонка на тонком уступе.

Перед закаливанием полезно натереть полубочонок мылом, чтобы пленка окиси сошла с него после ванны и промытый полубочонок вышел вполне чистым и белым.

В части часов бывает еще один недостаток: слишком тонкий или слишком короткий для данного полубочонка  $t$  уступ  $a$  (рис. 376). В обоих случаях полубочонок ненадежно сидит на уступе заводного валика: при заводке часов он перекашивается, вследствие чего колеса (рис. 377) могут временно выйти из сцепления. Проскакивание при заводе содействует быстрому изнашиванию зубцов колес, и заводные колеса приходят в негодность. В таком случае следует заменить заводной валик новым с точно пригнанным уступом.

Если встречается обратный случай, т. е. уступ  $a$  (рис. 378) чересчур длинен, то храповые зубцы бочонка  $Z$  едва захватывают зубцы полубочонка  $t$ . Это обстоятельство тоже губительно отзывается на заводном механизме часов, и его надо избегать при изготовлении нового заводного валика.

Разработавшийся уступ. В часах старой конструкции большое стальное заводное колесо движется на

большом латунином уступе — анзатце, который выточен в верхней платине. Отверстие в заводном колесе часто бывает шероховатым, вследствие чего уступ скоро изнашивается там, где имеет место самое сильное давление. От этого зацепление с храповым колесом, сидящим на пружинном валике барабана, становится неправильным, ненадежным, и тогда необходимо обновить уступ; легче всего это достигается наложением на него кольца.

Кольцо изготовляют из хорошо прокованной листовой латуни, или, что еще лучше, из стали. Для стального кольца удобнее всего взять стальную шайбу, толщиной около 0,5 мм. В обоих случаях целесообразно сначала просверлить в кольце отверстие надлежащей величины.

Далее, разработавшийся уступ в платине обтачивают на станке, придавая ему такой размер, как показано пунктиром на рис. 379. После того переходят к пригонке самого кольца.

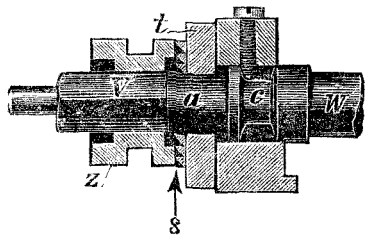


Рис. 378. Валик с длинным уступом.

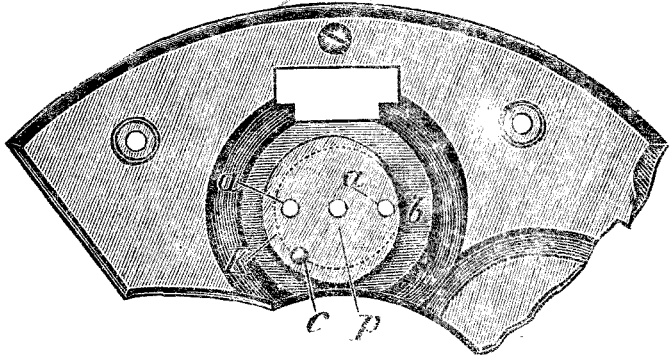


Рис. 379. Разработавшийся уступ для заводного колеса.

Сначала кольцо обтачивают снаружи по размеру выемки в заводном колесе. Затем стачивают его с двух сторон плоско, зажимают в патрон и растачивают настолько, чтобы ударами молотка можно было прочно насадить кольцо на уступ. Для большей прочности кольцо соединяют с уступом при помощи одного-двух всверливаемых на пунктирной линии *c* (рис. 379)

штифтов, располагаемых так, чтобы они проходили наполовину в кольцо и наполовину в уступе. В заключение кольцо с уступом обтачивают плоско.

Необходимо также устранить причину вышеуказанного повреждения, гладко отшлифовав шероховатое отверстие заводного колеса, вращающегося на уступе.

В ремонтурном заводе также случаются ошибки в зацеплениях. Рассмотрим прежде всего правильный ремонтурный завод. На рис. 380 изображена система завода, часто встречающаяся в дамских часах. На рис. 381 дан ее продольный разрез.

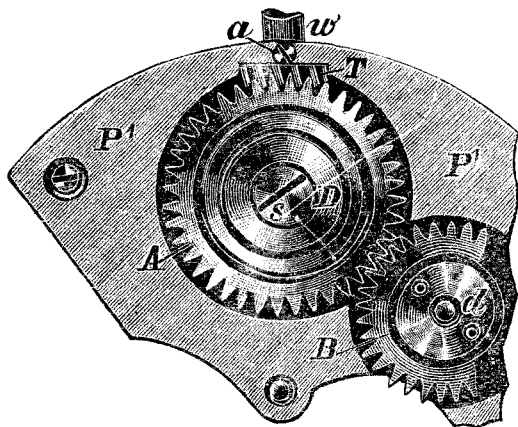


Рис. 380. Общий вид ремонтура (вид сверху).

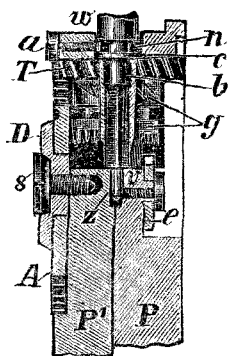


Рис. 381. Общий вид ремонтура (разрез).

Большое заводное колесо *A*, стальной уступ *D* которого прикреплен к верхней пластине *P*<sup>1</sup> винтом *s* с левой резьбой, при заводе приводится в движение трибкой полубочонка *T*, снабженной косыми зубцами. Большое колесо находится в зацеплении с меньшим колесом *B*, закрепленным накладной пластинкой *d*. Храповая собачка (она не изображена на рис. 380 и 381) захватывает в некоторых сортах часов колесо *B*, в других — большое колесо *A*.

Заводной валик *w* закреплен длинным тонким винтом *a*, который входит в выемку *n*. Валик имеет обычную форму с уступом *c*, круглым уступом *b* для полубочонка *T*, квадратом *v* для бочонка *g* и кончиком *z*. Весь заводной валик проходит через нижнюю пластину *P* механизма и через верхнюю пластину *P*<sup>1</sup>.

На рис. 380 показано правильное зацепление полубочонка *T* с большим заводным колесом *A*. Но иногда случается, что полубочонок *T* не вполне подходит по величине к колесу *A*, или зацепление слишком мелко или слишком глубоко. Тогда завод происходит неровно и части, находящиеся в зацеплении, от этого быстро изнашиваются. На рис. 382 и 383 изображены два таких случая.

Слишком большая или слишком малая трибка полубочонка. Рис. 382 изображает слишком большую заводную трибку *T*. Когда зубец 3 станет посере-

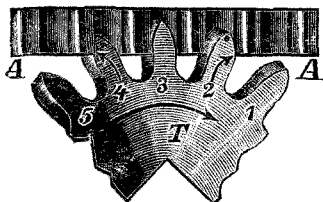


Рис. 382. Зацепление полубочонка при большой трибке.

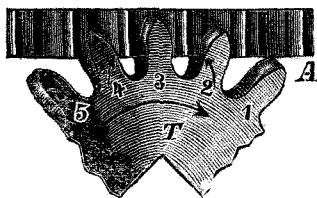


Рис. 383. Зацепление полубочонка при малой трибке.

дине, то наружные бока зубцов 2 и 4 сожмутся в местах, указанных стрелками: зубец 4 с трудом проходит через промежутки между зубцами трибки, и при повороте ощущаются толчки. На рис. 383 показан обратный случай — слишком маленькая трибка; здесь затиранья происходят на внутренних боках зубцов 2 и 4. В обоих случаях ошибка исправима: следует только вельцованием скосить передние края зубцов заводной трибки *T* так, как указано на рис. 382 стрелкой 2, а на рис. 383 — стрелкой 4.

Слишком глубокое зацепление. Слишком глубокое зацепление заводной трибки полубочонка *T* с большим заводным колесом легко узнать, так как в этом случае зубцы трибки заходят до основания заводного колеса. Если подобный недостаток выражен слабо, то для его исправления достаточно немного скосить зубцы со стороны нижней поверхности колеса, т. е. обточить нечто вроде факета, как показано на рис. 384, где первоначальная форма зубцов изображена пунктиром.

Но если этот недостаток выражен в очень сильной степени, то зубцы колеса должны быть скошены в надлежащих местах. Лучшее всего для скаливания зубцов пользоваться треугольным или квадратным напильником (рис. 385), которым водят

с нижней стороны колеса по косому направлению через промежутки между зубцами. После этого зубцы принимают тот вид, который показан на рис. 386. Если надо скосить самые кончики зубцов, употребляют квадратный напильник; если требуется обработать, главным образом, закругления зубцов, то лучше пользоваться треугольным напильником. Для окончательной отделки можно применить еще вельцовальный напильник, но его ни в коем случае нельзя употреблять для скашивания зубцов. Ошибки встречаются также и в зацеплениях между обоими плоскими заводными колесами. В совершенно новых часах эти ошибки встречаются редко, так как теперь даже самые

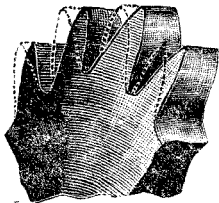


Рис. 384. Исправление глубокого зацепления.

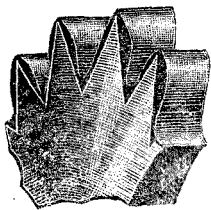


Рис. 386. Вид исправленного колеса.

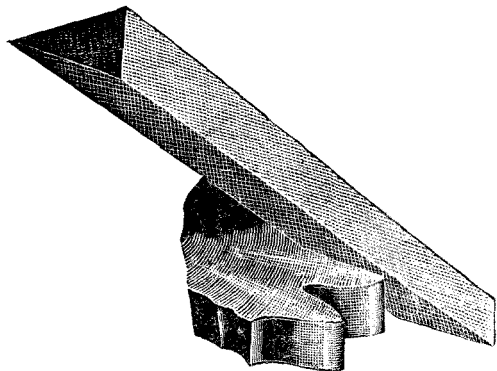


Рис. 385. Исправление скашивания зубцов.

дешевые сорта часов сконструированы в этом отношении правильно. Большею частью ошибки возникают вследствие повреждения одного из этих колес и замены его другим, хотя бы и одинаковым по величине, но с неверным числом зубцов. Ясно, что в двух колесах одинаковой величины шаг (т. е. расстояние от одного зубца до другого) тем меньше, чем больше у колеса зубцов, и наоборот. Неподходящее число зубцов служит причиной плохого, неровного зацепления.

На рис. 387 и 388 изображены два таких неправильных зацепления в сильно увеличенном размере.

На обоих рисунках *A* — большое заводное колесо, вращаемое трибкой полубочонка в направлении, указанном стрелкой; *S* — меньшее колесо, насаженное на квадрат пружинного валика. *A* имеет 40 зубцов; *S* должно бы иметь, соответ-



ственно данному расстоянию центров, 32 зубца, но на рис. 387 у него имеется только 30 зубцов, а на рис. 388 — 34 зубца. Плохие результаты сразу очевидны при одном взгляде на эти рисунки. На рис. 387 мы замечаем, что ведущее колесо *A* готово освободить зубец 2 ведомого колеса *S*, но это не может осуществиться без противодействия, так как зубец *d* сильно упирается в зубец 4. Происходящий вследствие этого толчок повторяется при продвижении каждого зубца, так что о свободном зацеплении здесь не может быть и речи.

Крупное деление. Лучшее средство в подобном случае — вставка нового заводного храпового колеса *S* с более

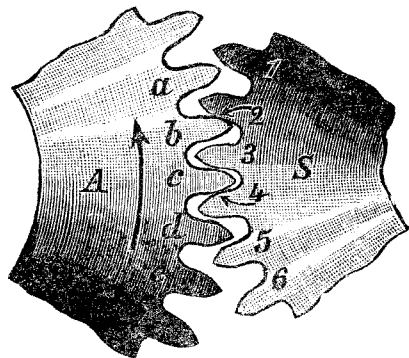
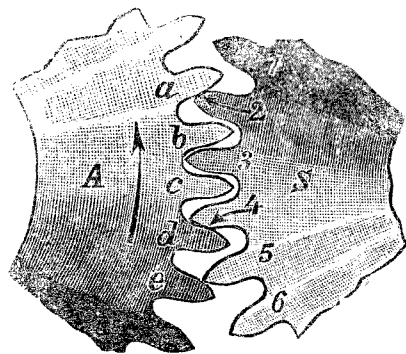


Рис. 387. Неправильное зацепление заводных колес.

Рис. 388. Неправильное зацепление заводных колес.

мелким делением и правильным числом зубцов. Можно также заменить не колесо *S*, а колесо *A* новым колесом с более крупным делением, но в этом случае может ухудшиться зацепление с трибкой полубочонка.

Если же нельзя достать новые колеса подходящей величины и с подходящим числом зубцов, то остается только отпустить колесо *S*, сточить головки зубцов примерно на  $\frac{1}{3}$ , заново перевельцовать зубцы и снова закалить колесо. Отпускают колесо до светлосинего побежалого цвета. Если этого не сделать, то зубцы станут хрупкими и будут легко ломаться.

Мелкое деление. На рис. 388 изображена обратная ошибка. Тут зубцы 2 и 4 колеса *S* упираются внутренней своей стороной в зубцы *b* и *c* заводного колеса *A* (места зажима указаны на рисунке стрелками). Значит шаг колеса *S* слишком мелок, у него чересчур много зубцов. Зубец *c* упи-

рается в зубец 4, и зацепление, вследствие этого, будет сопровождаться толчками, как и в предыдущем случае.

Значит, в этом случае следует заменить колесо S новым колесом с более крупным шагом, т. е. с меньшим числом зубцов. Можно также, если понадобится, заменить заводное колесо A колесом, равным ему по размерам, но с более мелким шагом, т. е. с большим числом зубцов, если при этом не страдает зацепление с трибксы полубочонка.

Если подходящих колес достать нельзя, то колесо, у которого шаг слишком крупен, следует обточить, как указано раньше, уменьшив его размеры. В данном случае речь идет о большом заводном колесе A. Обточив колесо, заостряют кончики зубцов посредством вельцованья, снова закаливают все колесо, отпускают его и аккуратно шлифуют, после чего зацепление будет удовлетворительным.

Винт с левой нарезкой. Есть такие системы часов с ремонтуаром, в которых накладная пластинка заводного колеса или даже непосредственно само колесо закрепляется только одним винтом. В случае, если заводное колесо движется в левую сторону, винт должен иметь левую нарезку, иначе он может отвинтиться.

Довольно часто приходится заменять такие винты новыми; поэтому здесь уместно дать описание простого способа приготовления винтовальной доски с левой нарезкой.

На обыкновенной винтовальной доске нарезают обыкновенную правую нарезку и из этого винга делают метчик в десять-двенадцать ниток. Его опиляют с обеих сторон овально, т. е. так, чтобы его разрез имел форму, приближающуюся к чечевицеобразной (рис. 389 q). Оставшаяся по бокам нарезка должна быть очень тонка, наподобие лезвия ножа. Затем метчик закаливают и отпускают до желтого цвета, как и обыкновенный метчик. Вращая его налево, им легко и удобно нарезать левую резьбу в стальной дощечке, толщиной от 1,5 до 2 мм. Эту дощечку закаливают, отпускают до соломенно-желтого цвета и употребляют в качестве винтовальной доски для нарезки винтов с левой резьбой.

На рис. 389 нарезка нижнего заднего конца метчика представлена в ее цельном виде, чтобы сделать понятнее самый способ приготовления верхней (передней) части метчика.

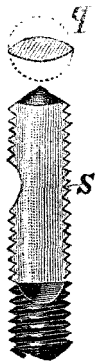


Рис. 389.  
Изготовление  
„левого“  
метчика.

## VII. Размагничивание карманных часов

В практике часового дела нередко встречаются случаи намагничивания часов. Магнетизм в часах доставляет часовщикам не мало хлопот и огорчений. Не все часовщики, к сожалению, уделяют должное внимание этому явлению.

Благодаря широкому распространению в больших городах электрических установок намагничивание часов встречается в наши дни все чаще и чаще. Из всех поступающих в починку хороших сортов часов намагниченные часы составляют около трети.

В чем заключается вредное влияние намагничивания на ход часов? Как предохранить от него часы?

Явление магнетизма. Под магнетизмом разумеют особое свойство железа и некоторых других тел, в состав которых входит железо, притягивать и удерживать железные и стальные частички. Кроме железа магнитными свойствами обладают еще никель и кобальт. Этим телам магнитные свойства могут быть присущи, но они могут быть также вызваны искусственно. Первую группу составляют так называемые естественные магниты, вторую искусственные. Естественные магниты встречаются в некоторых сортах железных руд. Искусственные магниты получают путем передачи магнитных свойств от металла, являющегося магнитом, металлу, который магнитными свойствами не обладает. Кусок стали, прикасаясь к магниту, сам делается магнитом и, в свою очередь, может сообщить магнитные свойства новому куску названных металлов. В магните, имеющем форму стержня, наибольшей магнитной силой обладают оба его конца, между тем как в середине стержня магнитная сила почти не проявляется. Оконечности магнита называются магнитными полюсами, а средняя часть — полосой безразличия. Подвижная магнитная стрелка под действием земного магнетизма повернется одним концом к северному полюсу, другим — к южному. Если северный полюс одного магнита приблизить к северному полюсу другого свободно вращающегося магнита, то последний отклонится; если же приблизить северный полюс к южному, они взаимно притянутся. Отсюда закон: одноименные полюсы взаимно отталкиваются, разноименные — взаимно притягиваются. Если к северному полюсу магнита поднести кусок мягкого железа,<sup>1</sup> последний намагнитится. При этом та

<sup>1</sup> Термин „железо“ применен в этой главе в смысле „сталь с очень малым содержанием углерода“.

часть железного куска, которая лежит у северного полюса магнита, образует южный полюс. Если удалить железо от магнита, то оно теряет магнитную силу. Сталь намагничивается не так легко, как железо, но после достаточно длительного воздействия на нее магнита, продолжительностью до одной минуты, она принимает некоторые устойчивые магнитные свойства. Чем жестче сталь в механическом смысле, тем больше она сохраняет магнитные свойства и тем труднее ее размагнитить. Этим свойством, в особенности, обладают специальные стали: кобальтовая, хромовая, вольфрамовая и т. п. Когда магнитная сила стали больше не увеличивается, говорят, что сталь насыщена. Земной шар представляет собою большой магнит, южный полюс которого лежит близ северного географического полюса, а северный — близ южного географического полюса. Земной магнетизм оказывает большое влияние на погоду, благодаря, так называемым магнитным возмущениям; он может также явиться причиной нарушений правильного хода часов. Но гораздо опаснее для часов магнитные силы, которые своим происхождением обязаны развитию техники, в особенности, электротехники; это так называемые силовые поля и поля рассеивания. Они могут оказать на часы самое пагубное действие. Все электрические машины во время работы индуктируют электрические, а также магнитные силы. Как было уже сказано, кусок стали, поднесенный к магниту, сам намагничивается, а при длительном соприкосновении с магнитом делается постоянным магнитом. Ясно, что если часы попадут в магнитное поле, которое иногда обладает большой силой, то некоторые части часового механизма намагнитятся. Если группировка магнитных полей началась с заводного валика, то один конец валика образует северный полюс, другой — южный. Стальные колеса на валике, в свою очередь, намагнитятся, передадут магнетизм на заводные колеса, а оттуда и на заводную пружину. Заводная пружина возбудит обширное магнитное поле, которое подействует дальше на трибки, на винты и в заключение на спираль. И тогда уже намагничены будут все часы целиком во всех своих частях. Явление намагничивания можно объяснить следующим образом. Все ненамагниченные, но способные намагничиваться тела состоят из мельчайших частичек, представляющих собою готовые магнетики. Когда кусок железа подносят к магниту, внутри его происходит перегруппировка частичек, следуя определенным законам распределения полюсов. Все одноименные концы частичек стремятся обратиться в одну сторону. Если новый магнит перерезать

пополам (около линии безразличия), то на поверхностях разреза также появятся соответствующие полюсы.

Намагничивание часто нарушает ход часов. Например, если намагничена стрелка градусника, то она будет мешать свободным и равномерным колебаниям спирали, так как градусник лежит непосредственно над нею. Если к тому же часы не до конца заведены и масло в них старо, то эти условия, вместе взятые, могут причинить серьезные, совершенно необъяснимые на первый взгляд, отступления от верного хода.

Чем лучше и тоньше работа часов, чем лучше закалены их трибки, пружины и винты, тем больше данных, что эти часы превратятся в постоянные магниты. Большая часть из поступающих в починку прецизионных часов намагничена.

Испытание карманных часов на магнетизм. В каждой часовой мастерской непременно должен быть компас, с помощью которого надо производить обследование всех поступающих часов.

Компас должен быть возможно меньшего размера, чтобы момент инерции стрелки не оказывал большого влияния, а стрелка должна быть как можно чувствительнее.

Компас можно приготовить самому. Для этого берут футляр со стеклянной крышкой (рис. 390), снизу в него вкладывают пластинку *p* с уступчатым отверстием и в середину пластинки ввинчивают винт, кончающийся тонким, острым концом. Стрелку *n* делают из куска тонкой пружины от дамских часов; она сидит на латунной втулке с высверленным отверстием, в котором находится сапфировое гнездо.

Выверив стрелку, ее намагничивают магнитом — подковой; для этого несколько раз проводят одним полюсом магнита по стрелке, начиная с середины к концу. До этого всю стрелку отпускают до синего цвета, а конец, который будет указывать на юг, шлифуют, чтобы он белым цветом отличался от другого полюса.

Рис. 390 представляет разрез такого компаса в четырехкратном увеличении.

Всякое намагниченное тело притягивает стальные и железные тела, поскольку последние сами по себе не обладают свойствами магнита (в последнем случае может наблюдаться отталкивание). В мелких предметах, имеющих магнитные

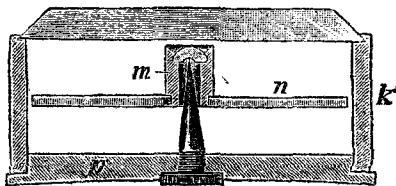


Рис. 390. Компас.

свойства, как, например, у магнитной стрелки компаса с диаметром в 10—15 мм, сила притяжения очень незначительна, тем не менее стрелка будет достаточно чувствительна, вследствие своей большой подвижности. Поэтому, если поднести к ней сбоку стальной или железный предмет, не обладающий магнитными свойствами, то она несколько отклонится в его сторону, т. е. будет им притянута. Это слабое притяжение покажут оба конца стрелки; оно служит лучшим доказательством того, что испытуемый предмет не намагничен.

Если, например, такой ненамагниченный предмет (рис. 391) поднести к северному полюсу  $n$  магнитной стрелки по направ-

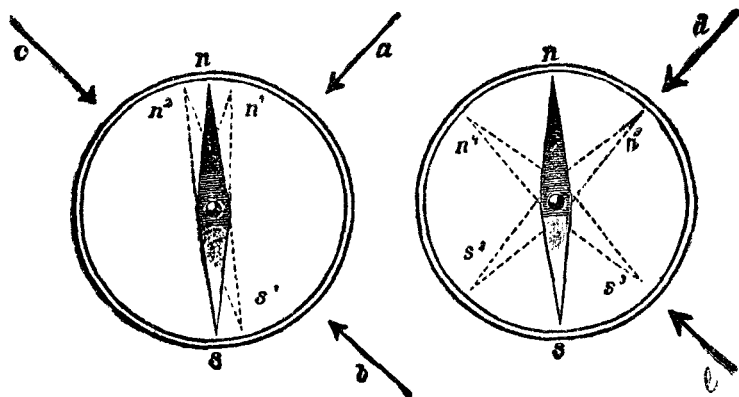


Рис. 391. Испытание на магнетизм.

влению стрелы  $a$ , то стрелка отклонится и примет положение  $n^1$ , обозначенное на рисунке пунктиром. Если тот же конец предмета поднести к южному полюсу  $s$  магнитной стрелки, перешедшей к положению покоя, по направлению стрелы  $b$ , то стрелка отклонится и приблизительно примет обозначенное пунктиром положение  $s^1$ . Если предмет поднести по направлению стрелы  $c$ , то  $n$  передвинется в положение  $n^2$ . Если свободные от магнетизма предметы очень малы, то стрелка останется неподвижной, так как в таком случае сила взаимного притяжения будет слишком мала.

Совершенно иначе будет обстоять дело, если к магнитной стрелке поднести намагниченный стальной предмет. Мы знаем, что разноименные магнитные полюсы друг друга притягивают, а одноименные —

отталкивают. Каждый намагниченный предмет, независимо от его формы и величины, имеет, по крайней мере, один северный и один южный полюс. В продолговатых предметах, например, в стрелочных валиках, трибках, анкерных вилках и т. п. северный полюс совершенно так же, как в компасной стрелке, находится на одном конце, южный — на другом. В круглых (плоских) стальных предметах часто имеются два северных и два южных полюса, которые чередуются один с другим, но они вовсе не должны обязательно находиться друг против друга. Рис. 391 наглядно изображает поведение магнитной стрелки при приближении намагниченного предмета. Намагниченный предмет подносят, например (непрерывно сбоку) к северному полюсу стрелки по направлению стрелы  $d$ . Возможны при этом два случая: 1) та часть данного предмета, которую он обращен к магнитной стрелке, является его южным полюсом, тогда конец иглы с северным полюсом притянется очень сильно и займет, например, положение  $n^3$ , обозначенное пунктиром; 2) поднесенная к северному полюсу магнитной стрелки часть предмета является его южным полюсом: тогда этот конец стрелки заметно оттолкнется и займет положение  $n^4$ . Если предмет очень велик и намагничен очень сильно, то стрелка даст скачок и станет южным полюсом  $s$  в направлении  $n^3$ . У южного полюса стрелки произойдет обратное явление. Если, например, головка стрелочного валика, поднесенного по направлению стрелы  $d$ , отклонила северный конец  $n$  до  $n^3$  (т. е. его притянула), то, по ее приближении к южному полюсу иглы, эта головка оттолкнет стрелку, так что та примет положение  $s^2$ . Если же вместо этого поднести к игле другой конец стрелочного валика по направлению стрелы  $l$ , то южный конец притянется и примет положение  $s^3$ , тогда как северный конец при приближении того же конца стрелочного валика по направлению  $d$  оттолкнется до  $n^4$ .

Самым ярким доказательством наличия магнитной силы является не факт притяжения, а факт отталкивания магнитной стрелки. Испытуемый предмет следует поэтому подносить всегда к обоим концам магнитной стрелки и всегда сбоку. Если предмет обладает магнитной силой, то один полюс стрелки будет неизменно отталкиваться. Если он не обладает магнитной силой, то магнитная стрелка останется неподвижной или же притянется очень слабо, но с обоих концов. Размагничивание можно считать законченным только тогда, когда испытуемый предмет ни одной своей частью не производит отталкивания одного из концов стрелки.

Испытания предметов в отношении магнетизма должны происходить в помещениях, по возможности удаленных от влияния силовых магнитных полей, связанных с работой электрических машин, моторов, проводов и т. п. Так как они сильнее компаса, с которым производят испытания, то влияют на него, отклоняют и мешают точности результатов.

**Размагничивание.** Установив, что части часового механизма намагничены, приступают к размагничиванию. Размагничивание следует представить себе как насильственную перегрушировку отдельных магнитных частичек в теле. Размагничивание состоит в том, что закономерное расположение магнитных частичек превращается в беспорядочное. Когда этот беспорядок достигает высшего предела, предмет перестает быть намагниченным.

Для размагничивания предмет помещают в катушку, питаемую переменным током от осветительной сети (напряжение 110—120 В).

Катушка наматывается на цилиндрический каркас высотой 12—13 см и диаметром 8—9 см из дерева, картона или иного изолирующего материала.

Проволока для намотки берется изолированная медная диаметром около 1 мм, число витков — от 400 до 450. Если эту катушку включить в осветительную сеть переменного тока (например, при помощи штепсельной вилки и розетки), то в ней образуется переменное магнитное поле (рис. 392).

Под влиянием этого переменного поля расположение магнитных частиц в размагничивающем теле беспрестанно меняется и в конце концов приходит в полный беспорядок, т. е. предмет размагничивается.

Размагничивать надо каждую часть механизма отдельно, не вводя часы целиком в размагничивающий аппарат.

Лучше всего при этом медленно вносить и выносить отдельные стальные детали в уже включенную катушку. Долго оставлять их в катушке не рекомендуется, так как это вызо-

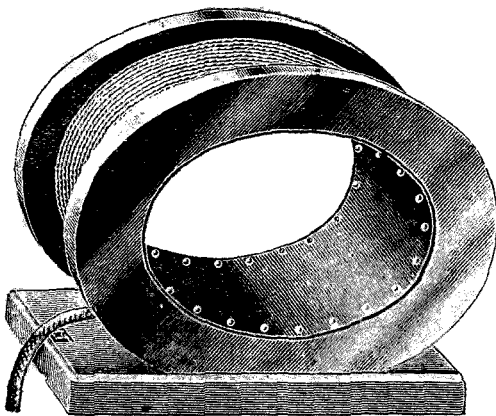


Рис. 392. Катушка для размагничивания.



вет нагревание деталей благодаря токам, возникающим внутри металлических частей. Внесение и удаление деталей лучше всего вести по различным направлениям, чтобы получить возможно полное размагничивание. В моменты включения и выключения катушки в сеть размагничиваемые части должны находиться вдали от катушки, так как при неблагоприятном стечении обстоятельств возможно намагничивание уже размагниченных или вовсе ненамагниченных деталей.

Приборов для размагничивания, незаряжающих от сети переменного тока, много, но целесообразные машины для размагничивания очень дороги, а дешевые не дают должных результатов. Рис. 393 изображает в уменьшенном виде один из таких приборов, относительно недорогой и все же удовлетворительный. Каждый сам легко может его изготовить. К деревянной дощечке *P* привинчены винтами снизу два столбика *T* и *T*<sup>1</sup>, между которыми помещен сильный подковообразный магнит *M*, длиной 10—12 см и притом так, что он легко вращается. В согнутом конце магнита находится ось, которая проходит через подшипник колонки и снабжена шкивом, связанным при помощи шнура с выше сидящим маховым колесом *S* с ручкой; последнее в пять или шесть раз больше, чем шкив. На противоположном конце магнита *M* вставлен кусок латуни *m* со второй осью. Описанный прибор лучше всего привинтить к стене в таком месте, где он не может повредить инструментам или частям часовых механизмов, намагничивая их. При пользовании им размагничиваемые детали надо приближать и удалять только при быстром вращении магнита и только по направлению, т. е. вдоль по оси его вращения. После употребления прибора надо каждый раз «замкнуть» якорем его магнит, т. е. приложить к нему кусок мягкого железа.

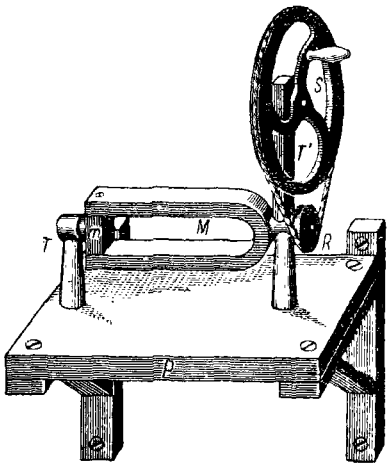


Рис. 393. Прибор для размагничивания с постоянным магнитом.

В «Газете часовщиков» помещены следующие интересные указания о приемах размагничивания карманных часов этим аппаратом.

„Применение этого прибора не представляет никаких затруднений. Но прежде, чем о нем говорить, хотелось бы упомянуть о некоторых исключительных фактах, которые мне самому пришлось наблюдать. Однажды мне случилось поверить в отношении магнетизма карманные часы с секундомером; они оказались намагниченными и так сильно, что при

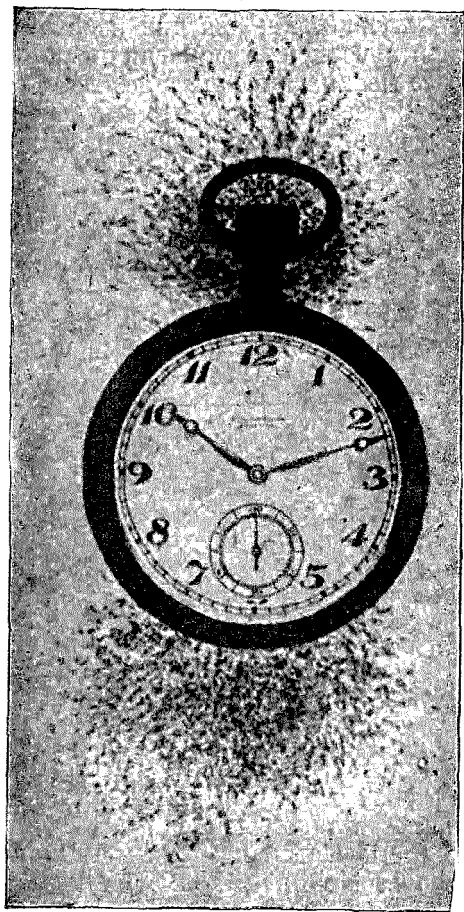


Рис. 394. Парамагнитные часы  
Диттсгейма.

первом приближении к компасу стрелка притянулась уже приблизительно на расстоянии в 10 см. Я сейчас же принялся размагничивать собранные часы. К моей радости через очень короткое время от магнетизма не осталось в них и следа. Но когда я в следующий рабочий день разобрал часы, чтобы их починить и почистить, то увидел, к моему удивлению, что мягкие винты прилипли к рычагам механизма, т. е. что эти рычаги были сильно намагничены. Будучи уверен, что часы уже размагничены, я пришел в полное недоумение и снова собрал часы; тогда магнетизм исчез из них почти бесследно. Но при вторичной разборке опять оказалось, что некоторые рычаги сильно намагничены. Итак, не могло быть сомнения, что магнитное воздействие частей часов на стрелку исчезало, коль скоро часы были собраны. После долгих размышлений я пришел к следующему объяснению этого факта: полюсы отдельных частей часов расположились таким образом, что при собранных часах они взаимно связывали друг друга, не проявляя наружу никакой силы. Мне пришлось снова приняться за размагничивание, только на этот раз я размагничивал каждую часть отдельно. Подобные случаи мне встречались не раз. Отсюда следует, что настоящих результатов в размагничивании можно достигнуть только в том случае,

если размагничивать каждую часть отдельно. Во время размагничивания части механизма, снабженные дырочками, лучше всего насаживать на острие деревянной палочки (пуцгольца), а другие части — зажимать в расщеп пуцгольца. Магниту сообщает достаточно скорое вращательное движение, намагниченный предмет подносят к магниту

на расстояние 2—3 м.м, несколько раз вертят на пуцгольце и удаляют его после этого по направлению оси, не останавливая вращательного движения магнита. Приближать предмет к магниту достаточно на короткое время (в большинстве случаев достаточно оставлять его вблизи магнита в течение нескольких оборотов), так что на размагничивание часов сложной конструкции требуется не больше получаса.

Очень важно относиться к этой работе не механически, а строго ее обдумывая“.

Пружины можно размагничивать в самом корпусе. Боевые пружины часов с репетицией лучше насадить на кусок кар-



Рис. 395. Спирали стальные и элинварная после намагничивания.

тона и в середине проткнуть пуцгольцем, чтобы можно было их вращать приблизительно concentрически, а также вокруг одного из диаметров. Конечно, в этом необходимо поупражняться, но навык приобрести не трудно.

П. Дитистейм сообщил в «Швейцарском журнале часового дела» свои интересные наблюдения над магнитными полями карманных часов. Рис. 394—396 изображают результаты. На рис. 394 изображены парамагнитные часы П. Дитистейма после их прохождения через магнитное поле. Направление силовых линий видно по расположению железных опилок на стеклянной дощечке. Внутренние части часов остались ненамагниченными. Рис. 395 справа и слева изображает стальные

спирали, а в середине — спираль из элинвара. Все они находились в магнитном поле. Спираль из элинвара осталась немагнитной. На рис. 396 показаны стрелка градусника и заводной валик после прохождения через магнитное поле.

Размагниченные часы, попадая в новое силовое поле, снова могут намагнититься. Поэтому сейчас работают над устранением нарушений, вызываемых в часах магнитными силами. В этом отношении интересны опыты П. Дитистейма над не-

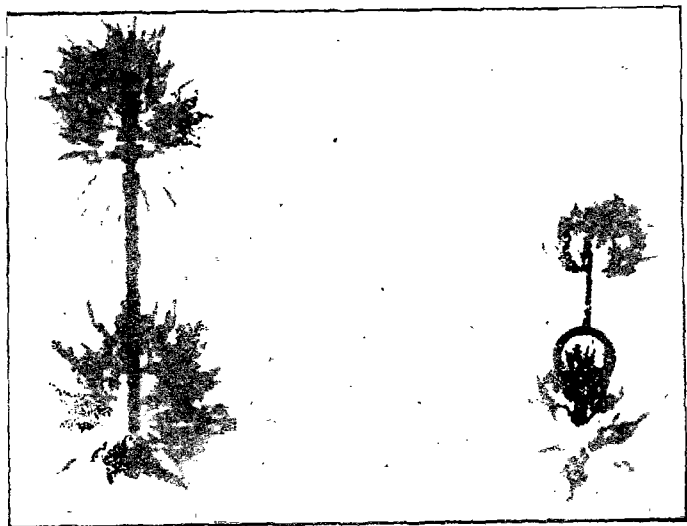


Рис. 396. Намагниченный заводной валик и стрелка градусника.

намагничивающимися балансами и спиралью из элинвара, которые указывают один из путей к устранению влияния магнетизма.

## VIII. Чистка и смазка карманных часов

### 1. Чистка

Закончив осмотр и исправление часов, переходят к их чистке. Часы должны быть безукоризненно вычищены; полировке и позолоте должен быть возвращен их первоначальный блеск.

Позолота очень чувствительна: масло, мед, потные и грязные пальцы наносят ей вред.

Разбирая часы, приходится обнаруживать в выемках накопившуюся грязь, а около гнезд и в заводных пружинящих частях — много масла. Эту грязь необходимо самым тщательным образом устранить, чтобы при починке не занести ее в другие части часового механизма. Наиболее доступное средство для этой цели — бензин, хотя лучше всего пользоваться толуолом. Части механизма кладут в просторный стеклянный сосуд, наполненный бензином, и дают им полежать. Бензин растворит масло и грязь совершенно так же, как вода растворяет сахар и соль. После того как предметы полежат некоторое время в бензине, их вынимают и осушивают чистой тонкой мягкой тряпочкой, не отделяющей волокон, слегка прикладывая ее к предмету, но не вытирая его. Остатки бензина, застрявшие в отверстиях, быстро испаряются. Прочистив гнезда деревянной палочкой, можно приступить к исправлению часов. Потускневшие места на частях механизма пока не трогают.

Когда просмотр и исправление часов закончены, части механизма снова кладут в небольшой стеклянный сосуд с очищенным лучшего качества бензином; одну за другой их вынимают и снова просушивают, прикладывая к ним тонкую, безукоризненно чистую, не отделяющую волокон тряпочку. В заключение придают блеск позолоте. Взяв предмет в руки, через чистую шелковистую бумагу, чистят его совершенно сухой мягкой щеткой, после чего тотчас же появляется прежний блеск. Гнезда и углубления для масла прочищают еще раз палочкой.

В отдельном сосуде всегда должен быть свежий, чистый бензин для окончательной промывки и чистки частей. Бензин не содержит кислот и не портит стали и латуни даже при длительном воздействии на них.

Насколько важна безукоризненная чистота бензина, настолько же важна и чистота щетки, которой прочищают предметы после промывки. Щетку набивают мелом и потом тщательно выбивают его из щетки об угол стола на лист чистой бумаги, все время меняя место, пока на бумаге не будет оставаться следов мела. Мел можно заменить куском черствого белого хлеба и тереть щеткой так долго, пока крошки не будут совершенно белыми. В щетке не должно оставаться и следов мела, так как он стирает позолоту. По возможности следует избегать мыть щетку; во всяком случае, вымыв щетку надо ее, прежде чем употреблять, вычи-

стить или мелом и бумагой, или черствым белым хлебом, или пережженной бараньей костью, чтобы волосы щетки приобрели необходимую сухость.

Раньше промывали часы мылом. При этом позолота приобретала такой же блеск, как и при употреблении бензина, но способ этот более сложен, а поэтому теперь больше не применяется.

Части, одну за другой, мыли мягкой щеточкой в мыльной пене и теплой воде. Все мыло надо было обратить в пену. С каждой части смывали всю пену в большом количестве теплой воды, держа предмет пинцетом. Потом воду сдували и чтобы уничтожить всякие следы воды, погружали предмет в 70—95-процентный спирт.

После этого части просушивали чистой тонкой мягкой сухой тряпочкой (не вытирая, а только прикладывая тряпочку к предмету) и проводили мягкой щеткой, вычищенной на мелу и бумаге или на белом хлебе, несколько раз по предмету. И, наконец, прочищали отверстия и углубления для масла.

Мелкие части, как части стрелочного механизма, спираль, накладные пластиночки, стрелки градусника и части заводного механизма не высушивают тряпочкой: их поочередно вынимают из бензина и высушивают легким прикосновением чистой щетки.

Штифтам градусника необходимо уделить особое внимание в отношении их чистоты. Часто бывает, что спираль пристаёт к этим штифтам, потом опять отлипает, вследствие чего часы, конечно, ходят неравномерно. В анкерных часах на ограничительных штифтах тоже накапливается клейкая грязь, о которую ударяется анкерная вилка, отчего часы начинают неравномерно отставать.

Штифты градусника и ограничительные штифты очищают деревянной палочкой и потом бензином. Совершенно так же поступают с соответствующими местами анкерной вилки, после чего вилку, как и спираль, погружают в бензин и, вынув ее, кладут на шелковую бумагу и просушивают щеткой.

От резких перемен температуры карманные часы часто тускнеют, что не устраняется действием бензина, спирта или мыла. В таком случае берут стеклянный сосуд с нашатырным спиртом, наполовину разбавленным водой, и добавляют небольшое количество нарезанного мелкими кусочками мыла, которое при этом быстро растворится. Позолоченные части механизма связывают проволокой и опускают в жидкость, но

не больше чем на 10 мин, так как нашатырный спирт может растворить медь, которая входит в состав латуни. После этого части промывают в теплой воде, просушивают тряпочкой и кладут в бензин. Вынув их из бензина, еще раз просушивают тряпочкой и слегка проводят по ним сухой мягкой щеткой. Тогда они снова принимают прежний блеск. В большинстве случаев можно удовлетвориться протиранием предметов чистым замшевым напильником. Крокуса не следует употреблять, так как он портит позолоту.

Потемневшие углубления для масла нужно тщательно вычистить, потому что потемнение происходит от испорченного масла. Свежее масло, попадая в такое углубление, также быстро портится. В таком случае в углубления пускают каплю уксуса, берут трехгранную палочку, захватывают кончиком немного толченого мела и тщательно прочищают углубления. Мел надо запустить в углубление после уксуса; в противном случае он быстро всосал бы уксус и помешал этим его действию. Большие часы, не позолоченные и не лакированные, а полированные или только шлифованные можно тоже чистить раствором нашатырного спирта. Обычно эти часы чистят уксусом, мелом и жесткой щеткой и сейчас же после этого — хорошим спиртом и чистой щеткой без мела, чтобы устранить и обезвредить уксусную кислоту.

## 2. Смазка

Знаменитый Бреге любил поговорку — «дайте мне хорошее масло, часы пойдут хорошо».

Масло имеет для часов первенствующее значение; ему должно быть уделено самое серьезное внимание.

Как смазывать часы? Многим часовщикам этот вопрос может показаться излишним. Ученик, только приступивший к часовой работе, не колеблясь возьмется ответить на него, а между тем можно ручаться, что он при смазывании часового механизма наделает ряд ошибок. Вопрос этот далеко не так прост, как кажется, и он становится еще сложнее, когда приходится иметь дело не с обыкновенными часами, а с тонким и сложным механизмом прецизионных часов, от которых требуют непременно точного хода в течение двух-трех лет.

Состав и качество масла. Не только качество масла имеет для хода часов значение, но и то, как им пользоваться. Неумелое применение может уничтожить все самые лучшие свойства масла.

Часовщики на Западе изучают и исследуют вопрос о масле самым тщательным образом. Так, при университетах в Непателе (Швейцария) и Безансоне (Франция) существуют специальные лаборатории, обслуживающие часовую индустрию. Эти лаборатории заняты изучением качеств различных сортов масла в отношении применения их к часам.

Хорошее масло должно быть по возможности свободно от кислот, как можно жиже и долго сохраняться в таком состоянии. Оно не должно легко растекаться. Без ущерба для себя, масло должно выносить самые крайние температуры, а также резкие изменения в них.

Для смазки различных частей механизма существуют различные сорта масла. Так, существует особое масло для стальных часов, для браслетных и карманных, для кончиков осей баланса, для заводных пружин, центров валика баланса в будильнике. Ремонтные заводные колеса смазывают особым жиром и т. д.

В отношении уменьшения трения жирные масла животного и растительного происхождения имеют преимущество перед маслами минеральными. Но жирные масла, с другой стороны, больше подвержены разложению и высыханию. Минеральные масла тоже имеют свои недостатки: они обнаруживают склонность растекаться.

Масла, употребляемые для смазывания часов, представляют собою по большей части смеси разных сортов. Но смесь не достигает полностью цели, так как она не устраняет, а только смягчает недостаток отдельного сорта. тогда как желательнее уничтожить недостатки данного сорта масла и пользоваться его положительными свойствами.

Химические изменения, происходящие с течением времени в жирных маслах, вызываются различными причинами. Одни из них лежат в химической структуре самого масла, другие — в той обстановке, в которую попадает масло.

Масла, содержащие линолеовую кислоту (продукты линолевой кислоты являются одной из главных составных частей льняного масла), высыхают быстро, наподобие лака; они, конечно, совершенно не годятся для смазывания. Не годятся также масла, содержащие и иные быстро испаряющиеся жирные кислоты.

Разложение вызывается: 1) светом, 2) окружающим воздухом, 3) свойством материала, из которого изготовлены части механизма, в частности гнезда и кончики, 4) микробами и ферментами.

Ограждая часовой механизм от доступа света и воздуха.



мы можем предохранить масло от порчи. Это особенно важно и необходимо для часов, находящихся в сырых помещениях, кухнях, или же лабораториях и клиниках, где воздух насыщен различными газами.

В астрономических часах обсерваторий, которые находятся в изолированных помещениях, куда не проникает дневной свет и температура всегда одинакова, а сами футляры герметически закрыты, рафинированный жир из бычьих ног держится в свежем состоянии десять, двенадцать и более лет.

Один известный регулировщик фабрики Монжин наблюдал, что в латунных гнездах его морского хронометра жир из бычьих ног, с небольшою примесью минерального масла, держался без малейших признаков разложения полных шесть лет.

Сохранность масла в сильной степени зависит от материала смазываемых частей механизма.

Чтобы определить качество масла, надо небольшое количество одного сорта налить на стеклянную пластинку и выставить на открытый воздух, рядом выставить такое же количество другого сорта на другой пластинке. Маслу надо дать некоторое время постоять. То масло лучше, осадок которого лучше размазывается.

Другой способ испытания качества масла — на масляном камне. Выливают различные сорта масла на такой камень: масло, которое медленнее и меньше густеет, может считаться лучшим.

Но оба эти способа все же не могут дать решающего заключения. Вообще говоря, различные опыты, которыми определяют, есть ли в масле кислоты, не дают еще права заключить, что одно масло загустеет раньше другого.

Знаменитый часовщик Генрих Робер (род. в 1784 г., ученик Бреге и Перреле) утверждает, что всякое масло, которое после 8—9 дней на хорошо приготовленной латунной пластинке принимает определенную зеленоватую окраску, должно считаться плохим, в особенности, если вокруг масляной капли образуется резко ограниченное кольцо, и оно пристанет к латуни.

Удавалось получить весьма удовлетворительные результаты с позеленевшими маслами и со смесями из различных сортов масла. Опыты на масляном камне и на стеклянной пластинке дают лишь приблизительные указания относительно качества масла, так же как и опыты на латунных и медных пластинках.

Часовщик должен тщательно следить за тем, чтобы плотно закрывались крышки часов; это в особенности важно у бра-слетных часов. Если крышки часов плохо закрываются, то в механизм попадает воздух и пыль, вследствие чего масло в механизме портится.

Новые сорта масел и способы исследования. В 1925 г. проф. Вуг (Woog) опубликовал свое открытие, позволившее применять для смазки в часах минеральные масла. Минеральные масла, как было уже сказано, не застывая переносят низкие температуры, поддаются разложению в заметно меньшей степени, чем масла животного или растительного происхождения (жирные масла), но зато имеют склонность растекаться. Вуг устранил этот недостаток путем предварительной нейтрализации смазываемых частей. Для нейтрализации применяется состав, «эпилама» или раствор «Сигма», состоящий по видимому из небольшого количества стеариновой кислоты, разведенной в толуоле. Смазываемые детали предварительно смачиваются эпиламой. По высыхании эпилама оставляет на этих частях тончайшую пленку, полностью устраняющую явление растекания минеральных масел. Эпилама и соответствующие сорта минеральных масел для часов производятся Французским обществом по очистке масла (Париж). Помимо минеральных масел, О-во выпускает обычные жирные масла «Хронакс», жирные масла повышенной стойкости «Хронакс — стабилизированные» и синтетические масла. Стабилизация масел достигнута введением в их состав противокислителей. Противокислители О-ва сообщают маслу рубиново-красный цвет, что вместе с тем предохраняет масло от света, всегда вызывающего ускоренное старение масла. Рубиновое масло Французского общества применяется нашими часовыми заводами (1936 г.) для смазки наиболее ответственных частей механизмов. Менее ответственные части смазываются маслом, производимым на одном из часовых заводов Союза.

В 1933 г. д-р Штамм опубликовал разработанный им способ исследования смазочных масел, применяемых в часовом деле и точной механике малых приборов. Он указывает, что исследование масла должно вестись в условиях по возможности близких к практическим условиям применения смазки в часах, т. е. следует брать соответствующие детали часов, например, медную пластиночку с высверленным в ней гнездом, с помещенным в нем обломком кончика стальной оси и с соответствующей малой капелькой масла. Таких пробных образцов готовится от 6 до 10 на каждый объект испытания.

Все пробные образцы помещаются затем в сушильный шкаф и выдерживаются в нем около часа при температуре от  $160^{\circ}$  до  $180^{\circ}$  С. По истечении этого времени проба вынимается и рассматривается в бинокулярный микроскоп с увеличением около 30 раз. Состояние масла, т. е. его окраска, степень загустения и осмаливания оцениваются на-глаз при перемещивании масла тончайшим стальным закаленным острием. Дальнейшие наблюдения за пробами ведутся спустя каждые пять-десять минут дальнейшего нагрева. По этому методу уже спустя два-три часа можно составить исчерпывающие заключения о сравнительных достоинствах испытуемых масел, что делает этот метод особенно пригодным для контроля продукции на заводах, производящих масло.

Автор этой работы произвел много интересных исследований по вопросу старения масла. В частности, он указывает, что известная кислотность масла не является сколько-нибудь существенным недостатком — гораздо важнее другие причины: качество смазываемых материалов, качество обработки трущихся поверхностей, наличие первоначальных загрязнений, свет, тепло и т. п. Так, содержание окислов меди и цинка в латуни вызывает ускоренное позеленение и загустевание масла. Фосфор и сера, имеющиеся в автоматной стали, быстро придают маслу бурю окраску и консистенцию резинового клея. Наличие шлаков в стали ведет к быстрому расползанию и усушке масла, а также к образованию густой черной массы, состоящей из потемневшего масла и осколков шлаков, действующих наподобие абразивного материала. Плохая полировка, всякие следы старого масла, полировочного материала и древесных опилок вызывают ускоренное разложение. Между прочим, автор указывает на скверное влияние бензина, применяемого для чистки часов. Всякий, даже наилучший бензин, — говорит он, — оставляет поверхностную жирную пленку, способствующую быстрому разложению масла. Для чистки следует применять толуол, или, еще лучше, мелитен-хлорид (но не для пружин и спиралей) и затем толуол.

В результате исследования различных масел автор приходит к заключению, что смазка жирными маслами с предшествующей нейтрализацией при помощи эпиламы в применении к деталям дешевых механизмов должна применяться с осторожностью; им были отмечены случаи, когда такая смазка сохраняется хуже, чем обычная смазка жирными маслами. Вместе с тем он указывает, что наилучшими смазочными средствами являются синтетические масла с при-

месью животных масел, в частности синтетическое масло типа 1929 г. фирмы Циперс и Шталлин.

**П р и е м ы с м а з ы в а н и я.** Бутылку с маслом нужно держать хорошо закупоренной в прохладном, темном и сухом помещении. В открытой чашечке масло держать не следует. Брать масло из масленки можно только безусловно чистым предметом, например, гладкой стеклянной палочкой, а еще лучше — прямо накапать масло из бутылки в масленку, предварительно вычистив ее горлышко. Масленки для масла, употребляемые при смазывании, бывают: стеклянные — для столовых часов и стеклянные или каменные (агатовые) — для смазывания карманных часов.

Палочку для смазывания маслом делают из вейзильберовой, никелиновой или золотой проволоки, одному концу которой придают форму тупого перового сверла, а другой конец вставляют в подходящую ручку. Такие палочки должны быть различного размера — для столовых часов, для более толстых кончиков и для кончиков частей спуска. Прежде чем пользоваться этим приспособлением, надо каждый раз тщательно вычистить проволочку бузиной.

В продаже имеются также масленки для масла в деревянных подставках с отверстием, куда вставляется масленка. Они очень удобны, но не избавляют от необходимости чистить ложечку масленки перед употреблением: при вынимании палочки из отверстия и при вкладывании ее туда ложечка всегда может загрязниться от прикосновения к стенкам отверстия; к ней могут также пристать частички пыли.

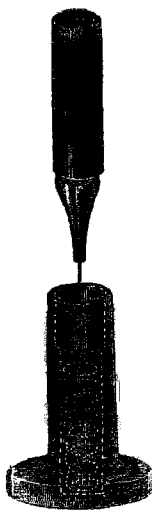


Рис. 397.  
Масленка.

В наше время входит в употребление другая масленка, устроенная по типу вечного пера. Рис. 397 изображает такую масленку швейцарского изготовления. Она состоит из металлической полый стоечки и заостренной стеклянной трубки (груши), в острый конец которой пропущена капиллярная трубочка. В стеклянную трубку дают несколько капель масла и закрывают ее пробкой, в которой для доступа воздуха сделана маленькая сквозная выемка. На пробку насажена трубка из твердого каучука; она служит ручкой и вместе с тем предохраняет масло в стеклянной трубке от действия на него света. Капиллярная трубочка выпускает как раз столько масла, сколько нужно для кончика. Когда смазывают камни частей хода, то их едва касаются острием мас-

ленки. При смазывании колесных камней прикосновение должно быть более длительным, и тогда капиллярная трубочка дает больше масла. Таким образом дачу масла можно дозировать.

Кончикам, работающим под большим давлением, а также кончикам средней и промежуточной трибок дается не такое жидкое масло, как частям спуска.

Для дачи масла очень большое значение имеет форма гнезд, камней, а также форма уступов кончиков.

Здесь своеобразную роль играют явления капиллярности, которые происходят в результате взаимного притяжения молекул жидкостей и молекул твердых тел.

Чрезвычайно важно, чтобы масло хорошо задерживалось у кончика баланса. Если взять прямую, горизонтальную поверхность, а под ней, на незначительном расстоянии, выпуклую поверхность, то масло, попавшее между этими двумя поверхностями, расположится кольцеобразно и удержится на этом месте. Как-раз так и бывает у выпуклых сквозных камней баланса, которые лежат близко от накладного камня. Эти камни ни в коем случае не должны соприкасаться. У камней баланса надо по возможности уменьшать склеивающее влияние масла и для этого сокращать площадь соприкосновения. Цель эта достигается камнями, имеющими короткое отверстие с закругленными краями. При этом между стенками отверстия и кончиком получаются добавочные остроугольные пространства, в которых масло задерживается.

В карманных часах, разобранных и вычищенных, смазывание маслом надо начать с пружины. Многие производят это следующим образом: когда пружина вставлена в барабан, то на нее и в гнезда кончиков дают капли две масла, затем ставят на место федеркерн, закрывают крышку и предоставляют маслу свободно распределяться. Но этот прием не дает гарантии, что масло распределится правильно и что оно попадет именно туда, куда нужно. Наиболее целесообразен способ, примененный известным ученым часовщиком Адольфом Ланге. Масло берут на узкий листок бумаги, сложенный пополам, и вытягивают из него масло на пружину, обводя бумажкой по всей ее длине, после чего при помощи особого прибора — федервиндера — вставляют пружину в барабан. Первый способ требует меньше времени, но для высших сортов часов он непригоден. Кончики пружинного валика (федеркерна) также надо смазать.

В часах более старой конструкции, с навинчивающимся пружинным валиком, следует тщательно вычистить и слегка

смазать винтовую нарезку с внешней и внутренней сторон. Если это не сделано, нарезка, в силу капиллярности, вытянет все масло из нижнего кончика и осушит его.

Кончики трибки среднего колеса нужно смазать после того как поставлен на место мостик среднего колеса. Гнезда обоих кончиков средней трибки должны быть снаружи снабжены выемкой. Если в мостике имеется камень, то, разумеется, выемка должна быть только у того гнезда, которое находится в платине механизма. Выемка должна быть прозенкована треугольной зенковкой, чтобы и тут образовался острый угол в  $30^\circ$  для хранения масла.

При смазывании кончиков частей спуска, вращающихся в каменных гнездах, следует остерегаться, чтобы масло не попало на стенки углубления для камня. Это вредно, ибо уменьшает запас масла.

Когда при починке часов приходится футеровать гнезда кончиков, надо следить, чтобы края футора находились вне углубления; в противном случае они будут препятствовать проникновению масла в гнездо. Не следует также уничтожать повологу в углублении.

При смазывании камней тех частей спуска, у которых кроме того имеются накладные камни, случается, что масло не проходит вниз. Тогда нужно взять тонкое чистое острие и ввести его в гнездо (отнюдь не следует делать этого кончиком баланса или трибки). Если и после этого масло не пройдет вниз, то это может зависеть от двух причин: или накладной камень лежит непосредственно на сквозном камне, или между ними слишком большое свободное пространство. И то и другое требует исправления. Если ослабить немного винт пластинки накладного камня, то при наличии первого недостатка масло немедленно пройдет вниз.

Обыкновенно кончики частей спуска смазывают после того, как вставят спусковое колесо. Некоторые же часовщики предпочитают смазывать механизм открытых часов только после установки анкерной вилки. Вообще при этой смазке нужно соблюдать только одно правило: ни один кончик не должен оставаться без масла.

В цилиндрических часах некоторые часовщики дают масло в отверстие цилиндра, но этот способ не рекомендуется, так как первые зубцы цилиндрического колеса получают при этом больше масла, а другие — меньше и, кроме того, возрастет вес цилиндра с балансом. Лучше дать непосредственно на импульсные площадки зубцов цилиндрического колеса по капельке масла, но всюду одинаково.

При смазывании анкерного колеса надо следить за тем, чтобы масло не попало на поверхность колеса. Лучше всего давать масло только на импульсные площадки. Если масло попадает на поверхность спускового (анкерного) колеса, то его надо немедленно вынуть и вычистить.

Кроме вышеназванных надо еще дать масло следующим частям механизма: кончикам и квадрату заводного валика, а также его уступу для полубочонка и зубцам последнего; рычагу, передвигающему бочонок там, где он действует совместно с бочонком; всем винтам с уступами; на опорные места обоих плоских заводных колес, а также на нижнюю поверхность накладной пластинки первого заводного колеса и его уступ в мостике барабана. Укажем еще на некоторые случаи, благодаря которым масло может выступить из камней и из других гнезд, вследствие чего кончики осей будут быстро стираться.

Фацетки трибок в некоторых частях лежат совсем близко от уступа кончика, вследствие чего масло может проникнуть в зубцы. Причиной этого бывает или слишком большая доза масла, при которой масло распространяется за края уступа и отсюда попадает на зубцы, или у трибки слишком большой зазор в вышину, и она тогда будет действовать по отношению к маслу как насос. Наконец, может случиться, что между камнем или уступом колеса и фацеткой трибки попадут волоконца; смоченные маслом, они, в силу капиллярности, будут впитывать в себя масло и образуют масляный мост между кончиком и мостиком или трибкой. Само собой понятно, что количество масла в камне кончика от этого уменьшится.

Нередко кончик среднего колеса и трибки бывает слишком короток; тогда зубцы минутной трибки легко могут притянуть масло, и оно оттуда попадет в трубку часового колеса, а иногда доберется и до глазочка часовой стрелки; кончик очень скоро окажется сухим. В плоских часах эта опасность особенно велика.

Трубочка секундной стрелки не должна подходить близко к углублению для масла, так как она может высосать все масло и секундный кончик вследствие этого скоро сотрется. Накладные камни не должны быть чересчур малы, иначе масло может распространиться по всей их поверхности, проникнуть в выточку оправы камней, и кончик останется без масла.

В сложных карманных часах не следует давать масло двум стальным поверхностям, которые трутся одна о другую

под слабым давлением пружины, так как загустение масла может совершенно остановить действие пружины. Частям, работающим под сильным давлением, необходимо давать масло, но при этом пружина должна обладать такой силой, чтобы преодолеть все сопротивления.

В секундомерах (хронографах) надо смазывать: то место, где подавка нажимает на штифт большого рычага; все те места, где пружинки прилегают к рычагам; все винты с уступами; колонки хронографного установочного колеса (штельбрада); боковые стороны сердечка. Но всюду масло следует давать в очень ограниченном количестве. Длинный валик среднего секундомерного колеса должен быть смазан слегка в том месте, где на него действует тормозная пружиночка. Прежде чем вставлять этот валик, надо дать немного масла кончику валика но так, чтобы оно не выступало в трубочку секундной стрелки. Ось секундной трибки, на которой сидит первое хронографное колесо, следует слегка обвести намасленным пуцгольцем, чтобы его не заедало. То же самое надо проделать со всеми установочными винтами. Вообще обводить части намасленным пуцгольцем предпочтительнее, чем давать масло во все те места механизма, где оно может растекаться и вредить ближайшим частям механизма; так, например, поступают с винтами, имеющими уступы.

Что касается количества масла для смазки отдельных частей, то общего правила в этом отношении дать нельзя. Верное решение вопроса подсказывают опыт и практика; однако целесообразно избегать больших порций масла.

---