

А. А. МЕРДИН  
Б. А. ЖУКОВ

# МЕХАНИЧНИ ЧАСОВНИЦИ

УЧЕБНИК



А. Х. ФЕНДЯН \* Е. Л. ЧИЧОВ

# МЕХАНИЧЕСКИ ЧАСОВНИЦИ

ДЪРЖАВНО ИЗДАТЕЛСТВО „ТЕХНИКА“  
СОФИЯ, 1959



В книгата е описано устройството и действието на отделните механизми, от които се състои механическият часовник. Дадени са начините, по които трябва да стане отстраняването на повредите. Засегнати са съвсем бегло и въпросите за определяне на времето по астрономически път, историческо развитие на времеизмерителните уреди, кратки сведения за най-често използваните материали и др. Книгата е предназначена за усъвършенстване познанията на работниците-часовникари. Може да се препоръча и на финомеханици и бордни механици.

Материалът в книгата е разпределен между авторите, както следва:  
А. Фендян: гл. I, II, III, VII, VIII, X и XI.  
Е. Чичов: гл. IV, V, VI, IX, XII и XIII.

Техн. редактор: Дим. Боев

Печатни коли: 16,00

Формат: 65/92/16

Дадена за печат на 30. XII. 1958 г.

Книжно тяло: 6,40 лв.

Тираж: 3059

Тем. № 1370

Подвързана: 2,30 лв.

Коректор: Н. Кирицова

Издателски коли: 16,00

Издателски № 255 III-2

Подписана за печат на 16. II. 1959 г.

Цена: 8,70 лв.

Държ. издателство „Техника“

Държ. печатница „Дим. Благоев“ — Пловдив

## ПРЕДГОВОР

Измерването на времето е съществена предпоставка за развитието на съвременното общество. Много са начините, чрез които то може да се измери, но при сегашните условия едни от най-разпространените уреди за тази цел са механическите часовници, чрез които се използва механическа енергия и механическо движение.

Малките размери на отделните части, от които са съставени измерителните уреди, а също така и изискванията за точна изработка, ги правят много трудни за изпълнение и поправяне.

Възможностите за повреда на часовниците са доста много поради особените условия, при които те работят. Това се отнася най-вече за т. нар. преносими часовници, които са подложени и на случайни сътресения. Поправянето на часовниците е отговорна и често пъти много трудна работа, за която се изискват добри технически познания.

В настоящото ръководство сме се стремили да съберем и систематизираме най-необходимият материал за теоретическа и практическа подготовка на работниците-часовникари. Подреждането на материал е направено така, че да може от него да се ползува и всеки, който е интересувал от тази техника.

В това второ издание теоретическият и практическият материал преработен, разширен и допълнен с нови глави. Сравнително повече материал е включен при разглеждането на въпроса за двигателите ходовите механизми. Посочени са начини за построяването на някои от тях, които се срещат най-често в практиката, с цел да се узнае още по-добре устройството и действието им. Макар и накратко разгледан и хронометровият ход, като по този начин са засегнати всички използвани в обикновената практика ходови механизми.

Въпреки положеното усилие и старание ние не считаме, че с това преработено и допълнено издание сме разгледали най-пълно и изчерпателно въпросите, свързани с теоретическата и практическата страна на часовникарската техника.

Ще бъдем особено благодарни на онези часовникарски работници, които дадат препоръки за още по-голямо подобряване на това ръководство при евентуално следващо издание.

Авторит



ПЪРВА ЧАСТ  
ВРЕМЕИЗМЕРИТЕЛНА ТЕХНИКА

Глава I  
ВРЕМЕ И ИЗМЕРВАНЕТО МУ

1. Основни принципи за измерване на времето

Понятието за време и потребността от неговото определяне е било известно на хората още в древността. Но за да се даде правилна оценка на това понятие, необходимо е то да се разгледа в светлината на диалектическо-материалистическата философия за движението на материята. Светът се развива по законите за движение на материята, която е неделима от понятието за пространство и време.

Измерването на времето е един от елементите на марксистко-ленинското познание за природата и играе важна роля в организацията на социалистическото производство и култура.

Като основа (единица) за измерване на времето е служило периодическото денонощно завъртане на земното кълбо около своята ос и около небесните светила. Още първобитните хора са наблюдавали смяната на деня с нощта и са се ориентирали за времето. Наблюдаването на небесните тела и тяхното движение дало повод за разпределяне на времето по астрономически път.

Известно е, че всички светила и слънцето изгряват от изток, достигат най-високата си точка, като пресичат меридиана на дадено място, и залязват на запад. Преминаването на светилото през меридиана на дадено място се нарича кулминация. Най-високото положение е горна кулминация, а най-ниското — долна кулминация.

Промеждутъкът от време между две последователни горни кулминации представлява едно денонощие.

Звездно денонощие се нарича промеждутъкът от време между две последователни горни кулминации на дадена звезда. Това време се равнява на времето за завъртането на земята около нейната ос по отношение на дадената звезда. Звездното денонощие е постоянна величина, която се равнява на 23 ч, 56 мин и 4 сек.

Това дава възможност да се построят звездни часовници. Практическо приложение те нямат поради явяващата се разлика от около 3 мин и 56 сек от действителното време, но затова пък имат ценно приложение в астрономическите обсерватории за сверяване и коригиране на часовниците по дадена звезда.



Изгряването и залязването на слънцето е служило и служи като ръководно начало за определяне на времето във всекидневния живот. Това налага работното време на хората да бъде разпределено и съгласувано с положението на слънцето върху небесната сфера.

Истинско слънчево денонощие е времето между две горни кулминации на центъра на видимия диск на слънцето или две последователни негови преминавания през меридиана на дадено място. Продължителността на истинското слънчево денонощие се мени през годината много сложно.<sup>1</sup> Никакъв механически часовник не може да се пригоди да върви точно по истинското слънчево денонощие. Истинско слънчево време показват само слънчевите часовници. На практика се използва така нареченото средно слънчево денонощие.

Средно слънчево денонощие е промеждутъкът от времето между две горни кулминации на въображаема точка на слънчевия диск, който се движи равномерно по небесния екватор със средната скорост на слънцето. Разликата между средното и истинското слънчево денонощие се нарича уравнение на времето. Най-голямата стойност на уравнението на времето през годината е 16,5 мин (около 3 ноември), а най-малката — 3 мин (около 15 май).

На базата на средното слънчево денонощие (разделено на 24 ч, 60 мин и 60 сек) са разграфени всички цифреници.

Средното слънчево време разрешава въпроса за времето, ако се има пред вид и мястото на наблюдението, т. е. съответният меридиан. Отчетеното време на дадено място се нарича местно време.

Введено е единно официално време, като цялата земна повърхност е разделена с меридиани на 24 пояса; меридианите отстоят един от друг на  $15^\circ$  или на 1 час разлика. За нулев (начален) е приет Гринвичкият меридиан. Всички държави, източно от тоя пояс, в зависимост от меридиана ( $15^\circ$ ,  $30^\circ$  и т. н.) имат местно време съответно с 1, 2 и т. н. часа по-напред от нулевия. У нас времето е с 2 часа по-напред от това на Гринвичкия меридиан.

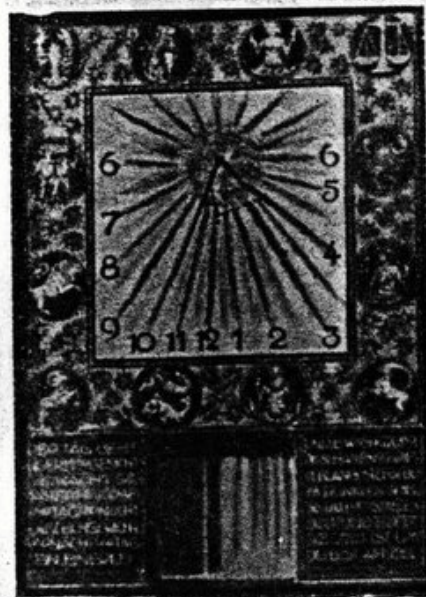
## 2. Уреди за измерване на времето

Определяне на времето чрез наблюдения на небесните светила — звезди и слънце, е било много трудно и неудобно. Достъп за това имали само древните учени — астрономи, които извършвали наблюдения чрез специални астрономически инструменти.

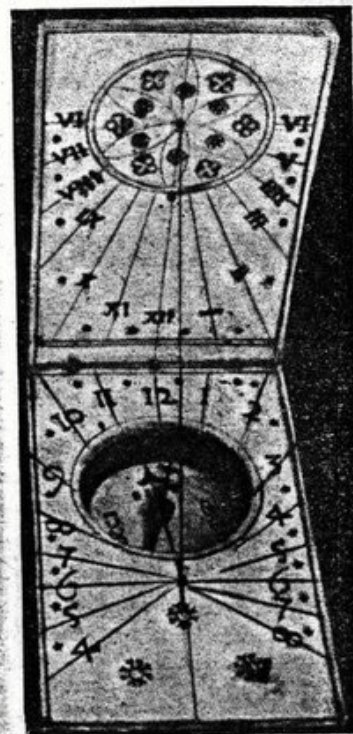
Дължината на хвърлената сянка от предметите е послужила за по-бързо и практическо определяне на времето. Първият показател на времето — т. нар. слънчев часовник, е представлявал един обикновен прът, забит в земята. Неговата сянка е била много дълга сутрин, намалявайки до минимум на обед, за да стане отново дълга вечер при заляз слънце. С такива слънчеви часовници са си служили древните жители на Месопотамия и Египет (2000 г. пр. н. е.). По-късно обикнове-

<sup>1</sup> Причината за това са неравномерното движение на земята по орбитата и наклона на земния екватор към тая орбита.

ният прът е бил заменен с каменни стълбове, поставяни обикновено по площадите, пред храмовете или дворците. Тези слънчеви часовници се наричали ГНОМОНИ (фиг. 1). Те давали приблизителна точност, тъй като през различните месеци и сезони слънчевите дни не са еднакви. Сянката на този гномон падала върху разчертаната на земята „скала“ с приблизително равни интервали от време, но с различни разстояния помежду си.



Фиг. 1. Слънчев часовник с цифреник



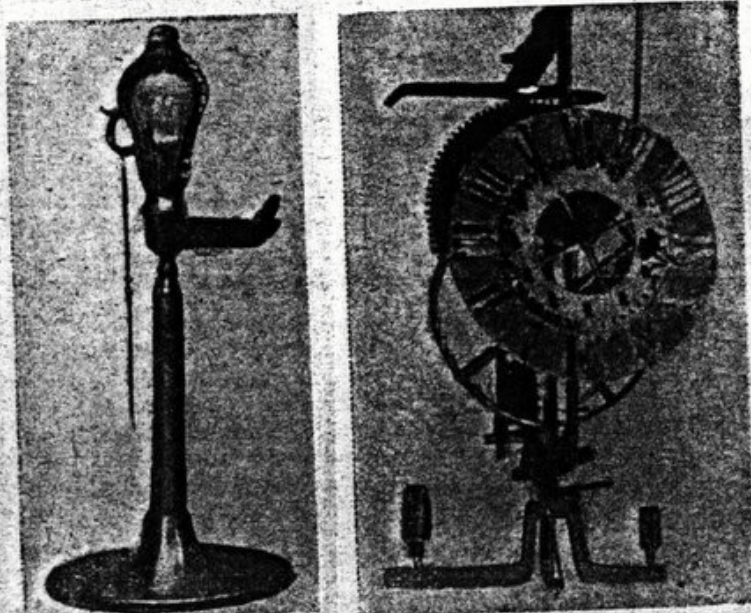
Фиг. 2. Преносим слънчев часовник

През V в. преди н. е. цивилизованите народи (араби, гърци, римляни) вече притежавали друг, по-точен показател на времето — слънчевия часовник, който можем да наречем ГНОМОН с цифреник. Неговият показател обаче не е бил вече вертикален, а наклонен на известен ъгъл, благодарение на което сянката се е менила само по големина. Слънчевите часовници са били строени върху стените на сградите или върху специални колони. Правени са и преносими слънчеви часовници в различни форми и големина (фиг. 2). Владетелите и богатите са имали такива от скъпоценни камъни и благородни метали. И до днес има запазени от тези антични часовници.



Слънчевите часовници са служели само през деня. Тяхната употреба след залязване на слънцето е била невъзможна.

По-практични в това отношение били маслените ламби-часовници (фиг. 3). Те представлявали градуирани съдове, разграфени на равни интервали. Времето се отчитало по нивото на маслото, което се изменяло при горенето.



Фиг. 3. Древни часовници:  
а) маслен часовник; б) механически часовник с тежести

Водните часовници — клепсидри (III в. пр. н. е.), представлявали оригинални уреди за измерване на времето. Египтяни, вавилонци и древни гърци използвали принципа на равномерното изтичане и пълнене на вода от един съд в друг. Някои от тях имали механизми за движение на стрелката. Клепсидра с хидравлически кохлет и с автоматично действаща фигура е конструирал Архимед (III в. пр. н. е.), а бележитият александрийски математик и механик Ктезибий е приложил за пръв път във водния часовник зъбни колела. Водните часовници били непреносими и неудобни при пътуванията по море. В такива случаи пясъчните часовници напълно задоволявали тези изисквания в древността.

Но всички тези часовници не представляват практически интерес. Те само изясняват историческия развой на механическия часовник. Кон-

струирането на сложни водни часовници с автоматични показатели дало идеята на калугера Жербер от Ориак (940—1007 г.) да построи първия механически часовник (вж. фиг. 3). Трябва да се спомене, че появилите се механически часовници са били голям прогрес не само във времеизмерителната техника, но въобще в механиката за това време. Те дали повод за редица открития и нововъведения в техниката и автоматиката. Първите механически часовници по конструкция били груби и тежки и за тях се предвиждали специални помещения — кули в замъци, манастири и др.

С откриването и изследването на периодическото движение на махалото от гениалния италиански физик Галилео Галилей (1564—1642) настъпва нова ера в историята на часовникарството.

Холандецът, астроном-физик и математик, Християнс Хюйгенс в 1657 г. практически прилага махалото за регулатор в часовниковия механизъм, като дава изчерпателно теорията за движението му. С основание той се смята за основоположник на съвременната наука за измерване на времето.

В своите научни трудове гениалният руски учен М. В. Ломоносов е отделил значително място на въпросите, свързани с измерването на времето и устройството на часовниците. Той засяга тези въпроси в речта си, произнесена в Академия на науките на 8 май 1759 г.

Великият руски учен Д. И. Менделеев, изучавайки задълбочено колебанията на махалото, се е занимал подробно с въпроса за неговата дължина. Той е разрешил редица теоретични въпроси, като е употребил пружинната окачка (сюспансион).

Трудовете на Менделеев за махалото са послужили за основа при конструирането на махални часовници.

Към средата на XVI в. се изобретява пружината-двигател, състояща се от стоманена лента, стъгната в спирална форма и затворена в барабан. На това епохално откритие се дължи конструирането на носимия часовник. Към края на XVII в. започват пътешествия по морета и океани за откриване и завладяване на нови земи. Часовниковите механизми с регулатор махало се оказали неподходящи при движение на корабите, тъй като при тяхното клатушкане махалото действувало несигурно.

Това довело до идеята да се замени махалото с друг регулатор, който да бъде пригоден за движение. Такъв се оказал балансът със спирала. Първоначално е било предложено за спирала да служи свински косъм. За пръв път в 1660 г. д-р Хук прилага метална пружина към баланса. В 1674 г. абат Отьфой използва права пружина. Хюйгенс подобрява това изобретение през 1675 г., като дава на тази пружина спирална форма. По този начин се разрешил и въпросът за преносимите часовници. Първият преносим часовник е имал форма на яйце, известно под името „Нюрнбергско яйце“ (1600 г.). През това време започва масово производство на преносими часовници с редица подобрения в ходовите механизми.

Появяват се различни ходови механизми. В 1695 г. Томас Томпион изобретил цилиндровия ход, който впоследствие е бил подобрен от



английския майстор Георг Грахам. В 1720 г. Грахам прилага в стенния часовник ходов механизъм с почивка, наречен на неговото име.

Голямо значение за точността на часовниците оказва разрешението на въпроса за температурната компенсация. Английският майстор Джон Харисон (1726 г.) въвежда решетъчното махало с двуметална температурна компенсация, а Грахам — живачното махало. По-късно Рифлер използва инвара за компенсация на махала.

Първите преносими часовници са били с ход цилиндър и дюплекс, значително подобрили от Пиер Льоруа. Цилиндрият ход и днес не е загубил значението си, но часовници с такъв ход не са могли да гарантират голяма точност, необходима за нарастващите нужди на мореплаването.

С конструирането на свободния анкър ход се разрешава и въпросът за точността на преносимите часовници. Автор на този ход е Томас Мюдж (1754 г.). Свободата на регулатора той постигнал, като въвел нов елемент, наречен „анкър“. Но конструираният от него анкър ход имал сериозни недостатъци и близо един век не е могъл да бъде използван на практика. В 1825 г. французкият часовникар Лешо подобрил анкървия ход, като въвел „ъгъл на притеглянето“. По този начин се осигурявал анкърът от триене по ролката при случайни сътресения. По-късно неговият сънародник Реймонд Берто изобретил навиващия и сверяващ механизъм, с което окончателно се разрешава въпросът за практическото използване на преносимите часовници (джобни и ръчни).

Върху проблемата за свободния анкър ход са работили и други учени и практики. Голям принос в това отношение имат Ломоносов и Менделеев (Русия), Пиер Льоруа (Франция), Джон Арнолд (Англия) и Бретхуд (Швейцария).

С откриването на механическите сплави инвар и елинвар от д-р Гилъом (1899 г.) се постига пълна температурна компенсация на системата баланс-спирала. Първата сплав се прилага в баланса, а втората — в спиралната пружина. От температурните колебания тези две сплави взаимно се компенсират и осигуряват точност и прецизност във вървежа на часовника. Аврам Луи Бреге въвежда крайни криви на спиралната пружина, наречена по-сетне „спирал Бреге“. Инженер Филипс теоретически доказва ценните предимства на спирал Бреге при регулиране на часовниците. С изобретяване на хронометровия ход се постига голяма свобода и независимост на баланса, а оттам и възможната най-голяма точност в механизма. С въвеждането на цилиндричната спирална пружина от Джон Арнолд този ход, известен още под името „детант“, сполучливо се прилага в морските хронометри.

В съвременните механизми, които са в процес на непрекъснато подобрене, освен изискванията на точност и прецизност се срещат още и такива със специални качества — непромокаеми, противоударни, самонавиващи и др.

### 3. Служба „Точно време“

Значението на точното отмерване на времето във всекидневния живот е огромно. Точното време е решаващ фактор в производството и труда. При плановото социалистическо стопанство всяка измината минута е от значение. В някои отрасли на производството и в транспорта времето трябва да се отмерва с точност до секунда, а често и до стотна част от секундата.

Трябва да се отбележи, че и при най-доброкачествените и прецизни механически часовници не може да се говори за абсолютна точност. Редица фактори (температура, атмосферно налягане, смазка, положение, движение и др.) влияят отрицателно върху точния вървеж на часовника. А всяка макар и малка неточност и несъгласуваност на часовниците в течение на времето може да предизвика нежелателни последици в производството и транспорта.

За да могат всички часовници да показват еднакво време, е необходимо систематически да се сверяват. За тази цел почти във всички страни е организирана служба „Точно време“.

Задачата на служба „Точно време“ е да определя, да съхранява и систематично да предава точно време.

Определяне на времето с голяма точност става по астрономически път, чрез наблюдение на дадена звезда. В астрономическите обсерватории се наблюдава видимото денонощно „въртене“ на небосвода, този „величествен цифреник на звездния часовник“, с помощта на специална астрономическа тръба — пасажер инструмент. По астрономически таблици се знае появата на дадена звезда и астрономът-наблюдател отчита момента на появата ѝ в нишковия кръст на наблюдателната тръба. За точното фиксиране на момента астрономът използва слухово сигнала на часовниковия механизъм, без да се откъсва от наблюдаваната звезда.

Този начин на наблюдение, сравнително прост и удобен, дава много добри резултати. При опитен наблюдател за отделни отчитания се отбелязват точности с части от секундата. Въпреки това обаче субективният елемент при този метод играе важна роля. Всеки от наблюдателите в крайна сметка дава свойствени за него лични грешки.

Задачата за свеждане до минимум на личните грешки е разрешена успешно от автоматическите саморегистриращи уреди. Напоследък в СССР се прилага така нареченият обективен метод за наблюдение, при който отчитането се извършва чрез приспособление за фотоелектрическа регистрация към пасажния инструмент.

Съхраняването на точното време е втората важна задача на служба „Точно време“. Наблюдаваното звездно време се отбелязва върху звездните часовници. Звездното време чрез изчисления лесно се превръща в действително (средно слънчево) време.

Точното определяне на времето по звездите е трудна и продължителна работа. Наблюдаването и изчисляването изисква няколко дни, а понякога и седмици упорита работа на наблюдателя. Освен това наблюденията са резултатни и възможни при ясни нощи. Това налага



часовниците в астрономическите обсерватории да бъдат дотолкова качествени и точни, че да гарантират точното време за един по-продължителен срок.

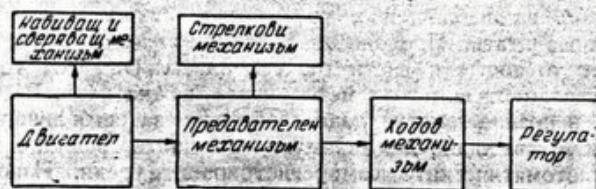
Такива уреди за съхраняване на точното време са астрономическите часовници-регулатори. Те са висококачествени часовници с компенсационни махала, с тежести, херметически изолирани от атмосферните влияния. Използват се няколко часовника едновременно и окончателното точно време се взема чрез сравняване и поправка на средното им време.

Предаването на точно време се извършва автоматически чрез ритмични радиосигнали. В радиостанциите се включва посредством електрически ток звукопредавателят с махало на астрономическия часовник в обсерваторията.

Приемането на ритмичните сигнали обикновено става с радиоприемник по принципа на електромагнитните вълни. При приемането на тези сигнали се допускат известни грешки, но те никога не надминават 0,01 от секундата. Ритмичните сигнали на времето се предават с по-голяма точност чрез радиотелеграфията, но този начин е по-сложен и е задача на международната служба за определяне, съхраняване и предаване на сигналите за точно време.

#### 4. Устройство и подразделение на механическите часовници

Механическият часовник представлява съвкупност от различни механизми, които имат за задача да съобщят колебателно движение на регулатора и чрез специално подбрана предавка да пренесат това движение върху цифреника. Предавателното число на стрелковия механизъм е подбрано така, че върху цифреника да се отчитат часовете, минутите и секундите.



Фиг. 4. Принципова схема на механически часовник

\* Всички механически часовници могат да се сведат принципно към една схема (фиг. 4). Състоят се от следните основни части:

1. Двигател — акумулатор на механична енергия, която има за цел да преодолее триенето в механизма и да поддържа колебателното движение на регулатора. Към него спада и навиващият и сверяващ механизъм.

2. Предавателен механизъм — състои се от система зъбни колела, които имат за задача да разпределят движението към всички

механизми на часовника. Механичната енергия се пренася върху осите на колелата, постоянната средна скорост на които обезпечава отчитането на часовете, минутите и секундите върху цифреника. Към него спада стрелковият механизъм.

3. Ходов механизъм — служи да съедини предавателния механизъм с регулатора и да преобразува въртеливото непрекъснато движение във въртеливо с прекъсване, съобщавайки на регулатора периодически импулси за поддържане на колебателното му движение.

4. Регулатор — основен възел на часовника, който регулира движението на механизма. Чрез регулиране на периодическите импулси на ходовия механизъм обезпечава постоянна средна скорост на зъбните колела.

Механическите часовници според вида на регулатора се подразделят на:

Непреносими — или часовници с регулатор махало. Те се поставят неподвижно на дадено място. Всяко изменение на първоначалното им положение дава отражение върху нормалния вървеж и често причинява спиране. Такива са повечето стенни, градски, кулни и някои часовници за маса. Механичният двигател на непреносимите часовници обикновено е тежест. Напоследък в тях намира широко приложение и пружинният двигател.

Преносими — или часовници с регулатор баланс. Този регулатор, състоящ се от баланс със спирална пружина, има това ценно преимущество, че може да работи при всяко положение на часовниковия механизъм.

Такива часовници са всички ръчни и джобни и повечето часовници за маса — будилници.

За двигател на преносимите часовници служи пружина.

Според вида на ходовия механизъм механическите часовници се подразделят на:

Часовници с несвободен ход — ходовият механизъм в тях е в непрекъсната връзка с регулатора, като поражда по-голямо триене. Тук спадат повечето стенни махални часовници. Намира приложение и в по-евтините преносими часовници — ръчни и джобни, известни като система „цилиндър“.

Часовници със свободен ход — ходовият механизъм в тях е снабден с допълнителен елемент, наречен анкър (котва) или детант (в хронометровия ход). Регулаторът извършва колебанията си свършено свободно. Връзката на ходовия механизъм с регулатора е само през време на импулса, който съобщава анкърът за поддържане на колебанията на регулатора. Триенето тук е сведено до минимум. Часовници със свободен ход са повечето преносими часовници — ръчни, джобни и за маса. Те са известни като система „анкър“.

В по-евтините механизми системата „анкър“ се конструира с цифрови палети (будилниците) или анкър роскопф (в ръчните и джобните часовници).

Прецизните и доброкачествени часовници имат за палети камъни. Те са известни като швейцарски анкър.







Понякога към конструкцията на часовниковия механизъм се включват и някои други спомагателни механизми, които удовлетворяват известни изисквания, а именно:

Биещ механизъм — в стенните, градските и кулните часовници, а понякога и в часовниците за маса и джобните часовници.

Будилников механизъм — в часовниците за маса.

Механизъм за музика — в часовниците тип „жокер“ към звънчевия механизъм се прикачват латерни, които изпълняват различни мелодии.

Контактни и сигнални приспособления — при сигналните часовници във фризьорството, физиотерапията, светлинните инсталации, контролните часовници и др.

Хронографен механизъм — в часовниците-хронографи, които могат да отчитат до 0,01 сек и да регистрират интервали от времето. Същите са приспособени и за отчитане на редица величини — ъглова скорост, линейна скорост и др.

Календарен механизъм — в часовниците-календари. Чрез система зъбни колела стрелковият механизъм е приспособен да отчита дните и месеците, а понякога и лунните фази.

## Глава II ДВИГАТЕЛИ

### 6. Предназначение и видове двигатели

Двигателят при механическите часовници е акумулатор на енергия, която се добива чрез външна механична работа — издигане на тежести или навиване на еластична пружина. В даден момент тази акумулирана енергия се проявява като работна енергия, необходима за преодоляване усилията в механизма и за поддържане колебателното движение на регулатора.

Двигателят при механическите часовници трябва така да бъде подбран, щото да съобщава точно определен (предварително изчислен) въртящ момент. При това условие двигателят не влияе върху точния вървеш на часовника. Всяко изменение на първоначалния въртящ момент на двигателя нарушава нормалния ход, а често довежда и до спиране на часовниковия механизъм.

Според вида на двигателите различаваме:

Двигатели с тежести — двигателната енергия се получава чрез издигане на тежести.

Двигатели с пружина — двигателната енергия се получава чрез навиване на еластична стоманена лента във вид на спирала.

И в двата случая акумулираната двигателна енергия се добива чрез външна механична работа.

### 7. Двигатели с тежести

Двигателят с тежести е най-старият тип двигател в часовниковия механизъм. Той има сравнително проста конструкция и дава постоянна двигателна сила. Благодарение на това и днес не е загубил значението си. Употребява се изключително в непреносимите часовници с регулатор махало (стенни, кулни, градски, салонни и др.) и в точните астрономически часовници. Неудобството на този двигател е, че не може да се използва в преносимите часовници (джобни, ръчни и др.).

Тежестите в този двигател са с определено тегло, предварително изчислено, и съобщават на часовниковия механизъм от началото до края на вървежа постоянен двигателен момент. Тежестите се изработват обикновено с цилиндрична форма (фиг. 7), като отношението на дължината към диаметъра трябва да бъде между 2—5, средно 3. Според качеството и вида на часовника се употребяват за тежести и съответни материали. Така за обикновените стенни, кулни, градски и други часовници тежестите се изготвят от чугунени отливки, керамичен материал, олово. За точните астрономически часовници се използват обикновено месингови тръби, напълнени с оловни шайби, които се свалят или поставят за получаване на необходимото тегло (фиг. 8).

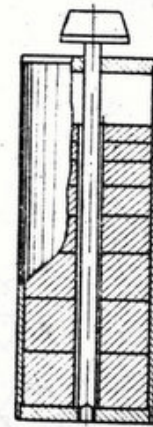
Според начина на закрепване на тежестите се срещат двигатели с тежести в следните разновидности:

1. Двигатели със стоманена струна, корда или шнур.
2. Двигатели с вериги.

Първият вид двигател намира приложение в стенните, салонните и други домашни часовници и има следното устройство (фиг. 9). На оста 1 неподвижно е закрепен барабанът 2 и свободно въртящото се барабанно колело 3. Връзката между него и барабана е храповото устройство, състоящо се от храповото колело 8 и спирачния палец 9. Единият край на шнур 6 е закрепен на барабана, а другият край е закрепен на куката 5. За удобство и за намаляване на работната дължина на шнур 6 е поставен скрипецът 4. На долния му край чрез кука е закачена тежестта 7. Навиването става от квадрата на оста посредством ключ, като шнурът се навива около каналите на барабана и тежестта се издига нагоре. Храповото колело с наклонени зъби свободно пропуска спирачния палец. След окончателното навиване барабанът действа под действието на тежестта се стреми да се завърти на противоположната посока на навиването. Храповото колело, свър-



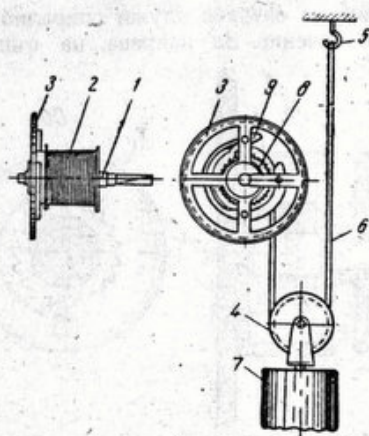
Фиг. 7. Тежест за обикновен стенен часовник



Фиг. 8. Регулираща се тежест за точен часовник

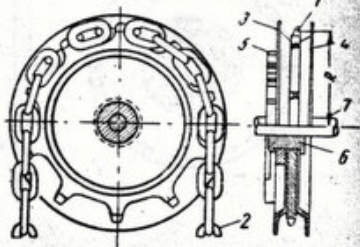


зано неподвижно за барабана, също се завърта в тази посока. Спираният палец, закрепен върху барабанното колело, е опрян в един от наклонените зъби на храповото колело и завърта барабанното колело в същата посока. От барабанното колело движението се предава посредством зъбните колела на часовниковия механизъм.



Фиг. 9. Двигател с тежест с корда

При двигателите с верига вместо барабан имаме верижно колело със съответен брой зъби. На фиг. 10 е показано верижното колело I с 10 броя



Фиг. 10. Верижно колело с верига

зъби, около които е поставена веригата 2. Прешлените на веригата са подбрани така, че да съответствуват на разстоянието между зъбите на верижното колело, т. е. да имат еднакви стъпки. На единия край на веригата се закачва тежестта, а другият свободно провисва надолу. От двете страни на верижното колело са шайбите 3 и 4, които служат да направляват веригата в зъбите на верижното колело. За навиващ и стопорен механизъм служи храповото устройство, състоящо се от храповото колело 5, в чиито наклонени зъби влиза спираният палец. Храповото колело, шайбите и верижното колело са неподвижно свързани за втулката 6, която е впресована на оста 7. На тази ос свободно се върти барабанното колело. Връзката между него и верижното колело е осъществена посредством храповия механизъм — храповото колело и спираният палец. При навиване храповото колело свободно пропуска по наклонените си зъби спираният палец и веригата се надява на зъбите на верижното колело и се издига тежестта. По време на работа вследствие опъването на веригата от тежестта се завърта верижното колело, което посредством храповия механизъм увеличава барабанното зъбно колело така, както и при двигателя със стоманена струна или корда, и придава двигателен момент върху зъбните колела.

Основен конструктивен недостатък на двигателите с тежести (с корда или верига) е, че по време на подема (издигането на тежестта) предавателният механизъм остава без двигателна енергия, докато трае

навиването. Това нарушава нормалния ход на часовника и внася грешки в показването на точното време.

По-точните и прецизни часовници с двигател от тежести имат специално приспособление, което предава на часовниковия механизъм необходимата енергия през краткотрайното навиване — издигането на тежестта. Състои се от пружина, която се деформира през време на навиването между спичите на барабанното зъбно колело, вследствие на което предава необходимата двигателна енергия, докато трае навиването. Това приспособление се нарича механизъм за спомогателно навиване.

Действието на двигателя с верига принципно не се различава от този с шнур. Същият намира приложение в големи и тежки конструкции — кулни, градски и др. часовници, а също така и в някои битови домашни часовници (кукувички) и малки евтини стенни часовници без биене.

Разстоянието между крайно издигнато и крайно отпуснато положение на тежестите при двигателите с шнур или верига се нарича ПАД или височина  $H$  на издигане на тежестта.

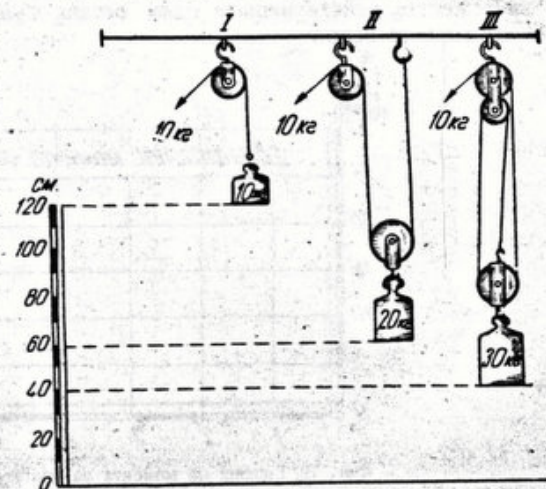
За намаляване на тази височина се поставят скрипки или макари. С тях се печели място и конструкцията става по-прибрана, но за сметка на това се увеличава теглото на тежестта. Падът  $H$  е зависим от диаметра на барабана  $D$  и оборотите му  $N$

$$H = \pi \cdot D \cdot N,$$

а при тези с верига — от броя на зъбите и стъпката на верижното колело  $H = Z \cdot t \cdot N$ .

Колкото броя скрипки са поставени, толкова пъти се намалява височината на издигане  $H$ , но с толкова пъти се увеличава теглото на тежестта. На фиг. 11 е дадена графично тази зависимост. От лявата страна е нанесена височината на издигане мащабно в сантиметри. Разгледани са три случая:

I случай — без скрипец — над 120 см с приложна сила 10 кг и действаща сила също 10 кг.



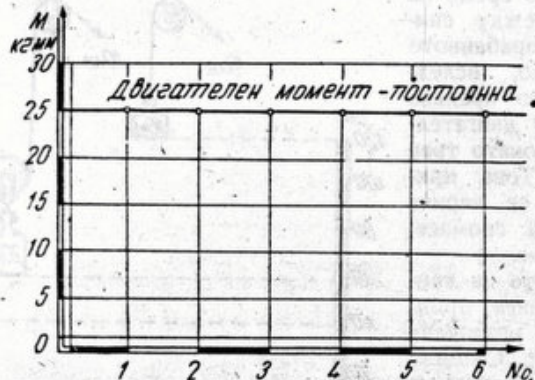
Фиг. 11. График на пада



II случай — с един скрипец — над 60 см с приложна сила 20 кг и действаща сила 10 кг.

III случай — с два скрипеца — над 40 см с приложна сила 30 кг и действаща сила 10 кг.

От графика се вижда, че въпреки увеличаването на големината на тежестта действащата сила остава същата, а оттам и двигателният момент непроменен.



Фиг. 12. График на момента на двигателите с тежести

Двигателният момент  $M$  е зависим от действащата сила  $P$  и неговото рамо, т. е. радиуса на барабана. Ако  $D$  е диаметърът на барабана, то радиусът ще бъде  $\frac{D}{2}$ , тогава  $M = P \cdot \frac{D}{2}$ .

На всеки оборот  $N$  на барабана съответствува един и същ двигателен момент  $M$ . По този начин се получава диаграмата на момента (фиг. 12), изразена чрез хоризонтална права, която показва, че двигателният момент при двигатели с тежести е постоянна величина.

Това ценно свойство на двигателите с тежести се използва за постигане на голяма точност при астрономическите регулатори. Обикновено при тях издигането на тежестта (навиването) се извършва автоматически с електромагнитно устройство.

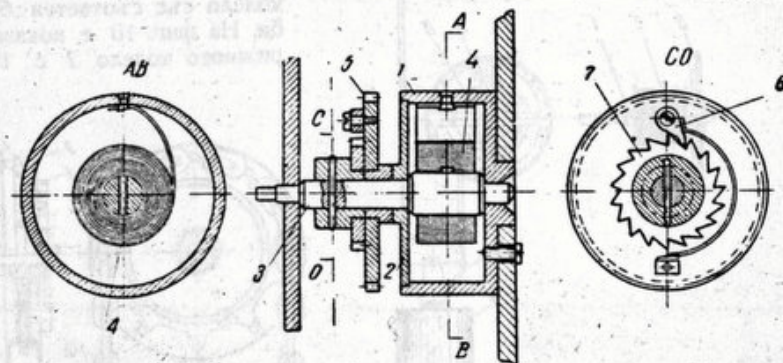
Поради мястото, което се предвижда за издигане на тежестите, двигателите с тежести се използват само в непреносимите махални часовници.

## 8. Двигатели с пружина

Пружинният двигател намира широко приложение в почти всички механически часовници. Благодарение на малкото място, което заема, часовниците с такъв двигател имат по-прибрана конструкция. Но най-

ценното на пружинния двигател е, че е удобен за преносими часовници. Всички джобни и ръчни часовници имат такъв двигател. Той се е наложил и в съвременните модерни стенни, кухненски и за маса часовници.

При този двигател за източник на енергия служи спирално навита еластична пружина с правоъгълно сечение. За направа на същата се



Фиг. 13. Пружинен двигател с неподвижен барабан

употребява специална стомана, която не бива да съдържа примеси от фосфор и сяра, които дават чупливост. Подбраният материал за пружина трябва да има висока еластичност и добри термични свойства.

Срещат се две разновидности на пружинния двигател:

1. Пружинен двигател без барабан.
2. Пружинен двигател с барабан.

Първият вид е с по-просто устройство. Единият край на пружината е закрепен неподвижно за тялото на часовника, а другият край — за оста на барабанното колело. При такова устройство липсва барабан и пружината се развива свободно и ексцентрично към една страна. Неудобството при него е, че заема по-голямо пространство, маслото от пружината се разлива по целия механизъм, осите и лагерите се износват много бързо. Употребява се в будилници и някои по-прости стенни часовници.

При по-прецизните и качествени часовници — стенни, за маса, ръчни и джобни — пружинният двигател е с барабан — металически цилиндър с капак, и навивателна ос на механизма. От своя страна пружинните двигатели с барабан се подразделят на:

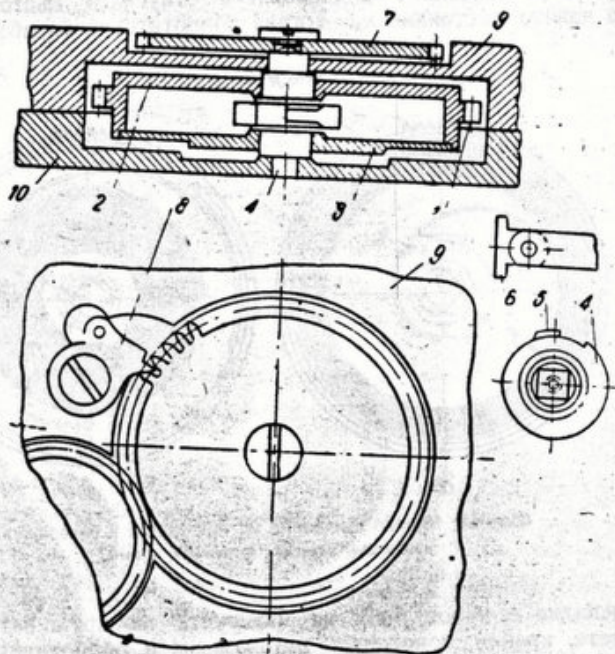
1. Пружинен двигател с неподвижен барабан.
2. Пружинен двигател с въртящ се барабан.

Пружинният двигател с неподвижен барабан има следното устройство (фиг. 13).

Барабанът 1 се закрепя неподвижно за една от платините (основите на часовника) с винтове и се затваря с капачката 2. За стената на барабана с единия си край е закрепена пружината 4, а другият ѝ



край се навива върху оста на барабана 3, която в единия си край има квадрат за навиване с ключ. При навиването барабанната ос се върти надясно. Барабанното колело 5 стои неподвижно през време на навиването, а спирачният палец 6 пропуска навивателното колело с наве-



Фиг. 14. Пружинен двигател с подвижен барабан

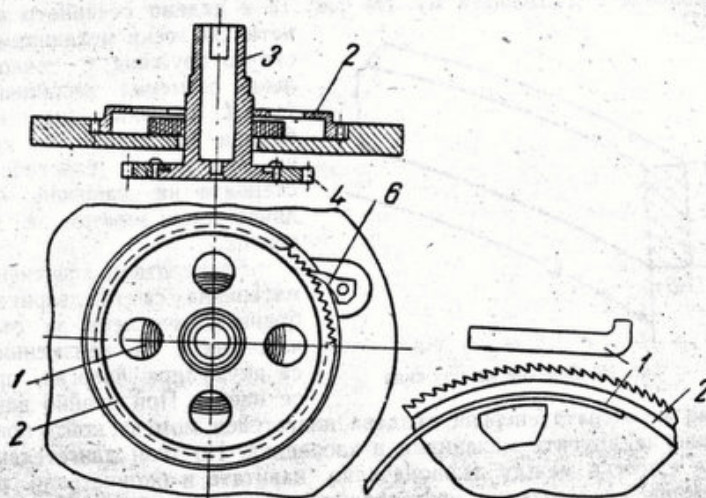
дени зъби (храповик) 7, поставено неподвижно върху барабанната ос. Под действие на навитата пружина барабанната ос се връща назад и навивателното колело с един от наклонените си зъби опира на спирачния палец и увлича барабанното колело.

През време на навиването обаче барабанното колело е неподвижно, лишено от двигателен момент, което причинява спиране на механизма; този сериозен недостатък ограничава употребата на пружинния двигател с неподвижен барабан.

На фиг. 14 е представен пружинен двигател с подвижен барабан. При него е избягнат горният недостатък, поради което той има широко приложение в съвременните часовници.

Барабанното колело 1 представлява едно цяло с барабана 2, а с капачката 3 се затваря последният. Вътрешният край на пружината се закрепя на куката 5 на барабанната ос 4, а външният край 6 — за закачката в стената на барабана. На квадрата на барабанната ос е

закрепено с винт навивателното колело 7, в зъбите на което влиза спирачният палец 8. Мостът и основата са означени съответно с 9 и 10. След навиването барабанната ос остава неподвижна, а барабанът се движи по посока на навиването му. През време на навиването ме-



Фиг. 15. Пружинен двигател за седмичен часовник

ханизмът не спира — барабанът е в движение и е налице непрекъснат двигателен момент. Този двигател се употребява в ръчните и джобните часовници, към които има допълнителен навивателен механизъм.

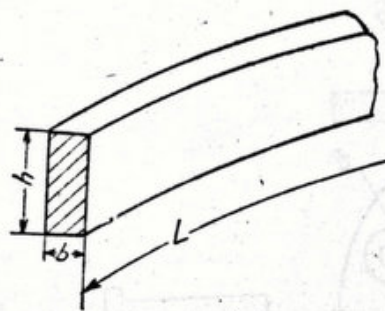
Като частен случай от тези два вида пружинни двигатели с барабан се явява този при седмичните часовници. На фиг. 15 е представен пружинен двигател с подвижен барабан, а неподвижни са барабанното колело и барабанната ос. Външният край на пружината 1 е закрепена за закачката на барабана 2, а вътрешният край — за закачката на барабанната ос 3 и е неподвижно свързан с барабанното колело 4 (представлява едно цяло). Барабанът е по-голям и по окръжността си има наклонени зъби (като на храпово колело), в които се опира спирачният палец 5.

При навиване барабанът се върти и навива пружината около барабанната ос. Спирачният палец и храповото назъбване възпрепятствуват барабана да се върти обратно. По този начин барабанното колело през време на навиването притежава двигателен момент, необходим за задвижване на механизма по подобие на двигателите с подвижен барабан.



## 9. Двигателен момент. Основни съотношения между размерите на елементите на пружинния двигател

Източник на енергия при пружинния двигател е пружината. Тя представлява еластичен прът, чието напречно сечение е много малко в сравнение с дължината му. На фиг. 16 е дадено сечението на пружината. За всеки механизъм съответства пружина с точно определени размери: дължина (диаметър)  $L$ , височина (ширина)  $h$  и дебелина  $b$ . Размерите, качеството на материала (еластичността) и степента на навиване обуславят двигателния момент за даден часовник.



Фиг. 16. Сечение на пружина

Размерите и еластичността на материала са предварително подбрани и изчислени за съответния часовник и са неизменни. За да се акумулира енергия, пружината се навива. При крайно навита пружина вложената енергия създава двигателен момент, който привежда в движение другите механизми в часовника. Но този двигателен момент не е еднакъв между първоначално навитата и окончателно развита пружина, следователно двигателният момент при пружинния двигател е променлива величина, което е голям недостатък. Когато работи часовникът, размерите и еластичността на пружината не се променят, т. е. остават постоянни величини. Тогава промяната на двигателния момент ще зависи изключително от степента на навиване на пружината, при което се получават по-голям или по-малък брой обороти на барабана.

Ако означим размерите и еластичността на пружината като постоянни (константни) величини с буквата  $K$ , а оборотите на барабана с  $n$ , то двигателният момент на пружинния двигател  $M$  ще бъде

$$M = K \cdot n.$$

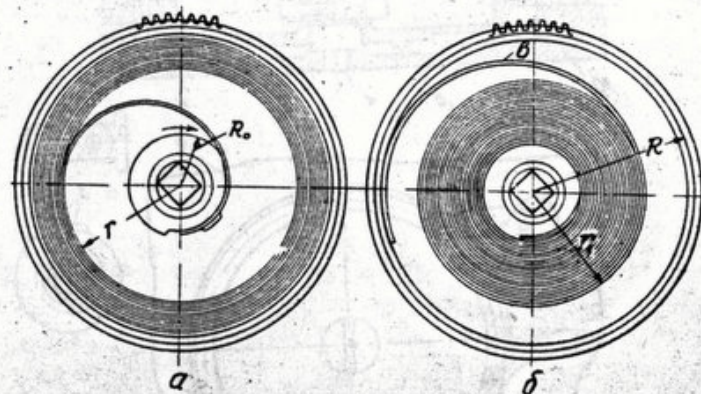
Ясно е, че двигателният момент ще зависи от броя на оборотите на барабана. За всеки оборот  $n$  на барабана ( $n_1, n_2, n_3 \dots$  т. н.) ще съответствува двигателен момент  $M$  (напр.  $M_1, M_2, M_3$  и т. н.) или зависимостта на двигателния момент от оборотите на барабана е праволинейна. При максимален брой обороти  $n_{\max}$  ще имаме максимален момент  $M_{\max}$  и при минимален  $n_{\min}$  — ще имаме  $M_{\min}$ .

С оглед на горното следва, че при крайно навита пружина полезните обороти на барабана трябва да бъдат най-много. За да се изпълни това условие, съществуват основни зависимости между размерите на пружината, барабана и барабанната ос. На фиг. 17 е показана пружина, поставена в барабан в напълно развита (положение а) и напълно навита (положение б) състояние. С  $R$  е означен вътрешният

радиус на барабана, с  $R_0$  — радиусът на барабанната ос, с  $r$  — вътрешният радиус на развита пружина, с  $r_1$  — външният радиус на навитата пружина, с  $b$  — дебелината на пружината.

Броят на навивките на барабана в отпуснато състояние ще бъде  $n_0$  и в навито състояние  $n_n$ . Тогава оборотите на барабана ще бъдат:

$$n = n_n - n_0.$$



Фиг. 17. Крайно състояние на пружината в барабани:  
а) напълно развита; б) напълно навита

Очевидно е, че от брой на навивките на пружината в барабана при двете крайни положения ще зависят и оборотите на барабана, а броят на навивките в барабана зависи от размерите на барабана, барабанната ос и пружината (дължината  $L$  и дебелината  $b$ ). Тези размери именно трябва да се подберат така, че когато пружината се постави в барабана при крайно отпуснато състояние, вътрешният ѝ радиус  $r$  (фиг. 17-а) да бъде равен на външния ѝ радиус  $r_1$  при навито състояние (фиг. 17-б). Или както някои практики казват „пълното“ на барабана, когато пружината е навита, да е равно на „празното“ от барабана, когато пружината е развита. Тогава броят на оборотите на барабана  $n$  ще бъде най-голям. Това е доказано по пътя на точни математически изчисления. Тези изчисления са сложни и не са дадени в настоящото ръководство.

За часовникаря-практик са от значение практическите изводи за тези основни съотношения на елементите на пружинния двигател.

Така например в повечето случаи радиусът на барабана  $R$  е 3 пъти по-голям от радиуса на барабанната ос  $R_0$  (фиг. 17). Особено това е важно при малките преносими часовници (ръчни и джобни), т. е.

$$R = 3R_0, \text{ или } R_0 = \frac{1}{3} R.$$



Барабанът, за да има най-голям брой обороти, трябва

$$n = 0,157 \frac{R_o}{b} \text{ или } n = 0,471 \frac{R_o}{b}.$$

Дебелината на пружината  $b$  влияе най-чувствително на броя на навивките на пружината в барабана. При навиване на пружината спираловидно тя се деформира и се създават напрежения по повърхностния ѝ слой. Тези напрежения са толкова по-големи, колкото радиусът на барабанната ос  $R_o$  е по-малък и дебелината на пружината  $b$  е по-голяма. При това огъването на пружината около барабанната ос е по-голямо, отколкото в другата част на барабана и на практика най-често скъсване на пружина се наблюдава при вътрешния ѝ край. За да се избегнат опасни и разрушаващи напрежения, дебелината на пружината  $b$  не бива да надминава една петнадесета част от радиуса на валика  $R_o$ , или

$$b \leq \frac{R_o}{15}.$$

Ако размерите на елементите на пружината са подбрани правилно, то полезните обороти на барабана ще бъдат най-големи. На практика това може да се провери ориентировъчно, като се преброят навивките на пружината в барабана при отпуснато състояние. Те трябва да бъдат от 10 до 12 броя.

Акумулираната двигателна енергия или двигателният момент обаче ще бъде различен. При крайно навита пружина той ще бъде по-голям, а при крайно отпусната — най-малък.

На фиг. 18 е изобразена графически зависимостта между двигателния момент  $M$  и оборотите  $n$ . Теоретически тази зависимост е праволинейна, но в действителност благодарение на триенето между навивките на пружината се получава практическата диаграма, която има вид на хистерезисна крива.

От графика се виждат следните шест характерни положения на пружинния двигател:

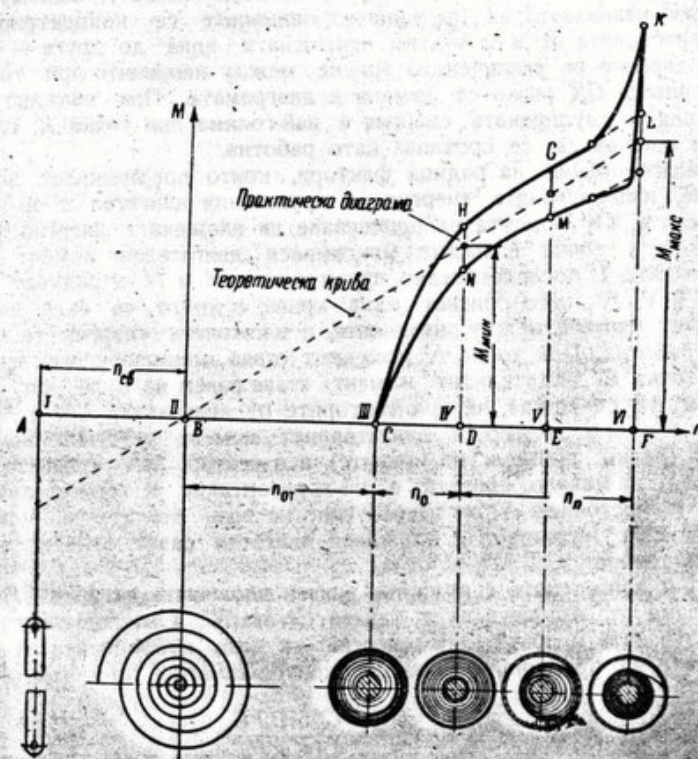
Първо положение. Първоначално състояние, т. е. преди навиването пружината е била права — точка  $A$ .

Второ положение. След неколkokратно навиване и развиване пружината е получила устойчивата си спираловидна форма. В зависимост от еластичността и свойствата на материала пружината има известен брой навивки в свободното състояние  $n_{ce}$ , изразени в графика при точка  $B$ . Колкото по-малко са тези навивки като остатъчна деформация, толкова пружината е по-висококачествена. Пружините за прецизните часовници нямат такива остатъчни деформации. Те са известни като  $S$ -образни пружини.

Трето положение. Пружината е монтирана в барабана и е в крайно отпуснато състояние (вж. фиг. 17-а). Броят на навивките в графика са изразени чрез  $n_{от}$ . До това положение двигателен момент не е създаден (точка  $C$ ). От схемата се вижда, че в това състояние на

пружината в барабана всички навивки са плътно прилепнати в кръг една с друга и се опират до стената на барабана.

Четвърто положение. При навиване на пружината на няколко оборота (от точка  $C$  до точка  $H$ ) навивките започват да се отделят една от друга, като се отдалечават от стената на барабана и се



Фиг. 18. Диаграма за зависимостта между двигателния момент и оборотите на барабана

приближават към барабанната ос. При отделяне на навивките една от друга се поражда значително триене между тях и се губи част от вложената енергия. В графика тази част е дадена с кривата  $CH$ . При точка  $H$  навивките са се отдалечили окончателно и запълват с концентрични криви целия барабан — точка  $D$ . Сектор  $CD$  е изразен с оборотите  $n_o$ . Тези обороти обикновено са от 1—1,5 и са като резерва, които не влизат в денонощната работа на часовника. При точка  $D$  акумулираната двигателна енергия получава минималната си стойност, изразена с  $M_{min}$ .



Пето положение. При по-нататъшното навиване от точка *H* до точка *G* навивките запълват целия барабан. В зависимост от начина на закрепване на пружината навивките могат да бъдат концентрични и напълно да се отделят, като триенето между тях е незначително. Това положение в графика е изразено в точка *E*.

Шесто положение. От точка *G* до точка *K* окончателно завършва навиването на пружината. Навивките се концентрират около барабанната ос и са плътно притиснати една до друга — точка *F*. Благодарение на увеличеното триене между навивките при този случай кривата *GK* рязко се изменя в диаграмата. При напълно навита пружина акумулираната енергия е най-голяма при точка *K*, след което тя започва да се проявява като работна.

Благодарение на редица фактори, които предизвикват загуби от триене, използваната енергия на пружинния двигател е по-малка от вложената. От момента на проявяване на вложената енергия като работна при точка *L* имаме максимален двигателен момент —  $M_{\max}$ . От точката *L* последователно през точките *M* и *N* се редуват положения VI, V, IV, като описват една крива, в която са включени загубите от триене между навивките, и вложената енергия се проявява като работна. При точка *N* моментът става минимален, изразен с  $M_{\min}$ . При точка *C* двигателният момент става равен на нула. От графика на фиг. 18 се вижда, че при секторите от диаграмата *LM* и *NC* триенето е много голямо и двигателният момент чувствително се колебае (резки промени на кривите), а в сектор *MN* триенето е значително намалено, кривата е по-хоризонтална и двигателният момент по-постоянен. При използване на този двигателен момент часовниковите механизми с пружинен двигател дават относително най-голяма точност.

При двигателите с пружина винаги вложената енергия *CHGKFC* е по-голяма от използваната такава *CNMLFC*. Съотношението между използваната и вложената енергия ни дава коефициента на полезно действие на пружинния двигател, който винаги е по-малък от 1, или

$$\kappa. п. д. = \frac{CNMLFC}{CHGKFC}$$

Според изследванията в Ленинградския институт по фина механика и оптика при обикновени пружини коефициентът на полезно действие варира от 0,65 до 0,85.

Коефициентът на полезно действие на пружината зависи:

1. От качеството и обработката на материала. Еластични и висококачествени пружини с добре полирани повърхности имат значително по-голям коефициент на полезно действие.

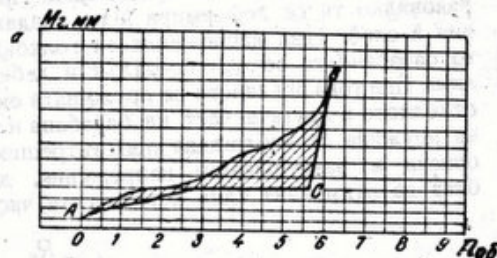
2. От смазочните материали — при добри масла и смазани правилно навивки на пружината триенето значително намалява и се увеличава коефициентът на полезно действие.

3. От начина на закрепване на пружината към барабанната ос и барабана.

При неправилно закрепване на пружината развиването ѝ става скокообразно. Същото може да се причини и от засъхнало масло и лошо полирани повърхности на пружината.

Коефициентът на полезно действие с течение на времето намалява, тъй като от дългото употребление пружината губи част от еластичността си; в такива случаи е необходима смяна на пружината.

На фиг. 19-а и б са показани два действителни случая за диаграма на въртящ момент — а) при добре смазана пружина и б) при несмазана пружина, от които се вижда важното значение на смазването на пружината.



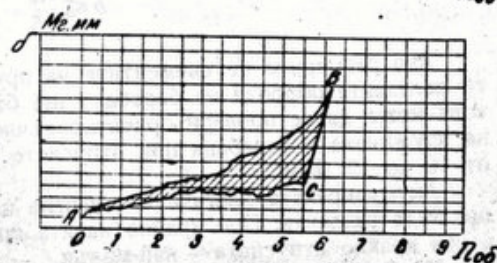
#### 10. Закрепване на пружината за барабана

Както видяхме, от начина на закрепване на пружината към барабана до голяма степен зависят загубите от триене между навивките, а оттам и к. п. д. на пружинния двигател. На фиг. 20 са показани различни начини на закрепване външния край на пружината за барабана.

При шарнирно закрепване (фиг. 20-а) триенето между навивките на пружината е много голямо благодарение на ексцентричното развиване на последната. Употребява се този начин на закрепване в големи часовници — стенни и за маса.

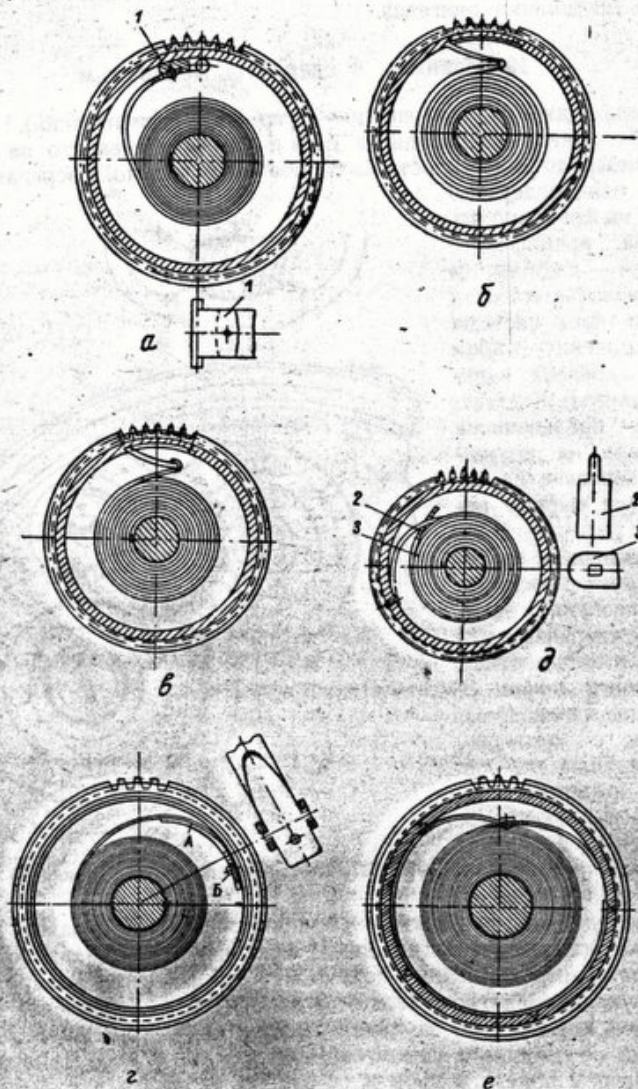
При V-образно закрепване резултатите са много по-добри. На фиг. 20-б и в са показани два начина на V-образно закрепване. Вторият начин е с пластинка, която пружинира и дава по-концентрични навивки на пружината. И тук съществува значително триене, но поради лесната изработка този начин на закрепване намира широко приложение в малките часовници (джобни и ръчни). Недостатък (особено за първия) е, че много лесно се чупи закачката. Пластинката, поставена във V-образната закачка при втория случай, е по-устойчива против счупване.

Мечовидната закачка се прилага в по-прецизните механизми, изготвя се по-трудно, но поради това, че дава отлични резултати за концентрично развиване на навивките на пружината, има по-широко приложение. Закрепена на края на пружината като отделна пластинка, мечовидната закачка се предвижда шарнирно и с опашката си изтиква пружината към средата на барабанната ос. Загубите от триене тук са сведени до минимум (фиг. 20-г).



Фиг. 19. Диаграма за работата на пружината





Фиг. 20-а, б, в, г, д, е. Начини за закрепване външния край на пружината

На фиг. 20-д е показан комбиниран начин на закрепване на външния край на пружината. Това закрепване дава най-добри резултати. Състои се от една отделна пластинка от пружина, закрепена на барабана. За другия ѝ край е надянат краят на пружината. При навито състояние пластинката се деформира, а пружината се съсредоточава концентрично към барабанната ос и запълва средата на барабана. Изработва се по-трудно, но за сметка на това триенето между навивките е минимално. По подобие на този начин на закрепване са и закачките на пружините при седмичните часовници (фиг. 20-е), само че пластинката при тях е по-дълга и се задържа в специални напречни канали на стената на барабана. При навито състояние на пружината вследствие създадения опън към барабанната ос пластинката се отделя от едно каналче и се намества в следващото. По този начин се осигурява концентричност на навитата пружина, а също така се предпазва пружината от пренавиване. Сигналите против пренавиване се получават чрез прескачане на пластинката, което показва, че пружината е навита в крайно положение. Такива пружини работят по-продължително време без скъсване.

#### 11. Ограничителни приспособления при пружинния двигател. Изравняване на двигателния момент

Както е известно, двигателният момент при пружинния двигател за разлика от този на двигателите с тежести, е променлива величина. При работа на часовника двигателният момент бързо намалява, а с това намалява и амплитудата на колебанията на регулатора. Тези промени на колебанията нарушават изохронността му, а с това и точната работа. Както се вижда от диаграмата на фиг. 18, началната и крайната крива на двигателния момент рязко се променят. Така на участък КМ и NC навивките са плътно прилепнати и се губи много енергия в триене.

От опити и практика е установено, че рязко променливият момент на пружинния двигател варира от 1 до 1,5 оборота на барабана. Въз основа на това всяка нормална пружина в часовника е така изчислена, че вместо 24 часа трябва да изкарва 36 часа, т. е. с една резерва от 12 часа, която резерва се приема именно за този променлив момент — начален и краен. Въпросът обаче за началния променлив момент не е разрешен в обикновения механизъм. Навиването на пружината става винаги докрая, а оттам и началният променлив момент остава да действа. Поради това, че този променлив начален момент не е толкова вреден както крайният и при това постоянният въртящ момент не е абсолютен, а относителен — получава се една компенсация, която за обикновените часовници дава добри резултати.

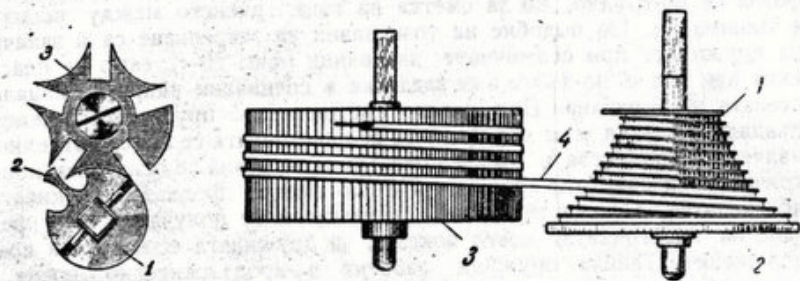
Друг е въпросът обаче за висококачествените и прецизни часовникови механизми, от които се изисква голяма точност. При тях барабанът има ограничително приспособление, което не позволява на пружината да се завърти повече от границата на относително постоянния въртящ момент — от N до M (вж. фиг. 18).



При това ограничителното приспособление има за цел да ограничи и пренавиването на пружината, а оттам и опасността от скъсване.

Такива ограничителни приспособления имат хронометрите и висококачествените часовници.

Ограничителните приспособления са твърде разнообразни. Предложени са такива от Бреге, Роберт, Радое, Шалфон, Расаре и др., които



Фиг. 21. Малтийски кръст

Фиг. 22. Коничен барабан

поради едни или други недостатъци днес не намират приложение. В днешно време широко приложение има така нареченият „малтийски кръст“, изобразен на фиг. 21. Действието на малтийския кръст е следното: състои се от един диск 1, поставен на квадрата на барабанната ос, с палец 2 с особена форма и един малтийски кръст 3, свободно въртящ се около оста си. Броят на зъбите на малтийския кръст зависи от оборотите на барабана, а единият от тях е с изпъкнала повърхност (удължен). Когато барабанната ос се върти наляво, то при всеки оборот палецът преминава през един зъб на малтийския кръст. След четири оборота профилната шайба на барабанната ос с палеца 2 опира с повърхността си до удължения зъб и по този начин става застопоряване. При навиването движението е надясно и след четири оборота застопоряването става с повърхността на палеца върху удължения зъб.

Приспособленията за изравняване на въртящия момент в пружинния двигател имат за цел, доколкото това е възможно, да придадат постоянен въртящ момент както при двигателите с тежести. Както се спомена и по-горе, в съвременните обикновени часовници те не намират приложение, а се използват в морските хронометри. На фиг. 22 е показано такова приспособление, състоящо се от един коничен барабан 1 с променлив радиус, съединен с барабанното колело 2, и цилиндричен барабан 3 с гладка повърхност, върху която се навива пружината. Двата барабана са свързани помежду си посредством тънка верига или стоманена струна 4. Когато коничният барабан е навит, цялата верига е намотана на него, а моментът на пружината в цилиндричния барабан е най-голям. Коничният барабан тогава действа с най-малкото (късотв) си рамо, където моментът е най-малък. При отвиването

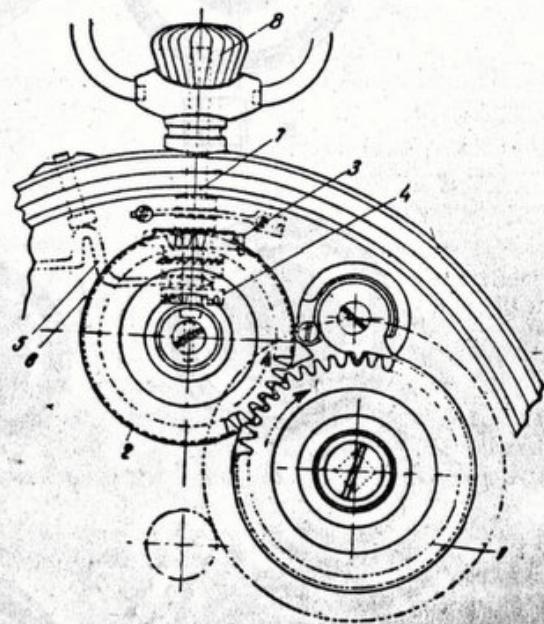
с намаляване на въртящия момент на пружината се увеличава рамото на коничния барабан, с което става едно изравняване на въртящия момент на пружинния двигател.

## 12. Навиващ и сверяващ механизъм

В някои джобни часовници — стар тип (ориенталски), и в почти всички будилници, часовници за маса и стенни навиването на двигателя става непосредствено от оста на барабанното колело. Сверяването става също непосредствено от оста на средното колело. За преносимите часовници — джобни и ръчни, навиването е осъществено чрез система от стоманени зъбни колела, наречена навиващ механизъм. Ключът, който е предназначен за навиване на пружината и сверяване на часовника, се нарича ремонтар.

В различните системи и видове конструкции на часовници навиващият и сверяващ механизъм е осъществен по различен начин. В едни от тях навиващият механизъм е монтиран върху барабанната ос открито, в други той е скрит в механизма под барабана, а в трети е под цифреника.

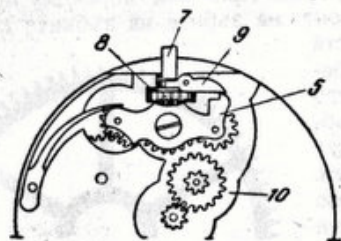
Всички видове обаче изпълняват една и съща служба и принципно не се различават. Главните детайли на навиващия и сверяващ механизъм са дадени на фиг. 23. Навивателното барабанно колело 1 е закрепено на квадрата на барабанната ос посредством винт и е в постоянно зацепление с коронното колело 2, закрепено за моста също с винт. Коронното колело от своя страна се зацепва с ремонтарните колела 3 и 4. Едното (3) е с кръгъл отвор и полегати зъби и се зацепва с полегатите зъби на другото ремонтарно колело посредством лоста 5 и контрпружинката 6. В някои системи — най-често в часовници с цилиндричен ход (фиг. 24) — ремонтарното колело 8 е единично, плоско и с квадратен отвор. В отвора влиза навивателната ос (ремонтарът) 7, на края на която е



Фиг. 23. Навиващ механизъм със странично сверяване



завинтена навивателната главичка — коронка. Навиването се осъществява чрез завъртане на ремонтара надясно. Карето на ремонтара завърта ремонтарните колела, а те завъртат от своя страна навивателното колело и оста на барабана, с което пружината се навива.

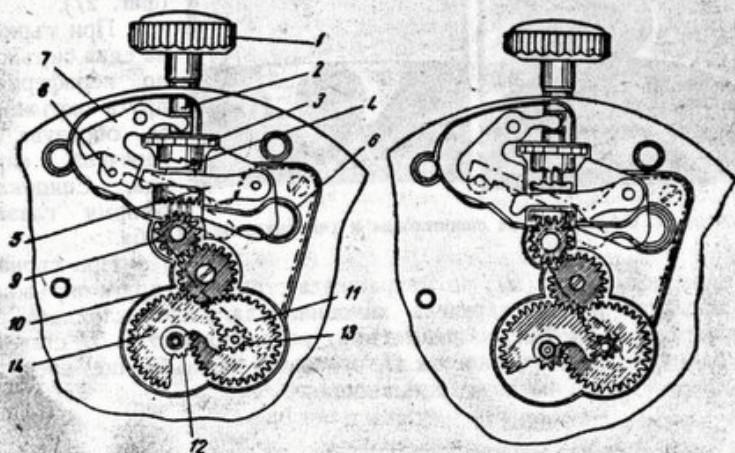


Фиг. 24. Навиваш механизъм с преводен лост и плъзгаща плочка

Сверяването на механизма се осъществява чрез издърпване на ремонтара, като чрез преводния лост (тиража) 9 (вж. фиг. 24) се изтиква навивателната плочка 5 и навивателното колело се зацепва с делителното колело 10.

Сверяването на механизма може да се осъществи и без преводен лост. При някои стари типове и при по-евтини часовници вместо с него изтикването на навивателния лост става посредством страничен бутон (вж. фиг. 23). На същата фигура са показани и начините за закрепване на лоста.

В съвременните ръчни и джобни часовници — система „анкър“, навиваният и сверяващ механизъм са значително подобрени. На фиг. 25-а и б са показани всички детайли на навивания и сверяващ механизъм



Фиг. 25-а и б. Навиваш механизъм с преводен лост:  
а) при навиване; б) при сверяване

на ръчен часовник „Победа“, гледан откъм цифреника, и връзката им със стрелковия механизъм. Ремонтарната ос 2 с коронката 1 превъртат посредством квадрата ремонтарните колела 3 и 4, които са постоянно зацепени посредством лоста 5 и пружинката 6. Ремонтарното колело 3 е с кръгъл отвор, а 4 е с квадратен отвор. Фиксаторът 8

задържа лоста 5, пружинката 6 и зъбните колела 9 и 10 за сверяване, които осъществяват връзката със стрелковия механизъм (11, 12, 13 и 14). Преводният лост 7, закрепен посредством специален степенчат винт, задържа чрез канала ремонтарната ос 2. При навиване (фиг. 25-а) навивателният ключ (ремонтоарът) 2 се завъртва и увелича ремонтарните колела 3 и 4. Ремонтарното колело 3 е в постоянно зацепление с коронното колело 2, а последното — с навивателното колело 1 (вж. фиг. 23). Навивателното колело е закрепено с винт на квадрата на барабанната ос и последната се завъртва, като навива пружината.

При сверяване (фиг. 25-б) ремонтарната ос 2 се издърпва и преводният лост 7 изтиква лоста 5 и се задържа от фиксатора 8. При това положение ремонтарното колело 4 с квадратен отвор се хлъзга по квадрата на ремонтара, отцепва се от ремонтарното колело 3 и се зацепва с колелото за сверяване 9. Последното е в постоянно зацепление с преводното колело 10, а то от своя страна с делителното колело 11 в стрелковия механизъм, с минутния пиньон 12 и с часовото колело 14. С превъртане на ремонтара 2 се превърта и ремонтарното колело 4 с квадратен отвор, а то от своя страна увелича колелата за сверяване и тия от стрелковия механизъм.

Предимствата на този вид навиваш и сверяващ механизъм са, че много добре са фиксирани детайлите му и повредите са сравнително по-рядко явление. Монтажът и демонтажът им стават по-лесно и фиксирането при издърпване за сверяване — по-сигурно. Този вид механизми се употребяват в съвременните по-прецизни часовници.

### Глава III

## ПРЕДАВАТЕЛЕН МЕХАНИЗЪМ

### 13. Предназначение на предавателния механизъм. Видове зъбни зацепления

Предавателният механизъм (колевата система) на механическите часовници служи да предаде въртящия момент от двигателя до ходовото колело. Така той се явява като брояч на колебанията (вибрациите) на регулатора. Отделните оси от предавателния механизъм отчитат часовете, минутите и секундите. При секундомери и хронографи се отчитат и части от секундите — 0,1 и 0,01 сек, а при часовниците-календари — дните, месеците и годините.

Предаването се осъществява посредством система зъбни колела, които са в постоянно зацепление.

Зъбните зацепления, употребявани в часовниковия механизъм, изискват по-специални условия. За разлика от тия в общото машиностроене те пренасят по-малко механична енергия, следователно и малки зъбни налягания. Поради това те не се подлагат на изчисления за здравина. Размерите на колелата по-скоро се избират с оглед на мястото, което ще заемат.



Точната изработка на зъбите е решаващ фактор, тъй като в часовникарството се употребяват зъбни козела с дребни зъби, а често броят на зъбите е до 6. При тия условия и най-малката неточност може да предизвика сериозни смущения.

Постоянното предавателно отношение и възможното най-малко триене са важни условия в зъбните зацепления на часовниковия механизъм.

За задоволяване на горните изисквания от дълги години в часовникарството се използват циклоидални или по-точно коригирани циклоидални зъбни зацепления.

Напоследък чрез известно коригиране се правят опити за прилагането в часовниковия механизъм и на еволвентните зацепления.

По отношение прилагането им в часовниковия механизъм циклоидалните и еволвентните зъбни зацепления имат следните преимущества и недостатъци:

#### Циклоидални зъбни зацепления

1. Употребяват се за предавки с определен брой зъби и постоянно междуцентрово разстояние.
2. В основата си зъбът е твърде слаб.
3. Трудно се изработват. Изискват специални фасонни фрезери.
4. Имат големи хлабини и триенето е малко.
5. Предавателното число достига до 12. Може да се нарежат малък брой зъби — 6 броя.

От горното сравнение се вижда, че макар и с известни преимущества, еволвентните зъбни зацепления притежават основни недостатъци, а именно голямо триене и малко предавателно число.

В последно време са правени множество опити, щото еволвентните зъбни зацепления чрез известна корекция на зъба да бъдат прилагани в часовниковия механизъм.

В това отношение известен успех са регистрирали 15-градусовите коригирани високи зъби и V-образните еволвентни зъбни профили.

Корекцията на 15-градусовите високи еволвентни зъби се състои в увеличаване височината на главата на зъба с 0,2 от модула и междуцентровото разстояние с 0,4 от модула в сравнение с тези от нормените 15-градусови еволвентни профили. При тази корекция хлабината се увеличава, броят на зъбите на зъбното колело намалява до 9, а предавката чувствително се увеличава, без това да влияе на плавността (продължителността) на зацеплението. Благодарение на придобитите положителни качества от корекцията тези зъбни зацепления успешно се прилагат в някои часовникови механизми. Особено те са ценни при зъбните козела, на които зъбите са повече натоварени и понасят повече усилия, например в стрелковия, навивачия и сверяващ механизъм, а също така и при някои големи часовници: градски, стенни и за маса.

#### Еволвентни зъбни зацепления

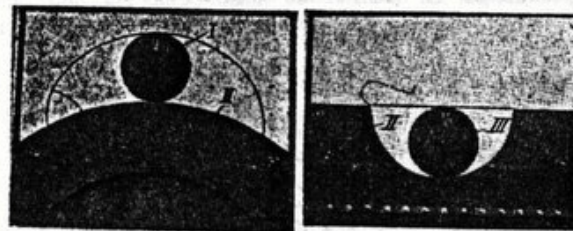
1. Употребяват се и при предавки с променливо междуцентрово разстояние.
2. Зъбите са здрави и устойчиви.
3. Изработват се лесно с нормени еволвентни фрезери.
4. Имат малки хлабини и триенето е по-голямо.
5. Допускат малко предавателно число — максимум 6,5. Може да се нарежат най-малко 20 зъба.



Фиг. 26. Часовниково колело с еволвентни зъби

При еволвентните V-образни зъбни зацепления корекцията на главата на зъба е още по-голяма и достига до единица в сравнение с нормения 15-градусов стандартен профил. При тази корекция предавката се увеличава значително, а броят на зъбите на зъбните козела намалява до 7. Продължителността на зацеплението се увеличава и хлабините намаляват, благодарение на което тези зъбни профили дават плавно зъбно зацепление и успешно се прилагат в прецизните часовникови механизми. На фиг. 26 е показано часовниково колело с висок V-образен еволвентен профил. Корекцията на V-образния еволвентен профил на зъба позволява да се зацепи колелото с гребен или с какъвто да е брой зъби от друго колело с еднаква стъпка.

Циклоидалните зъбни зацепления, на основата на които са оформени почти всички часовникови зъбни зацепления, се получават от взаимното търкаляне на две окръжности (фиг. 27).



Фиг. 27. Образуване на епциклоида и хипоциклоида

При търкалянето на една окръжност (I) по периферията на друга окръжност (II) се образува линия, наречена епциклоида. Епциклоидата оформя главата на зъба.

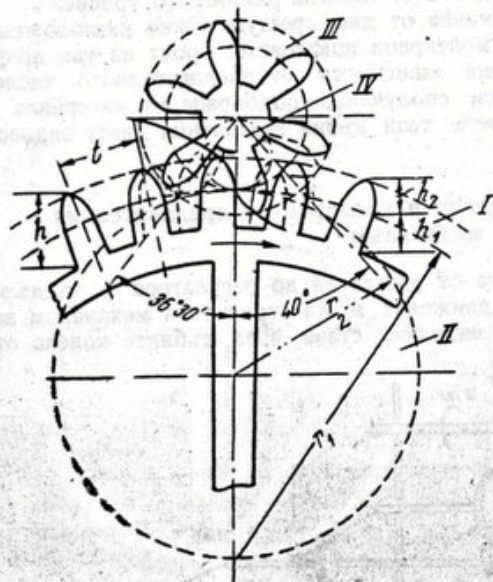
При търкалянето на една окръжност (III) по вътрешната страна на друга окръжност (II) се образува линия, наречена хипоциклоида. Хипоциклоидата оформя основата на зъба. Когато диаметърът на окръжността III стане равен на радиуса на окръжността II, основата на зъба ще представлява радиалната права на тази окръжност.

#### 14. Часовникови зъбни зацепления — основни свойства

Както споменахме вече, часовниковите зъбни зацепления са построени въз основа на циклоидалните зъбни зацепления с известна корекция на основата на зъба. Обикновено в часовниковите зъбни зацепления имаме предавки от голямо към малко колело с изключение на тези в стрелковия механизъм. Водещото колело е с повече от 20 зъба, а водимото колело е от 6 до 15 зъба. В практиката е възприето последното да се нарича пиньон, а при точковите (щифтовите) зацепления — щифтов пиньон (фенер).



На фиг. 28 е изобразена една двойка часовникови зъбни колела. Зъбното колело I е водещо, а пиньонът III — водимо. Височината  $h$  на зъба на колелото е от 0,9 до 1,3 от стъпката  $t$ ,<sup>1</sup> а на пиньона — от 0,7 до 0,9  $t$ . Височината  $h_1$  на основата на зъба е между 0,5—0,7  $t$ , височината  $h_2$  на главата — от 0,4 до 0,6  $t$ . При пиньона основата на зъба е 0,5  $t$ , а височината на главата — от 0,2 до 0,4  $t$ . Радиалната хлабина е от 0,1 до 0,2  $t$ .



Фиг. 28. Часовниково зъбно зацепление

Основните свойства на часовниковите зъбни зацепления са (вж. фиг. 28):

1. Диаметърът на образувателната окръжност II е равен на радиуса на делителната окръжност на зъбното колело I, т. е.  $\frac{r_1}{2} = r_2$ . Същото се отнася и за водимото колело — пиньона.
- При така подобрения хипоциклоидата оформя с радиална права основата на зъбите във водещото зъбно колело и пиньона.
2. При точката на зацеплението главата на зъба на пиньона се хлъзга по правата на основата на зъба на колелото I и, обратно, главата на зъба на колелото I се хлъзга по правата от основата на зъба на пиньона. Триенето от страна на главата на зъба на пиньона върху радиалната права при основата на зъбното колело в точката на зацеплението се нарича входящо (дълбаещо) триене. Това триене е нежелателно, тъй като се губи голяма част от двигателния момент и зъбът се износва бързо. За да се избегне това триене, зъбите на пиньона се коригират, като главите им се правят по-къси, заоблени във вид на дъга, която лежи под епициклоидата. При тази корекция главата на зъба на пиньона не участва в зацеплението или участва в съвсем малък сектор. Това дава възможност да се комбинира пиньонът с кое да е зъбно колело с еднаква стъпка. В зацеплението вземат участие основата на зъба на пиньона и главата на водещото зъбно колело. С тази корекция се въвежда единна норма в часовниковите зацепления, което спомага за бързо заменяне на зъбните колела и за намаляване номенклатурата на режещите инструменти.

<sup>1</sup> Стъпка  $t$  на едно зъбно колело наричаме разстоянието по делителната окръжност между две едноименни точки на два съседни зъба от колелото.

В случаите, когато имаме изходящо триене, главата на зъба на колелото трие по радиалната права на зъба на пиньона. Това триене е по-благоприятно от входящото. Ето защо корекции на главата на зъбите на водещото колело не се правят.

3. Главата на зъба на колелото се очертава с дъга от окръжност, разположена сравнително близо до епициклоидата. Този профил на главата спомага за увеличаване продължителността на зацепването.

4. Страничната хлабина се осъществява за сметка на дебелината на зъба на пиньона, с което значително се намалява страничното триене.

5. Часовниковите зъбни зацепления (както и циклоидалните) допускат големи предавателни числа до 12 за една двойка зъбни колела. При тях обаче трябва строго да се спазва разстоянието между центрите. Всяко изменение на междуцентрието довежда до неправилно зацепване, което бързо разрушава зъбните профили.

Допирните повърхности на зъбите на трите вида зъбни зацепления са:

При циклоидални зъбни зацепления изпъкналият профил на зъба на водещото колело се трие по вдлъбнатия профил на зъба на водимото колело.

При еволвентните зъбни зацепления изпъкналият профил на зъба на водещото колело се трие по изпъкналият профил на водимото колело.

При часовниковите зъбни зацепления изпъкналият профил на зъба на водещото колело се трие по правата на основата на зъба на водимото колело.

## 15. Видове, форми и размери на часовниковите зъби

В часовниковите зъбни зацепления важно условие е да се намали до минимум разрушаващото входящо триене. За тази цел главата на зъба на пиньона се коригира.

Острият профил, получен от епициклоидата, се закръглява. Това закръгляване е различно за различните конструкции и фирми.

Швейцарските норми предлагат три профила на зъба на пиньона (фиг. 29).

1. Форма А — главата на зъба е кръгла. Тя се очертава с дъга от окръжност, чийто радиус е равен на половината от дебелината на зъба  $S$ . Центърът лежи върху делителната окръжност. Този профил е много стар. При него входящото триене е почти изцяло отстранено или сведено до минимум. Въпреки това си преимущество в днешно време почти не се употребява. Причина е трудността при нарязване зъбите с модулни дискови фрезери, при което не може да се получи плавно закръгляне на главата на зъба. Продължителността на зацеплението е също малка.

2. Форма В — главата на зъба се образува от две пресичащи се дъги от окръжности (полуостър зъб). Очертава се с радиус  $\frac{2}{3} S$ . Входящото триене при тези зъби е незначително. Този профил има

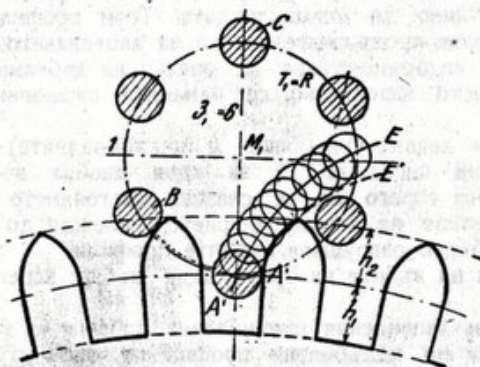


Фиг. 29. Коригирани профили на пиньони



голямо приложение поради големите предимства, които притежава по отношение на изготвянето му.

3. Форма С — главата на зъба се образува от две пресичащи се окръжности с радиус, равен на дебелината на зъба, и център върху делителната окръжност. Този профил е с високи и остри очертания на



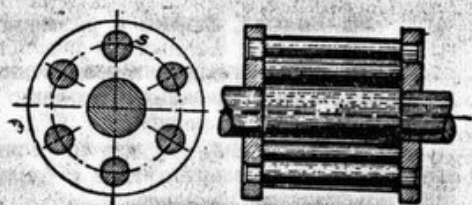
Фиг. 30. Шифтово зъбно зацепление

главата на зъба. Намира приложение в пиньони с малък брой зъби, в които е необходимо да се увеличи продължителността на зацеплението. Но с увеличаване продължителността на зацеплението се увеличава и входящото триене. Този профил се прилага още при часовникови зъбни зацепления, където водещо колело е пиньонът, а водимо — зъбното колело (например в стрелковия механизъм).

Според френската фирма „Карпано“ главата на

зъба се изготвя по профил, който заема средно място между формите В и С. Съпоставяйки го с тези по швейцарските норми, се вижда, че този профил допуска по-малка височина на главата на зъбите на колелото и пиньона. Главата на зъба на колелото има почти същия профил на епциклоидата.

Шифтови зъбни зацепления. Шифтовите (цевните, точковите) зъбни зацепления намират широко приложение в часовниковия механизъм, тъй като се изработват лесно и поевтиняват значително производството. Прилагат се в по-простите конструкции. В повечето часовници за маса и някои стени часовници водимото колело е с шифтови зъби. Поради своеобразния начин на нареждане на шифтовете тези водими зъбни колела освен като пиньон са известни още под названието фенер.



Фиг. 31. Конструкция на шифтов пиньон (фенер)

Предимствата на шифтовите зъбни колела са следните:

Може да се намали броят на зъбите до 6; увеличава се предавателната способност; шифтовете не се замърсяват бързо; входящото триене почти е отстранено. На фиг. 30 е показано шифтово зъбно зацепление. Фенерът 1 е с 6 шифта, взаимното разположение на които е определено от образуващия профил на главата на зъбното колело. Тези профили

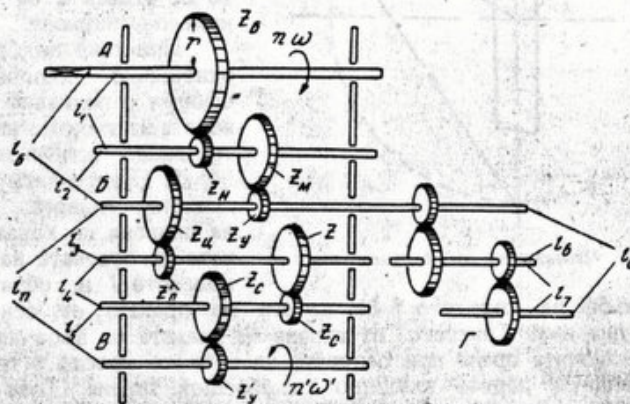
оформят същевременно главата на зъба на колелото и имат форма на епциклоида (АЕ). Зъбът-шифт се хлъзга по повърхността на профила на зъба А'Е' или все едно по епциклоидата АЕ. По този начин теоретически във всеки момент допирането се извършва само в една точка — в точката на зацеплението А'. При това основата на зъба не участва в зацеплението, с което се избягва входящото триене.

Фенерът (фиг. 31) е съставен от две срещуположно разположени кръгли шайби, в които са монтирани шифтовете. Броят на тия шифтове е от 6 до 8 и е в пряка зависимост от предавателното число.

При грижлива изработка, сполучливо подбиране на материала и добро полиране на шифтовете тези зъбни зацепления дават задоволителни резултати.

## 16. Елементи, съотношения и предавки от предавателния механизъм

Пренасянето на енергията от двигателя до регулатора за поддържане на колебателното му движение и до стрелковия механизъм за отчитане на времето, както видяхме, става чрез зъбните колела от



Фиг. 32. Схема на предавателния механизъм

предавателния механизъм. По-голямата част от детайлите в часовниковия механизъм са зъбни колела. Те са непрекъснато зацепени едно с друго и образуват съответния брой двойки зъбни зацепления. Във всяка двойка зъбни зацепления различаваме: водещо колело, което поема движението от двигателя и го предава, и водимо колело, което приема това движение и се завърта в обратна посока. В предавателния механизъм на часовниците водещо е зъбното колело, а водимо — пиньонът. В стрелковия механизъм е обратното (фиг. 32). За да се намали триенето при зъбните зацепления, зъбните колела се изработват от месинг, а пиньоните от стомана.



Отношенията на броя на зъбите между водещото и водимото колело при една двойка зъбни зацепления характеризират предавката му. Това отношение може да бъде представено и с радиусите на водещото и водимото колело.

Ако са представени отношенията на зъбните колела с техните обороти или ъглови скорости, те ще бъдат обратно пропорционални на отношенията, представени чрез зъбите и радиусите.

В предавателния механизъм на часовника скоростта и оборотите на зъбните колела се увеличават по направление на ходовото колело. Ако на водещото колело означим с  $z$  броя на зъбите, с  $r$  радиуса, с  $n$  оборотите и с  $\omega$  ъгловата скорост, а с  $z'$  съответно броя на зъбите, радиуса  $r'$ , оборотите  $n'$  и ъгловата скорост  $\omega'$  на водимите колела, то предавателното число ще бъде:

$$i = \frac{z}{z'} = \frac{r}{r'} = \frac{n'}{n} = \frac{\omega'}{\omega}. \quad (1)$$

От кинематичната схема на фиг. 32 се виждат четири главни оси:  $A$  — ос на двигателя, откъдето изхожда енергията.

$B$  — централна ос, от която енергията се разпределя, като една част отива в стрелковия механизъм, а друга — към регулатора.

$V$  — ос на ходовото колело, от която двигателната енергия се препраща към регулатора за поддържане на колебателното му движение.

$\Gamma$  — ос на стрелковия механизъм, която приема енергията от централната ос и я разпределя за отчитане на времето върху цифреника.

Пренасянето на двигателната енергия от оста  $A$  до осите  $B$  и  $\Gamma$  се извършва от система двойки зъбни колела с общо предавателно число. На фиг. 32 се вижда, че общата предавка съставлява няколко основни предавки. Така например от оста  $A$  до оста  $B$  имаме предавката на барабана  $i_B$ , която характеризира продължителността на времетраенето на двигателя.

От оста  $B$  до оста  $V$  имаме предавката на хода  $i_x$ , която характеризира броя на колебанията на регулатора, известни на практика като вибрации на часовника ( $B$ ).

От оста  $B$  до оста  $\Gamma$  имаме предавката на стрелковия механизъм  $i_c$ , която характеризира и разпределя времето върху цифреника.

Предавателното число на двигателя  $i_B$  се състои от две отделни предавки  $i_{B_1}$  и  $i_{B_2}$ .

Предавателното число на хода  $i_x$  е отношението на броя на колебанията на регулатора за час ( $B$ ) и двойния брой на зъбите на ходовото колело ( $Z_x$ ). Броят на зъбите на ходовото колело се взема двойно, тъй като за две колебания на регулатора ходовото колело отпуска един зъб. Или

$$i_x = \frac{B}{2Z_x}. \quad (2)$$

Ако колебанията са например  $B = 18\,000$  кол/час, а ходовото колело  $Z_x = 15$  зъба (при ръчни и джобни часовници), тогава предав-

ката  $i_x$  ще бъде

$$i_x = \frac{B}{2 \cdot Z_x} = \frac{18\,000}{2 \cdot 15} = 600. \quad (3)$$

Известно е, че предавки, по-големи от 12, в часовниковия механизъм не се използват. Ясно е тогава, че за осъществяване на предавката от оста на централното колело до оста на ходовото колело са необходими няколко двойки зъбни колела, съставляващи колевата система в часовниковия механизъм (вж. схемата):

$$i_x = \frac{Z_u \times Z_n \times Z_c}{z_n' \times z_c' \times z_x'} = 600. \quad (4)$$

Ако часовникът е със секундна стрелка, то предавката между централното и секундното колело ще бъде

$$i_c = \frac{Z_u \times Z_n}{z_n' \times z_c'} = 60. \quad (5)$$

Предавката  $i = 60$  се разлага на две отделни предавки:  $i_{x_1} = 8$  и  $i_{x_2} = 7,5$ , а за останалата предавка, която е последната двойка зъбни колела, имаме предавка  $i_{x_3} = 10$ . Тези предавки в действителност се отнасят към следните двойки зъбни колела:

$$i_{x_1} = \frac{Z_u}{z_n'} = 8, \quad (6)$$

$$i_{x_2} = \frac{Z_n}{z_c'} = 7,5, \quad (7)$$

$$i_{x_3} = \frac{Z_c}{z_x'} = 10, \quad (8)$$

където:  $Z_u$  е централното колело,  $z_n'$  — пиньонът на посредното колело,  $Z_n$  — посредното колело,  $z_c'$  — пиньонът на секундното колело,  $Z_c$  — секундното колело,  $z_x'$  — пиньонът на ходовото колело. Формулите от 3 до 8 могат да се използват в практиката за изчисляване броя на колебанията при смяна на спирална пружина, за изчисляване на отделните предавки в механизма или за изчисляване броя на зъбите на колелата и пиньоните, ако последните са неизвестни или броят на зъбите им е съмнителен. Числени примери за пресмятане са дадени в част II.

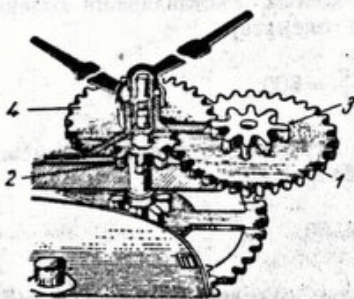
## 17. Стрелкови механизъм (минутерия)

Стрелковият механизъм или минутерията на часовника е неразделна част от общия предавателен механизъм. Чрез система зъбни колела, монтирани под цифреника, минутерията се явява като съединителна връзка, която поема движението от централното (средното)



кодело и го разпределя чрез предавателния механизъм с цел да се отчете времето върху цифреника. Цифрениците обикновено са разпределени на часове, минути и секунди, а при специални случаи — и на части от секундата.

Основните елементи на стрелковия механизъм са дадени на фиг. 33. Минутен пиньон (карамфил) 2<sup>1</sup> който е в постоянно зацепление със зъбите на делителното колело 1, а пиньонът му 3 — със зъбите на часовото колело 4. За разлика от зъбните зацепления в предавателния



Фиг. 33. Схема на стрелковия механизъм

механизъм, в минутерията водещи се явяват пиньоните 2 и 3, а водими — зъбните кодела 1 и 4. Върху минутния пиньон е закрепена минутната стрелка, а върху часовото колело — съответно часовата стрелка. Минутният пиньон прави 12 оборота за един оборот на часовото колело, следователно и предавателното число в стрелковия механизъм трябва да бъде  $i_c = 1/12$ , понеже тук пиньоните 2 и 3 са водещи.

За да се осъществи тази предавка с една двойка зъбни кодела, броят на зъбите им трябва да бъде значително голям. При това необходимо е колелата да бъдат съсредоточени в центъра.

За да се избегне първото неудобство и да се осъществи второто условие, прибавя се допълнително колело. Това колело, наречено делително, има за задача да раздели общата предавка на стрелковия механизъм  $i_c = 1/12$  на две отделни предавки  $i_{c1} = 1/3$  и  $i_{c2} = 1/4$  и да преведе часовото колело в средата на цифреника върху минутния пиньон.

Предавките  $i_{c1}$  и  $i_{c2}$  се отнасят за следните двойки зъбни кодела:

$$i_{c1} = \frac{z_{m'}}{Z_d} = \frac{1}{3}, \quad (9)$$

$$i_{c2} = \frac{z_{d'}}{Z_q} = \frac{1}{4}, \quad (10)$$

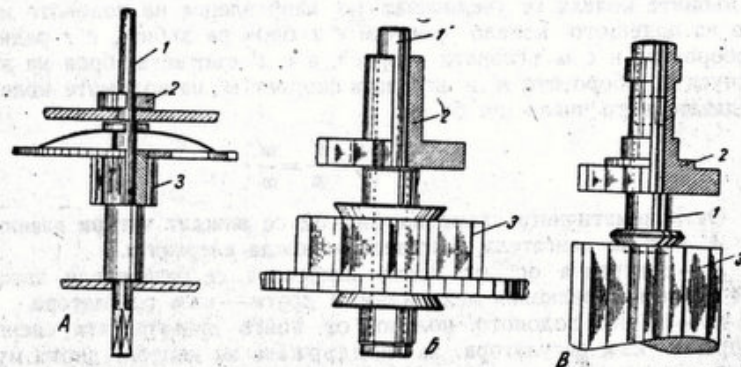
или общо за предавката на стрелковия механизъм

$$i_c = i_{c1} \times i_{c2} = \frac{z_{m'} \cdot z_{d'}}{Z_d \cdot Z_q} = \frac{1}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{12}. \quad (11)$$

Съотношенията могат да бъдат изменени, например  $i_{c1}$  да бъде равно на  $1/6$ , а  $i_{c2}$  да бъде  $1/2$ , без да бъде нарушено общото съотношение  $1/12$ . С тези формули (9—11) може да се изчисли броят на зъбите на зъбни кодела от стрелковия механизъм (числени при-

<sup>1</sup> В часовникарската терминология се употребява названието карамфил само защото колелото има формата на карамфил.

мери вж. в глава IX). В някои часовникови механизми към стрелковия механизъм е прибавена допълнителна двойка зъбни кодела, чиято предавка е така подбрана, че да отчита датите, месеците и др. В този случай общата предавка на стрелковия механизъм трябва да бъде  $1/24$ , а колелото, което отчита датите през месеца, трябва да има 31 зъба. На всеки един оборот на колелото, който се извършва за 24 часа, се превърта чрез шифт по един зъб от колелото за датите през ме-



Фиг. 34-а, б, в. Връзка между предавателния и стрелковия механизъм

сеца. Така в продължение на 31 ден календарното колело прави един пълен оборот. При месеци с 30 дни същото се превърта допълнително чрез сверяващия механизъм през един зъб.

От схемата на предавателния механизъм (вж. фиг. 32) се вижда, че от оста на централното колело движението се пренася в стрелковия механизъм. Връзката между тях се осъществява посредством минутния пиньон и оста на централното колело. За да действа правилно стрелковият механизъм, тази връзка трябва да отговаря на определени изисквания:

1. Триещата връзка между централната ос и минутния пиньон да бъде достатъчна, за да се осигури равномерно движение на стрелките.

2. Тази триеща връзка да бъде такава, че без особени усилия минутният пиньон да се превърта около централната ос и с помощта на останалите кодела от стрелковия механизъм да сверява стрелките.

Съществуват различни конструкции, които в зависимост от системата, прецизността и качествата на часовниковия механизъм удовлетворяват горните изисквания.

На фиг. 34 са дадени няколко такива конструкции. Конструкция А е най-простият начин за осъществяване на връзката между централното колело и минутния пиньон. Среца се обикновено в часовници за маса, будилници и някои по-евтини стенни часовници. На оста 1 на централното колело плътно е впесован минутният пиньон 2. Централното колело с пиньона 3 свободно се върти около оста си. Триещата



връзка между тях се осъществява посредством пружинираща пластинка — звезда *A*, затегната с шайба. През време на работа централното колело се завърта и благодарение на триещата връзка между него и оста му последната се завърта и увелича минутния пиньон. Той е в постоянно зацепление с другите колела от стрелковия механизъм, които придвижват равномерно стрелките.

Сверяването става направо от квадрата на централната ос, която без големи усилия се превърта около отвора на централното колело, като увелича минутния пиньон, а оттам и сверяването на стрелките.

На фиг. 33 са дадени две конструкции, които се срещат често в малките часовници (джобни и ръчни) и много рядко в някои стенни и за маса часовници.

Конструкция *B* е характерна за по-евтините часовници — цилиндър или стари механизми, където връзката между минутния пиньон и централното колело е осъществена с подвижна ос. Оста *1* свободно преминава през отвора на централното колело с пиньон *3*. Минутният пиньон *2* се впесова на централната ос. Триещата връзка се осъществява посредством грапавата повърхност на оста, която се трие в отвора на централното колело. През време на работа благодарение на това триене централното колело увелича оста с минутния пиньон, като се осигурява равномерно придвижване на стрелките. Сверяването се осъществява направо от квадрата на оста или чрез сверяващ механизъм, като оста без големи усилия се превърта в отвора на централното колело и сверява стрелките. Тази връзка скоро се нарушава поради превъртане на оста в колелото, с което грапавините скоро се шлифуват. Това предполага чести ремонти (вж. гл. X), затова в съвременните модерни часовници почти не се прилага.

В някои евтини часовници има също такава конструкция, но триещата връзка се осъществява с една пластинчата шайбичка на оста между основната плоча и минутния пиньон, като последният се впесова плътно в оста. Съществуват и други подобни конструкции особено в стенните часовници, където триещата връзка се осъществява чрез гайка, която се завинтва върху оста, задържа стрелките, притиска минутния пиньон за основната плоча и създава необходимата триеща връзка.

Конструкцията *B* е най-модерна и съвременна. Тя се прилага широко в джобните и ръчните часовници, обикновено от система „анкр“. Оста *1* представлява едно цяло с пиньона, върху който неподвижно е закрепено централното колело *2*. Минутният пиньон *2* има специална форма, прищипната в средата, и се впесова в оста плътно. Триещата връзка се осъществява посредством специално скосяване на централната ос, в която плътно се опира прищипнатата част на пиньона. Благодарение на това триене през време на работа централното колело с оста придвижва минутния пиньон, а той от своя страна — стрелковия механизъм, с който се осигурява равномерно придвижване на стрелките. Сверяването тук се осъществява чрез сверяващ механизъм, който превърта стрелковия механизъм, като минутният пиньон без

големи усилия се превърта около оста на централното колело и осигурява сверяването.

Тази конструкция притежава редица предимства, а именно: лек монтаж и демонтаж, бърз и качествен ремонт (вж. глава X), сигурна и за по-продължително време триеща връзка и др. Благодарение на тези предимства тази конструкция намира най-широко приложение в часовниковия механизъм.

Напоследък масово се произвеждат и добиха широка известност анкърните часовници „Роскопф“. Те са обикновено евтини часовници (ръчни и джобни) с по-проста конструкция. Ходовият механизъм им е щифтов (вж. глава IV), но не всички часовници с щифтов ход се наричат „Роскопф“. На практика понякога тези две названия се бъркат. Тук му е мястото да споменем, че начинът, по който е осъществена връзката между предавателния и стрелковия механизъм, „Роскопф“ се различава от щифтовия ход. При тип „Роскопф“ липсва централна ос с централно колело. Самс при тях стрелковият механизъм поема движението направо от барабана. Към капачката на барабана е закрепено чрез втулка допълнително зъбно колело, което е в непрекъснато зацепление с минутния пиньон и стрелковия механизъм. Минутният пиньон е монтиран и се върти свободно на допълнителна ос, която е занитена в средата на основната плоча. Триещата връзка се осъществява посредством втулката върху барабана. През време на работа се завърта барабанното колело с барабана, като увелича и допълнителното колело, което от своя страна е в непрекъснато зацепление с минутния пиньон, а последният — със стрелковия механизъм. По този начин се осигурява равномерно завъртане на стрелките. При сверяване посредством сверяващия механизъм допълнителното колело се завърта без големи усилия около втулката и с помощта на стрелковия механизъм осигурява сверяването.

При някои часовници за по-голяма сигурност на триещата връзка между капачката на барабана и допълнителното колело се поставят пластинчати шайби или пружинки. При конструкция „Роскопф“ се спестява изработката на една централна ос, което поевтинява значително часовника. Напоследък масово се произвеждат такива евтини часовници.

Енергията, която идва от двигателя, при всички часовници се разпределя така: една по-голяма част от нея се пренася чрез предавателния механизъм към регулатора за поддържане на колебателните му движения, а останалата част се пренася от централното колело на колелата в стрелковия механизъм, където се отчитат часовете, минутите и секундите. По този начин вложената енергия в двигателя се изразходва за сметка на извършената полезна работа.

Всяка двойка зъбни колела поражда известно триене, за преодоляването на което се губи съответна енергия. Загубата на енергия ще бъде толкова по-малка, колкото:

- 1) по-правилни са профилите на зъбите и входящото триене е по-малко;
- 2) по-малко двойки зъбни колела има предавателният механизъм, т. е. по-малко предавателно число;



3) по-малко е налягането и скоростта на движение при триещите се повърхнини;

4) по-правилно и с по-качествени смазки са смазани триещите повърхнини и площта на съприкосновение е по-малка;

5) по-добре са полирани шийките на осите на зъбните козела и лагерите са от камъни.

Ясно е, че колкото триенето в механизма е по-малко, толкова и загубата на енергия ще бъде по-малка, а това ще рече, че коефициентът на използваната енергия за полезна работа ще бъде по-голям. Този показател характеризира качеството и прецизността на часовника. Два еднакви по конструкция часовника в зависимост от това, доколко триенето в механизмите им е сведено до минимум, ще имат и различно качество. Стремежът е първоначално вложената енергия да бъде по възможност по-малка, но достатъчна за извършване на полезна работа.

### 18. Оси и лагери на предавателния механизъм

Осите на козелата в предавателния механизъм обикновено се изработват от стомана, краищата на осите се оформят като тънки цилиндрични върхове — шийки. На фиг. 35 е представена такава ос. За намаляване на триенето големият диаметър на оста се скосява под  $90^\circ$ . Размерът на осите зависи от разположението на козелата в механизма. Близките до двигателя ос и върхове са по-дебели, тъй като изпитват по-големи усилия и триене.



Фиг. 35. Ос на предавателния механизъм

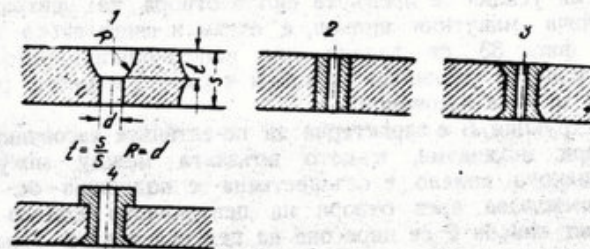
За да се избегне голямото триене и бързото износване, шийките на осите и съответните им лагери се правят от различни материали. Добре полираните и закалени стоманени шийки се въртят в месингови лагери или специални бронзови втулки, впресовани в платината и моста.

На фиг. 36 са представени различни начини за закрепване на металически лагери. В случай 1 имаме лагер-отвор, направен в платината или моста. Горната страна се закръглява с  $R=d$  за задържане на смазката. Случай 2 — лагер-втулка, закрепена чрез впресоване. Случай 3 — лагер-втулка, закрепена чрез впресоване и занитване. Случай 4 — лагер-втулка с главичка, закрепена чрез впресоване и занитване на долната страна. Съществуват и много други начини за закрепване, но те се употребяват рядко и не представляват особен интерес.

В по-прецизните механизми, където триенето и износването трябва да бъдат сведени до минимум, се употребяват лагери от камъни (естествени или изкуствени благородни камъни — рубин, сапфир, ахат и др.). Изкуствените (синтетичните) камъни напълно удовлетворяват изискванията, а в някои отношения превъзхождат естествените камъни. Така например обработката при тях е значително по-лека и може да се получат всички желани форми, стойността им е по-ниска и пр. Отдавна е преустановено употребяването на естествени камъни — ру-

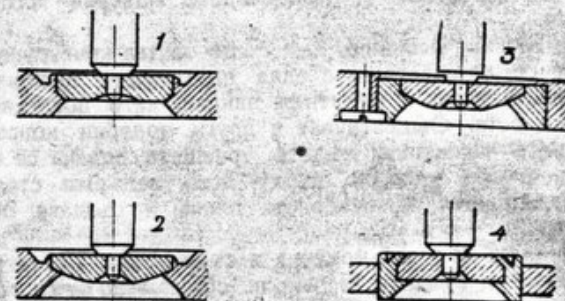
бин, сапфир и ахат, за лагери в часовниковия механизъм. В редки случаи от тях се правят подложните камъни на морски хронометри.

На фиг. 37 са показани различни форми на камъни, употребявани в предавателния механизъм, и закрепването им. При случаите 1 и 2 камъните са впресовани направо отвътре на платината. Краищата на



Фиг. 36. Лагери от сплави и закрепването им

тези отвори са с фрезенки, които обхващат камъка след монтирането му. Случаите 3 и 4 са за камъни, монтирани в месингови гнезда (така наречените шатони), които се впесоват в платината направо или се задържат чрез винтове.



Фиг. 37. Лагери от камъни и закрепването им

Напоследък за улеснение при ремонт, монтаж и демонтаж на нови камъни същите се правят дебели и здрави и се монтират чрез впесоване направо в отворите на платината (основната плоча и мостовете). Този начин е удобен и затова, че на тези камъни не са необходими гнезда, които много често се развалят и възстановяването им е сложна работа.

За намаляване на осовата (аксиалната) хлабина понякога върху лагерните камъни на предавателния механизъм се монтират под-



ложни камъни. Те ограничават осовото изместване. При този начин на лагериране триенето се намалява и съприкосновението на маслото с въздуха се изолира и задържа за по-дълго време.

## Глава IV

### ХОДОВИ МЕХАНИЗМИ

#### 19. Назначение и подразделение

Според дадената в увода схема третата група елементи от механическия часовник са елементите на ходовия<sup>1</sup> механизъм. Назначението на този механизъм е следното:

1. Чрез предавателния механизъм получава енергията от двигателя и я предава на регулатора под формата на краткотрайни импулси, като по този начин поддържа колебателното движение на последния.

2. Възпира предавателния механизъм и не му позволява да се развива произволно.

3. Заедно с регулатора освобождава периодически предавателния механизъм през точно определени равни интервали от време, като при това всяко колело се завърта на определен ъгъл. В часовници, снабдени със секундна стрелка, това завъртане на колевата система се забелязва по скокообразното движение на стрелката. Периодичното преместване на минутната и особено на часовата стрелка е незабележимо на око.

От създаването на механическите часовници до днес са конструирани голям брой ходови механизми, но повечето от тях представляват само исторически интерес. Понастоящем в обикновените часовници са запазени около десет вида ходови механизми, тъй като всички останали притежават съществени недостатъци и са изоставени.

По начина на свързването на ходовия механизъм с регулатора всички механизми могат да се разделят в две основни групи:

Несвободни ходови механизми — при тях частите на ходовия механизъм и регулатора, които работят заедно, през целия период на регулатора се намират в допир една с друга, вследствие на което зъбите на ходовото колело винаги трият по някоя от повърхностите на палетите. Към тази група спадат почти всички ходови механизми за непреносими (стенни, паркетни, камински, кулни и др.) часовници с махало, ход „цилиндър“, ход „дюплекс“ и др.

Свободни ходови механизми — при тях съвместно работещите части на ходовия механизъм и регулатора се намират в допир само при освобождаване на колевата система и предаване на импулса. През останалото време от периода регулаторът се движи свободно.

<sup>1</sup> Трябва да се отбележи, че няма съвсем, точно название на този механизъм, от което да става ясно какво е точно действието му. В някои ръководства се среща понятието „спусък“ или „ешапман“.

Към тази група спадат свободният анкъров ход, хронометровият ход, ходовите механизми на някои астрономически часовници и др.

Според вида на часовника всички ходови механизми могат да се разделят на следните две групи:

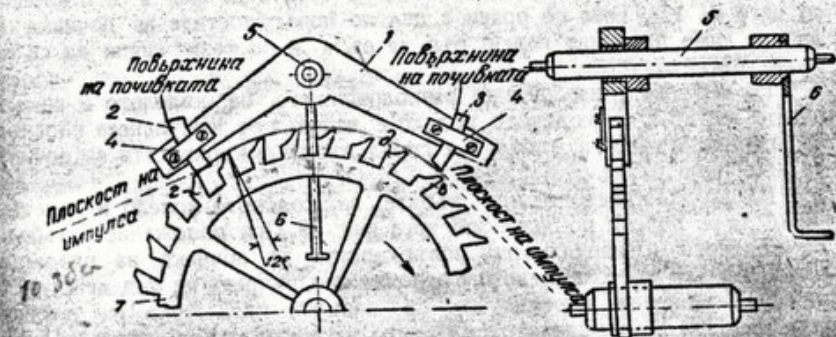
Махални ходови механизми, при които регулаторът е махало. Използват се изключително за непреносими часовници.

Балансови ходови механизми, при които регулаторът е баланс. Използват се главно в преносимите, но понякога и в непреносимите часовници.

Разбира се, както при махалните, така и при балансовите ходови механизми последните могат да бъдат свободни и несвободни. Като отделна група могат да се обособят електрическите ходови механизми, чието разглеждане обаче излиза извън рамките на настоящото ръководство.

#### 20. Несвободни ходови механизми за непреносими часовници

Ход Грахам. Един от най-употребяваните ходови механизми за непреносими часовници е този на Грахам (построен в 1715 г. от английския часовникар Георг Грахам, 1675—1751). С малки изменения



Фиг. 38. Грахамов ход

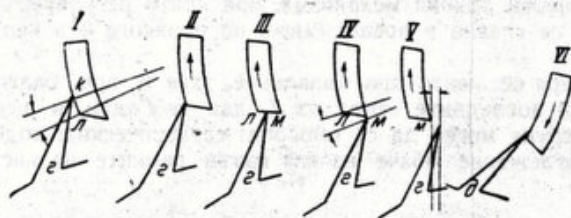
този механизъм се употребява и днес, като има предимства, които го поставят на първо място в тази група. В някои случаи и при прецизна изработка той може да служи и за астрономически цели (звездният часовник при Софийската обсерватория е с ход Грахам).

Устройството и действието на този ход е следното:

Анкърът 1 (фиг. 38) е снабден с два палета (2 и 3), като 2 се нарича входящ, а 3 — изходящ палет. Анкърът се изработва от месинг, а палетите — обикновено от стомана или при специални случаи от благороден камък (рубин, сапфир или ахат). Палетите се закрепват в изрезите на анкъра посредством скобите 4 и винтове. Анкърът се закрепва на оста 5, към която е закрепена и вилката 6, която със своя



край обхваща пръта на махалото. Върху палетите на анкръа има две работни повърхности: повърхност за почивка — външната цилиндрична повърхност на входящия и вътрешната на изходящия палет; оста на тези цилиндрични повърхности съвпада с оста на въртене на анкръа; и плоскост на импулса — наклонена плоскост с различен ъгъл на на-



Фиг. 39. Действие на Грахамовия ход

клона за входящия и изходящия палет. Ходовото колело 7 с остри зъби е закрепено неподвижно на оста на последното колело от предавателния механизъм. Предната страна на зъба не сочи центъра, а е отклонена от него на  $12^\circ$ . Това се прави с цел по повърхностите за почивка да допира само предният горен ръб на зъба и по този начин да се намали триенето.

На чертежа е изобразено разположението на колелото и анкръа, когато зъбът *в* от ходовото колело е излязъл от импулсната плоскост на изходящия палет, а зъбът *г* е спрял върху повърхността за почивка на входящия палет.

Взаимодействието между зъбите на ходовото колело и палетите може да се поясни по-подробно чрез фиг. 39. При положение I зъбът *г* от колелото е опрял върху повърхността за почивка на входящия палет, поради което колелото е неподвижно, въпреки че под действието на двигателя се стреми да се завърти по посока на часовата стрелка. При това махалото се намира в своето крайно дясно положение (дясна мъртва точка). Ъгълът, заключен между лъча, минаващ през точката *к*, в която зъбът и палетът се опират, и лъча, минаващ през точката *л*, в която свършва повърхността за почивка, се нарича ъгъл на почивката. При качествени часовници стойността на този ъгъл е от  $1/2$  до  $1^\circ$ . Под действието на тежестта си махалото ще започне да се връща към своето средно положение, а заедно с него ще се върти и котвата в означената посока, тъй като тези два елемента са свързани посредством вилката *б* (вж. фиг. 38). Когато котвата се завърти на ъгъла на почивката, повърхността за почивка ще се измине и върхът на зъба *г* ще дойде в точка *л* (пол. II), която точка е същевременно и начало на импулсната плоскост. В следващото пол. III е показан момент, когато зъбът *г* се намира върху импулсната плоскост, която представлява наклонена равнина спрямо действащото усилие. Под действието на това усилие наклонената (импулсната) плоскост ще се вдигне нагоре. Тъй като палетът може само да се върти около оста на

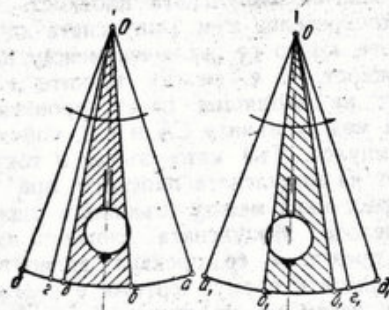
котвата, това означава, че котвата е получила импулс от зъба на ходовото колело. Този импулс ще се предаде на махалото и служи да поддържа колебателното му движение и да преодолява различните съпротивления, получили се при движението му. Импулсът ще продължава, докато върхът на зъба стигне в точката *м*, т. е. докато се свърши импулсната плоскост на входящия палет (пол. IV). Ъгълът, заключен между лъчите, минаващи през центъра на въртене и точките *л* и *м*, в които съответно започва и свършва импулсът, се нарича ъгъл на импулса. Обикновено стойността му е от  $1$  до  $2^\circ$ . Докато се предава импулс, ходовото колело се завърта спрямо оста си на известен ъгъл. Стойността на този ъгъл определя приблизително каква е ширината на палета, изразена в ъглови единици — т. нар. ъглова ширина на палета. В следващата точка са дадени повече подробности по този въпрос, тъй като тези величини са необходими при построяването на ходовия механизъм. След като зъбът *г* напусне точката *м*, би следвало съответният зъб да опре веднага върху повърхността за почивка на изходящия палет. В действителност това не става, а колелото се завърта свободно на един малък ъгъл, наречен ъгъл на падането (пол. V). Този ъгъл е вреден, защото при него се губи енергия, без да се извършва работа. Този ъгъл обаче е неизбежен поради следното: при изработването на колелото винаги се допускат неточности, като най-често стъпката (разстоянието между два съседни зъба) при някои зъби може да остане по-малка. Това може да се случи и при изкривяване на зъбите при невнимателно поправяне. При такова положение, ако липсва ъгълът на падане, вторият от зъбите, който е с по-малка стъпка, вместо да опре върху повърхността за почивка, ще удари в импулсната плоскост и часовникът ще спре. Колкото по-качествен е един часовник, толкова и стойността на този ъгъл е по-малка. Обикновено се приема той да е равен на  $1/8$  част от стъпката. След като колелото измине ъгъла на падането, зъбът *д* от колелото опира върху повърхността за почивка на изходящия палет (пол. VI). Малко след това махалото достига до другото си крайно положение (лява мъртва точка), след което започва да се движи в обратна посока. Взаимодействието между зъба и изходящия палет е същото, както и при входящия палет.

След като се проследи подробно работата на механизма, е видно, че той е извършил поставените му задачи, а именно: възпира предавателния механизъм от безразборно въртене (зъбът от колелото е на повърхността за почивка); предава импулс за поддържане движението на махалото; при предаването на импулса колелото се завърта винаги на определен постоянен ъгъл, което означава, че и скоростта на въртене на колелата от предавателния механизъм е постоянна.

Тъй като повърхностите за почивка са цилиндрични и центърът им съвпада с оста на въртене на котвата, колелото е неподвижно по време на почивката. Това е едно от най-големите предимства на този ходов механизъм, тъй като при почти всички останали ходови механизми през време на почивката колелото се връща малко назад. Освен това формата на палетите е сравнително проста, а триенето при добра изработка е малко. Вследствие на малките загуби предаването на енер-



гията става за сравнително късо време (ъгълът на импулса е до  $20^\circ$ , докато при всички други сега използвани ходови механизми този ъгъл е значително по-голям). Това позволява да се намали и отклонението (амплитудата) на махалото, което е съществено условие за работата на прецизните часовници. По въпроса за влиянието на амплитудата



Фиг. 40. Разположение на ъглите при завъртане на махалото

върху точността на работата повече подробности са дадени при регулаторите. Друго съществено предимство на този механизъм е възможността му да се пригажда към махала, които изискват различно усилие за поддържане на движението си. Той може да се употреби както за къси и леки махала при часовници за маса, така и при дълги и особено тежки махала за кулни часовници. Поради тези предимства този механизъм се използва при всички съвременни точни часовници.

Тъй като през цялото време траене на съвместната работа между колелото и палетите съществува триене, този ходов механизъм е несвободен.

На разгледаните положения на работата между колелото и палетите съответствуват характерни положения на махалото, които могат да се проследят на фиг. 40. Първоначално махалото се намира в своето крайно дясно положение. Когато котвата изминава ъгъла на почивката, край на махалото изминава дъгата  $a-b$ , която се нарича допълнителна дъга. Дъгата  $b-c$  съответствува на ъгъла на импулса и носи същото название (зачертаната част). Следва моментът, изобразен на пол. V от фиг. 39. Докато колелото измине ъгъла на падането, котвата, а заедно с нея и махалото се въртят свободно, затова дъгата  $c-d$  се нарича ъгъл на свободното завъртане. Това е единственият момент, в който връзката между колелото и палетите при несвободните ходови механизми е прекъсната. Следва отново съответната на ъгъла на почивката допълнителна дъга  $d-e$  — този път при изходящия палет. При връщане на махалото картината на движението е симетрична, както това личи от дясната фигура (точки  $a_1, b_1, c_1, d_1$  и  $e_1$ ).

Както се уясни, махалото получава импулс само през сравнително малка част от периода си (зачертаната област). През останалото време то изразходва енергията, придобита чрез импулса. Ъгълът на импулса не е симетричен спрямо средната линия, тъй като по-голямата част от енергията се предава след средното положение. Причината за това е ъгълът на падането, за който обаче се установи, че е неизбежен въпреки недостатъците, произлизащи от него.

Формата на зъбите от колелото е показана на фиг. 41. Острите зъби (фиг. 41-а) се изработват по-леко, но са по-уязвими и лесно се изкривяват. Формата, показана на фиг. 41-б, е по-сложна, поради което

те се изработват по-трудно. Пред вид здравината им се използват при по-силно натоварени зъби (напр. при кулни часовници).

Повърхностите за почивка на палетите могат да бъдат на еднакво или различно разстояние от центъра. С оглед на това различаваме неравнораменен (с равноотстояща почивка) и равнораменен (с неравноотстояща почивка) ходов механизъм. Двете разновидности са показани на фиг. 42.

Поради по-лесната изработка повече се употребява равнораменният ходов механизъм, въпреки че при него съпротивлението от триене при изходящия и входящия палет се отразява не еднакво върху движението на котвата.

Построяване на Грахамов ход. За да се построи този ход, е необходимо предварително да са известни някои величини, едни от които са определени въз основа на дълъг практически опит, а други — чрез изчисления. С оглед характера на работата всички



Фиг. 41. Форми на зъбите при Грахамов ход



Фиг. 42. Разновидности при Грахамов ход

величини са зададени предварително и имат такива стойности, каквито най-често се срещат в практиката. Ако всички величини са дадени в ъглови единици, построението може да стане за всеки един случай. С оглед на по-лесна работа може да се приеме някой по-често използван случай и някои размери да се дадат в зависимост от диаметъра на ходовото колело, който е един от основните размери. Този начин на построение е по-лек и ще бъде използван.

В дадения случай ходовият механизъм ще се построи по следните данни:

Ъгъл на почивката —  $11\frac{1}{2}^\circ$ , ъгъл на импулса —  $1^\circ$ , брой на зъбите на ходовото колело — 30, палетите обхващат  $71\frac{1}{2}$  зъба.

При тези данни някои от размерите се определят в зависимост от диаметъра  $d$  на ходовото колело. За просто пресмятане нека  $d = 100$  мм. На таблица 1 са дадени тези зависимости, като са изчислени и размерите за дадения случай.

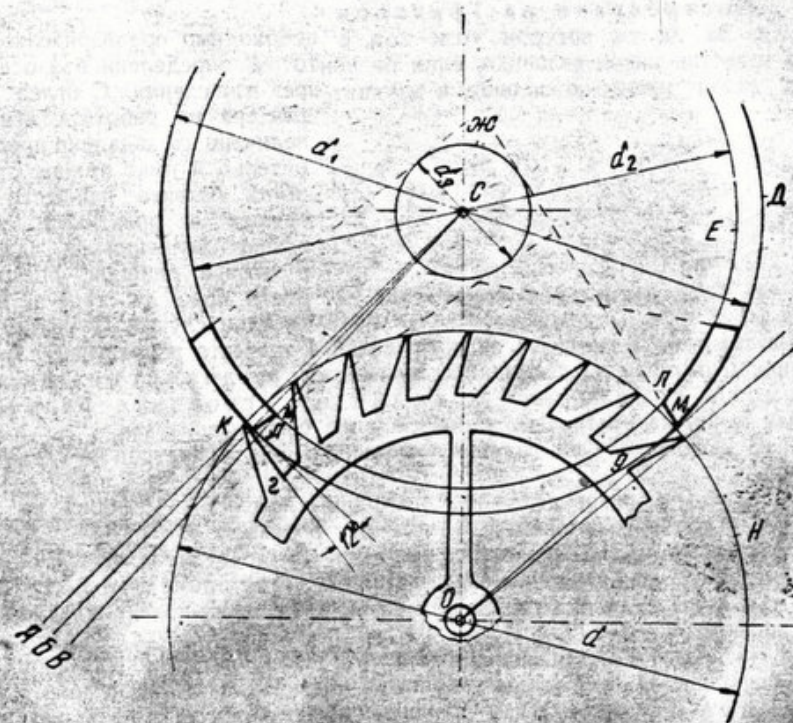
Построяването на равнораменния ход става по следния ред (фиг. 43): От центъра  $O$  се описва външната окръжност  $H$  на ходовото колело с диаметър  $d = 100$  мм. По вертикалната ос се нанася разстоянието  $OC = 70,71$  мм. Точката  $C$  е оста на въртенето на котвата. От този център се описват външната  $D$  и вътрешната  $E$  палетни окръжности със съответни диаметри  $d_1 = 103,92$  мм и  $d_2 = 96,08$  мм. От същия център описваме и импулсната окръжност  $J$  с диаметър  $d_3 = 21,7$  мм.

Ходовият механизъм ще се изобрази в момента, когато зъбът  $d$  от ходовото колело току-що е напуснал изходящия палет и съответ-



Таблица 1

| Размер                                                                                                            | Стойност<br>спрамо $d$ | Стойност<br>в мм |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------|
| Диаметър на ходовото колело                                                                                       | $d=1$                  | 100              |
| Диаметър на външната окръжност на палетите                                                                        | $d_1=1,0392$           | 103,92           |
| Диаметър на вътрешната окръжност на палетите                                                                      | $d_2=0,9608$           | 96,08            |
| Диаметър на импулсната окръжност (това е окръжността, към която се допират продълженията на импулсните плоскости) | $d_3=0,2170$           | 21,7             |
| Разстояние между осите на колелото и котвата                                                                      | $OC=0,7071$            | 70,71            |



Фиг. 43. Построяване на Грахамов ход

ният зъб 2 е опрял върху повърхността за почивка на входящия палет. Външната окръжност на входящия палет се пресича с окръжността на ходовото колело в т.  $K$ . През тази точка и центъра  $C$  се прекарва

лъчът  $CA$ . Под този лъч през центъра  $C$  се прекарва друг лъч  $CB$ , който отстои от  $CA$  на  $1/2^\circ$ . Ъгълът, заключен между тези два лъча, е ъгъл на почивката. Лъчът  $CB$  пресича външната палетна окръжност в т.  $L$ . Следователно от т.  $L$  ще започне импулсната плоскост. За да я получим, прекарваме през т.  $L$  допирателна към импулсната окръжност. Тази част от получената права, която се заключава между външната и вътрешната палетна окръжност, т. е. между точките  $L$  и  $M$ , представлява импулсната плоскост на входящия палет, проектирана върху чертежа. Ъгълът, заключен между лъчите  $CB$  и  $CM$ , който минава през точката  $M$ , е ъгъл на импулса. Тъй като зъбът  $d$  току-що е напуснал изходящия палет, краят на импулсната плоскост при този палет ще бъде в т.  $M_1$ , която е пресечница между външната палетна окръжност и окръжността на колелото. Импулсната плоскост на изходящия палет се получава, като през т.  $M_1$  се прекара допирателна към импулсната окръжност. Проекцията ѝ върху чертежа е отсечката  $L_1M_1$ . По такъв начин работните части на палетите са определени. Дължината им е приблизително пет пъти по-голяма от ширината. За да могат палетите след износване да се обръщат и върху другия им край, са оформени импулсни плоскости пак чрез прекарване на допирателни към импулсната окръжност.

При изображеното положение върхът на зъба 2 се намира в т.  $K$ . От нея делим окръжността на 30 равни части (зъбите са 30 на брой) и получаваме точките, в които се намират върховете на останалите зъби. За построението са интересни само тези зъби, които са обхванати между палетите. При точно построение върхът на зъба  $d$  трябва да се намира след изходящия палет (т.  $M_1$ ) на ъгъла на падането.

Предната страна на зъба не сочи центъра, а е отклонена на ъгъл 10° до 12°. Това се прави с цел върху палета да опира само предният ръб на зъба, тъй като изходящият палет е извит навътре (към предната страна на зъба). На зъбите се оставя малко чело, за да бъдат по-здрави. Задната им част се оформя произволно според показаните на фиг. 41 форми. Внимава се при движението си палетите да не закачат в задната страна на зъба.

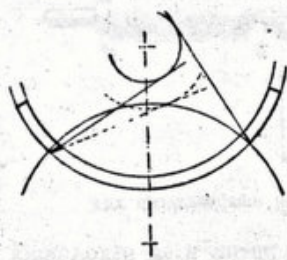
За определяне на останалите размери на колелото могат да се използват следните установени от практиката съотношения: височина на зъба на колелото —  $2/3$  до 1 от стъпката; ширина на венеца на колелото —  $1/2$  до  $1/2$  от стъпката; брой на спиците — 4 или 5 при дебелина  $1/3$  от стъпката.

При така направеното построение на механизма ъглите на почивка са еднакви за входящия и изходящия палет. Ако ъгълът на импулса на единия от палетите, напр. входящият, е по-голям, това означава, че продължението на импулсната плоскост няма да е допирателна към желаната импулсна окръжност. От фиг. 44 се вижда, че в този случай импулсната окръжност на входящия палет е по-голяма (прекъснатата линия). Практически това означава, че чрез този палет махалото ще получава повече енергия и тогава разпределението на ъглите, показано на фиг. 40, няма да е еднакво за ляво и дясно движение на махалото. Щом в определената амплитуда се измени ъгълът на импулса,

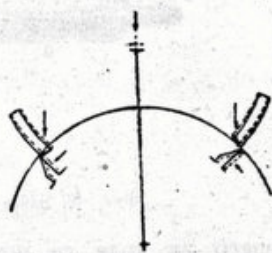


следва, че ще се измени и ъгълът на почивката. По такъв начин се разстройва правилната работа на механизма.

В случая, когато ъглите за почивка са еднакви и за двата палета, но са по-големи от допустимата стойност ( $10^\circ$ ), възстановяването на правилното им положение трябва да стане чрез преместване на палетите в леглата им. Начинът, по който практически става тази центровка, е обяснен подробно в ч. II.



Фиг. 44. Различни ъгли на импулса при Грахамов ход



Фиг. 45. Влияние на междуцентровото разстояние на ъгъла на падането

Ъгълът на падане за входящия и изходящия палет също трябва да има една и съща стойност. В случая, когато това условие не е изпълнено, възстановяване на правилното положение става чрез изменението на междуцентровото разстояние. За тази цел винаги се предвижда възможност за преместване лагерите на котвата. На фиг. 45 с пълтни линии е показано правилното разположение на колелото и палетите при определеното междуцентрово разстояние. Ако междуцентровото разстояние се измени, напр. увеличи, както това е показано с прекъснатата линия, видно е, че ъгълът на падане за входящия палет ще се увеличи, тъй като палетът се отдалечава от зъба. Обратното ще се получи при намаляване на междуцентровото разстояние. По такъв начин може да се направи следното заключение: ако ъгълът на падане при входящия палет е по-голям, това показва, че междуцентровото разстояние е голямо и следва да се намали. Обрато, когато ъгълът на падането при входящия палет е по-малък, следва, че трябва да се увеличи междуцентровото разстояние.

От казаното дотук и с оглед на практическата работа могат да се посочат следните правила за центровката и поправката на ход Грахам:

1. Механизмът е в изправност, когато ъглите на почивка, импулсът и падането са еднакви и за двата палета.

2. а) Според вида и качеството на часовника стойността на ъгъла на почивката е от  $1/2$  до  $10^\circ$  и той трябва да е еднакъв и за двата палета.

б) Когато ъгълът е еднакъв, но е по-голям или по-малък от посочената стойност, възобновяването на правилното положение става

чрез преместване на палетите в леглата им. При по-малък ъгъл палетите се приближават към зъбите на колелото, а при голям — се отдалечават от него.

в) За случая, когато ъгълът на почивка не е еднакъв за двата палета, виж по-долу т. 3; буква в.

3. а) Ъгълът на импулса зависи от вида на часовника и има стойност от  $1$  до  $20^\circ$ .

б) Когато този ъгъл е по-голям или по-малък, възстановяването става чрез прешлайфването на импулсните плоскости, докато те станат допирателни към импулсната окръжност. Трябва да се знае, че при късите махала ъгълът на импулса има по-голяма стойност, отколкото при дългите махала.

в) Ако ъгълът на импулса е различен за двата палета, това довежда и до различен ъгъл на почивката. Правилното положение се постига чрез прешлайфване на палета, чийто ъгъл не отговаря на предписаната стойност, докато плоскостта стане допирателна към окръжността.

4. а) В зависимост от вида на часовника ъгълът на падането има стойност от  $3/4$  до  $20^\circ$ .

б) Ако ъгълът на падането за входящия палет е по-голям, това означава голямо междуцентрово разстояние. Ако е по-малък, междуцентровото разстояние е малко. Правилното положение се възобновява, като се премести оста на котвата в желаната посока. За тази цел единият от лагерите ѝ е на ексцентрична втулка, а другият е на отделен мост, закрепен към плочата с винтове.

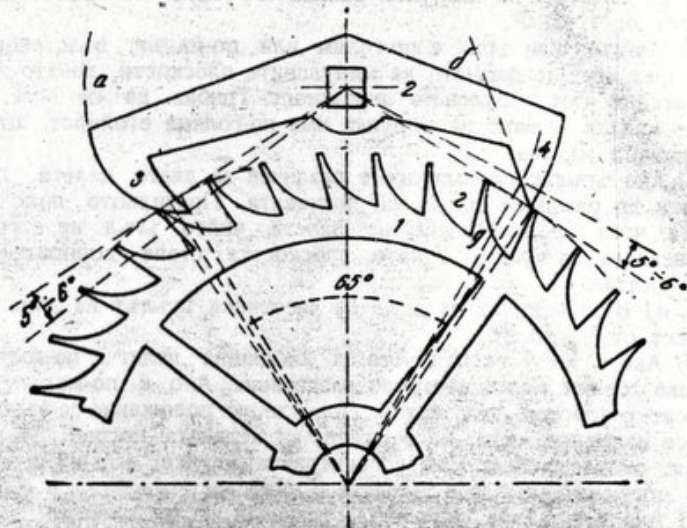
в) Ако ъгълът на падането е различен за различните зъби, това означава, че стъпката на колелото не е еднаква и ако няма възможност за поправка, колелото трябва да се замени с ново.

г) Ако междуцентровото разстояние е правилно и въпреки това ъгълът на падането е по-голям или по-малък, това означава, че палетите са по-тънки или по-широки от необходимото. Ако такъв дефект не причинява спиране на часовника, той може да не се отстранява. В противен случай трябва да се подмени котвата с друга, палетите на която са подходящи по дебелина.

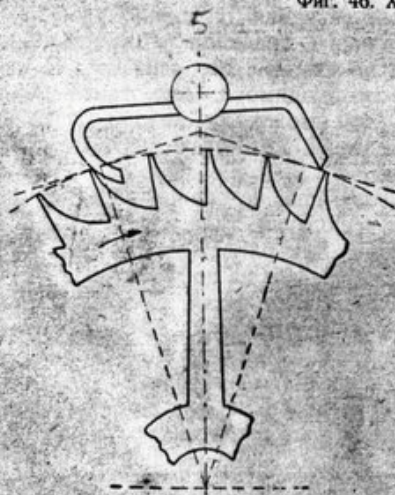
**Ход с отстъпване (повратен ход).** При часовници с къси махала и голяма амплитуда много често се използва така нареченият ход с отстъпване. При този ходов механизъм повърхностите за импулса на палетите са оформени така, че при изминаване на допълнителната дъга от махалото ходовото колело се връща малко назад, откъдето идва и названието на механизма. Така че в действителност ходовото колело няма положение на почивка. През време на импулса то се движи напред, а през време на „почивката“ се връща малко назад. Връщането на колелото трябва да бъде еднакво за входящия и изходящия палет. На фиг. 46 е показан такъв механизъм с масивен анкер 2, входящ и изходящ палет 3 и 4. Импулсната плоскост на входящия палет се очертава с дъга от окръжност (а), която не съвпада с оста на въртенето, а същите при изходящия палет — с права линия (б). Ъгълът на импулса е от  $5$  до  $60^\circ$ . Зъбите на ходовото колело 1 могат да бъдат с



различна форма, като тези, показани на фигурата, са най-често употребяваните. От значение за работата на механизма е само горният преден ръб на зъба. Останалата част се оформява с оглед да се получи достатъчно място за движение на палетите. И при този ход се предвижда ъгъл на падане по същите причини, които изложихме при Гра-



Фиг. 46. Ход с отстъпване



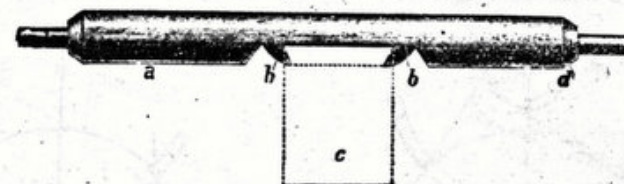
Фиг. 47. Шварцвалдски ход

хамовия ход.

В този ходов механизъм триенето е по-голямо, отколкото при ход Грахам и затова за точни часовници не се използва. Главното му предимство е лесното регулиране, слабата чувствителност към замърсяване и съгъстяване на маслото, както и сравнително лесното изработване (особено на шварцвалдския ход). Действието на механизма е следното:

Зъбът от колелото (вж. фиг. 46) току-що е опрял на повърхността за импулс на входящия палет 3. Махалото се движи в посока, обратна на часовата стрелка. Поради особената форма на палета последният чрез зъба натиска върху колелото и то се

върща малко назад, докато махалото стигне дясната си мъртва точка. След това то се върща в обратна посока, като същевременно зъбът натиска върху палета 3 и предава импулса на махалото. В момента, когато зъбът напусне повърхността на импулса, зъбът 2 ще опре върху повърхността за импулс на изходящия палет, след което дей-

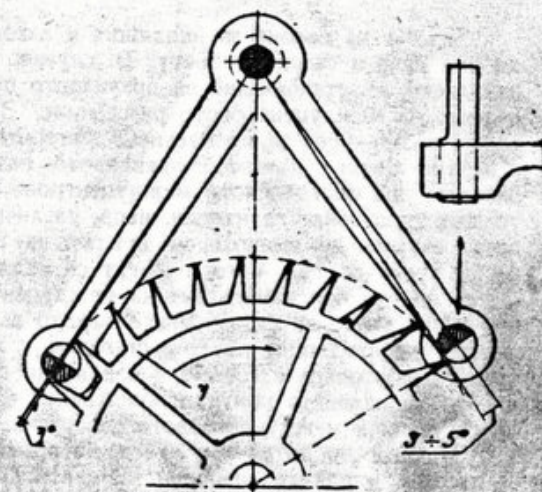


Фиг. 48. Закрепване на анкръра при шварцвалдски ход

ствието на хода се повтаря по същия начин и за изходящия палет.

В по-евтини часовници се употребява друга разновидност на този ход — т. нар шварцвалдски ход. Употребява се главно в битовите часовници, звънчевия механизъм на будилниците и др. При този ход зъбите на колелото и импулсната плоскост на палетите се оформяват по същия начин, само че анкрът се прави от стоманена ламарина с дебелина 0,6 до 0,8 мм и се извива в подходяща форма (фиг. 47). Работните повърхности се полират. Анкрът е закрепен към оста чрез зашипване в специално направен канал (фиг. 48).

Ход „Броко“. При часовници за маса с много късо махало (главно френски битови часовници) се използва ходовият механизъм „Броко“. Зъбите на ходовото колело 1 (фиг. 49) по форма са подобни на зъбите от Грахамов ход. За палети се използват стоманени и по-рядко каменни щифтове, които в работната си част са срязани и представляват полуцилиндър, както е показано на фигурата със заштриховане. Ъгълът на импулса е 3—5°, поради което и амплитудата на махалото е много голяма. Този механизъм има пре-

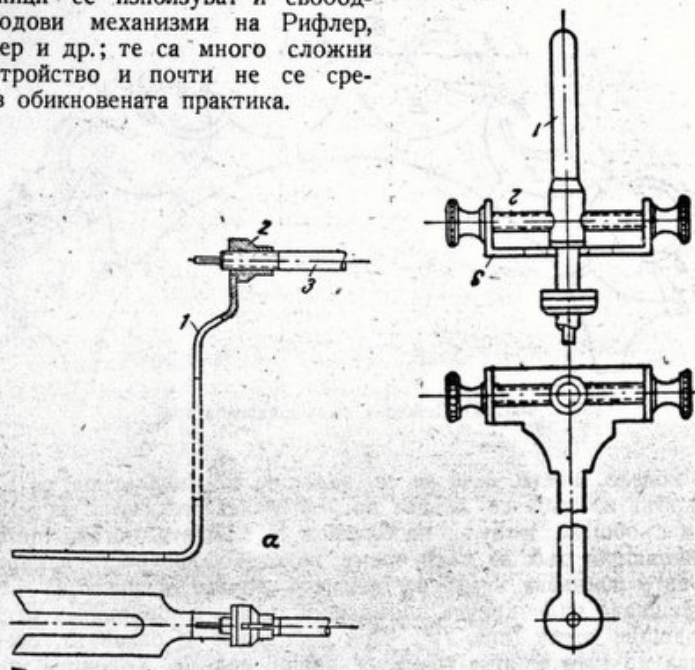


Фиг. 49. Ход „Броко“



димството, че поради простата им форма палетите се изработват лесно. В този ходов механизъм най-често се износват палетите

Разгледаните три несвободни ходови механизма за непреносими часовници са най-често употребяваните. За прецизни и астрономически часовници се използват и свободни ходови механизми на Рифлер, Шрасер и др.; те са много сложни по устройство и почти не се срещат в обикновената практика.



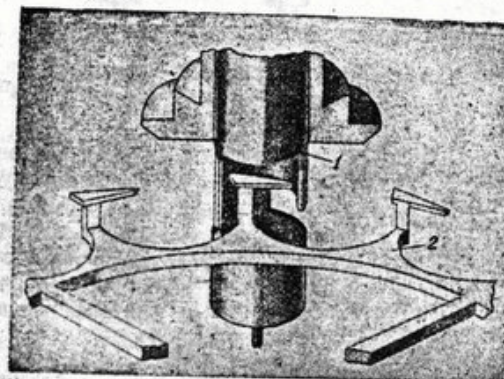
Фиг. 50. Вилки за непреносими часовници

**Вилки.** Съществена част на разгледаните ходови механизми е вилката. Тя служи като връзка между анкера и махалото при предаване импулса на последното. Вилката трябва да бъде лека, да дава възможност за регулиране положението на махалото по отношение на анкера и освен това съединението ѝ с махалото трябва да бъде с малко триене и без-излишни хлабини. Най-обикновената форма е показана на фиг. 50 (вляво). Вилката 1 обхваща пръта на махалото, а в горния си край е здраво закрепена към втулката 2. Последната е навита върху нарязания край на оста 3, към която е закрепен анкерът. Втулката 2 е разрязана по дължината си, за да се постигне плътно навиване върху оста. При показаната на тази фигура вилка регулирането на положението на махалото става само грубо чрез завъртане втулката около оста. За по-точни часовници се използва вилката, показана на фиг. 50 (вдясно). Долната част на вилката е оформена като скоба 3. Щифтът 1, който предава импулса, влиза в изрез, направен в махалото. Посред-

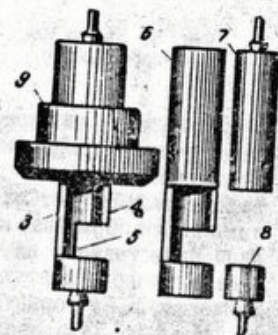
ством винта 2, който се върти свободно в скобата и на който се навива щифтът, може да се постигне фино регулиране на махалото по отношение на анкера. Часовникът, който за удобство е със свален цифреник, се поставя в кутията си във вертикално положение (при някои часовници това положение е отбелязано със стрелка, закрепена в долния край на кутията). Пуска се часовникът в действие и чрез изместване на вилката посредством винта 2 се следи, щото времето между последователните удари да е еднакво. Това са ударите от последователното падане на зъбите на ходовото колело върху входящия и изходящия палет.

## 21. Несвободни ходови механизми за преносими часовници

**Цилиндров ход.** Устройство и действие. Всички механизми от тази група са с регулатор баланс. При съвременните часовници единствен представител на този вид ходови механизми е цилиндрият



Фиг. 51. Цилиндров ход



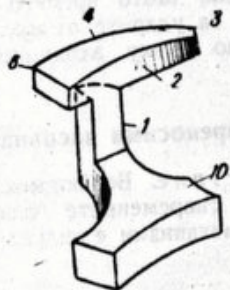
Фиг. 52. Устройство на цилиндъра

ход. В действителност се използват и други ходови механизми, но при часовници за специални цели, които излизат извън обсега на обикновената часовникарска практика. В някои по-стари часовници се среща все още ход „дюплекс“, но той е отживял времето си и разглеждането му не представлява практически интерес. Уместно е да се спомене, че и цилиндрият ход е вече към края на съществуването си, тъй като се измества от свободния анкеров ход с щифтове (тип „Роскопф“), който се изработва по-лесно. Но в употреба се намират голям брой часовници с цилиндров ход, което налага този механизъм да се познава добре.

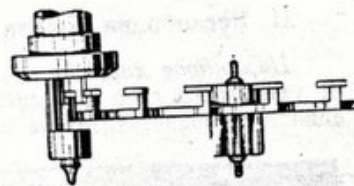
Цилиндрният ход е несвободен, с импулсни плоскости, които имат цилиндрични повърхности за почивка. Основните части на ходовия механизъм са: цилиндърът 1 и ходовото колело 2 (фиг. 51).



По известна част от дължината на цилиндъра е направен изрез с който са оформени входящият ръб 3 и изходящият ръб 4, които играят ролята на палети (фиг. 52). Освен това в цилиндъра е направен и по-дълбок изрез 5, в който при дадено положение трябва да попадне венецът на колелото. За закрепване на цилиндъра в лагерите



Фиг. 53. Зъб от цилиндрово колело

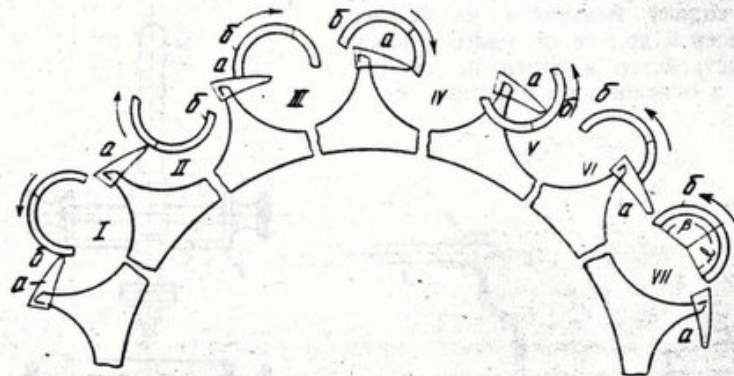


Фиг. 54. Правилно разположение по височина между колелото и цилиндъра

в краищата му са впесовани два тампона — горен 7 и долен 8, на които са направени шийки, както това е показано вдясно на същата фигура. Дължината на всеки тампон трябва да бъде равна на дължината на тази несрязана част от цилиндъра, в която той се поставя. При по-къси тампони се образуват кухини, в които се събира нечистотия, и се затруднява почистването на часовника. В горния край на цилиндъра се впесова месинговата втулка 9, на долната степенка на която се занитва балансът, а на горната се поставя ролката от спиралата.

На фиг. 53 е представен силно увеличен зъб от цилиндрово ходово колело. Перпендикулярно на венца е разположено крачето 1 на зъба, което завършва отгоре с главата 2. Върху главата се различават: острие 3, гръб 4, който играе ролята на импулсна плоскост, и пета 5. Броят на зъбите от колелото е 15. Тези елементи от механизма, които във време на работа се намират в допир, грижливо се полират. Взаимното положение по височина между колелото и цилиндъра трябва да бъде такова, че венецът да се намира в средата на изреза, а острието на зъба да се допира до цилиндричната повърхност над този изрез (фиг. 54). За да се проследи действието на хода, може да се направи разрез на цилиндъра с една равнина, перпендикулярна на оста и свързваща с горната плоскост на зъба. Получава се дъгата на цилиндъра, падаща в седем положения. В положение I един зъб от колелото току-що е напуснал изходящия ръб на цилиндъра, а зъбът а е опрял във външната повърхност на цилиндъра, която представлява повърхност за почивка на входящия палет б. Балансът, който е закрепен върху цилиндъра, продължава движението си в посока, обратна на часовата стрелка, като изминава допълнителната дъга.

Ходовото колело е неподвижно и острието на зъба трие върху цилиндъра. След като балансът стигне до крайното си положение (лява мъртва точка), се връща обратно и изминава отново допълнителната дъга (пол. II), докато настъпи моментът, когато външната повърхност на цилиндъра напусне острието на зъба (пол. III). В този момент хо-



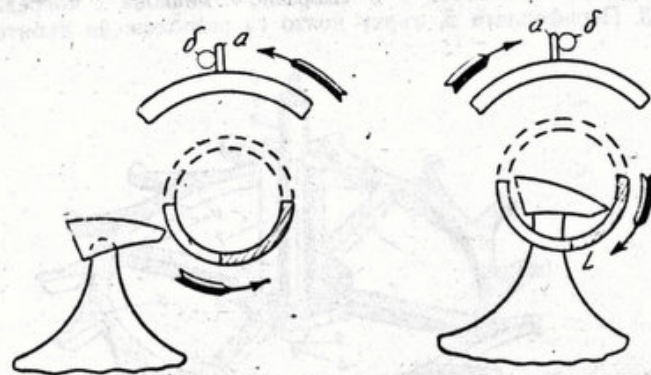
Фиг. 55. Действие на цилиндрия ход

довото колело, което вече не се задържа от цилиндъра, се завърта, като гръбът на зъба се хлъзва по импулсната плоскост на входящия ръб б и съобщава импулс на баланса. В момента, когато петата напусне входящия ръб, за късо време ходовото колело се завърта свободно, като изминава ъгъла на падането, докато острието на зъба опре до вътрешната цилиндрична повърхност, която е повърхност за почивка на изходящия палет (пол. IV). При положение V балансът, след като е стигнал другата мъртва точка, се движи наляво. Ходовото колело е неподвижно и повърхността за почивка трие по острието на зъба. При това положение се вижда необходимостта от изреза 5 (вж. фиг. 52) в цилиндъра, тъй като изходящият ръб е задминал венца на колелото и последният се намира в изреза. След като балансът измине допълнителната дъга, настъпва положение VI, когато гръбът на зъба попада върху импулсната плоскост на изходящия палет и предава импулса върху баланса. След свършване на импулса зъбът напуска цилиндъра и колелото отново изминава ъгъла на падането (пол. VII), докато следващият зъб опре в цилиндъра. По-нататък действието се повтаря по същия начин.

Амплитудата на баланса е доста голяма и достига повече от 180°. В някои случаи (силна пружина, случайно сътресение) амплитудата може да се увеличи и ако надмине определена стойност, зъбът ще се закачи за изходящия палет и ще предизвика спиране на часовника. При движението надясно пък съществува възможност ръбът на прореза да удари в крачето на зъба и да повреди шийките на оста. За да се избегнат тези опасности, се използва едно просто приспособление, съ-

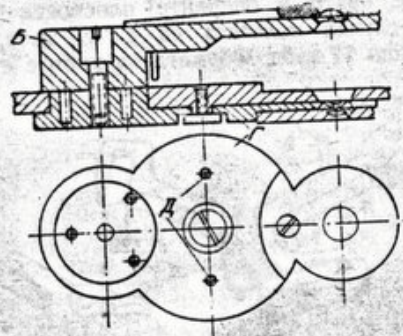


стоящо се от два щифта (фиг. 56). Щифтът *a*, който е впесован във венца на баланса, при увеличена амплитуда опира в неподвижния щифт *b*, закрепен на балансовия мост. По този начин се отстранява възможността за прекомерно увеличение на амплитудата. Щифтът се



Фиг. 56. Предпазително приспособление при цилиндров ход

прави по възможност еластичен, за да се смекчи ударът. От фиг. 56 се вижда, че несрязаната част от цилиндъра е около  $\frac{1}{4}$  от цялата окръжност, поради което цилиндърът лесно може да се счупи при невнимателна работа.



Фиг. 57. Лагеруване на баланса при цилиндров ход

Много често при поправка на цилиндровия ход се налага проверка и регулиране на междучентровото разстояние между колелото и цилиндъра. В практиката се използва терминът „дълбочина на захващането“, който ще използваме като по-разбираем. За да е възможно регулирането, при някои часовници долният лагер е поставен на отделна плочка *Г*, която има възможност да се придвижва спрямо останалите части на механизма (фиг. 57). Към тази плочка е закрепен и горният мост *Б*, така че при регулирането цилиндровата ос да остава винаги перпендикулярна към механизма. При преместване на плочката към цилиндровото колело междучентровото разстояние намалява — имаме дълбоко захващане. При увеличаване на междучентровото разстояние се получава плитко захващане. В първия случай почивката е по-голяма, а във втория случай — съответно по-малка. Възможно е да не се получи добро захващане и при правилно междучентрово раз-

стояние. Това става често при некачествена поправка със смяна на цилиндъра. Ако е поставен цилиндър с по-малък диаметър, в захващането ще се получат грешки, които трудно могат да се отстранят.

Между диаметрите на цилиндровото колело и цилиндъра съществува строго определена зависимост. Цилиндровото колело е с 15 зъба, така че при измерване на диаметъра с микрометър единият край на микрометъра ще лежи върху зъб, а другият — върху междузъбие. Измереният размер ще бъде по-малък от диаметъра на колелото. С достатъчна за практиката точност не е необходимо да се търси истинският диаметър. Отношението между диаметъра на цилиндъра и измерения по този начин „диаметър“ на колелото трябва да бъде 0,119.

## 22. Свободен анкъров ход

Свободният анкъров ход е построен към 1754 г. от английския часовникар Томас Мюдж (1715—1794). Най-характерното в този механизъм е, че импулсът от ходовото колело се предава посредством един допълнителен елемент, наречен анкър (котва, вилка), докато при разглежданите несвободни ходови механизми предаването на импулса става направо от ходовото колело на баланса. Наличието на анкъра позволява да се увеличи амплитудата на баланса, което повишава точността на часовника. Освен това вилката дава възможност ходът да стане свободен. Това ще рече, че вилката и балансът се намират във връзка само тогава, когато се предава импулсът. През останалото време балансът се движи свободно, без да е в контакт с вилката. В действителност механизмът, предложен от Мюдж, е притежавал сериозен конструктивен недостатък. В 1825 г. французинът Лешо отстранява този недостатък и дава възможност за подобряване на механизма. Днес той има най-широко приложение с изгледи да замени всички съществуващи ходови механизми за преносими часовници.



Фиг. 58. Английски ход



Фиг. 59. Швейцарски ход

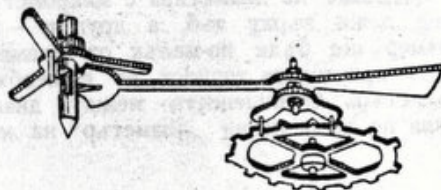
Понастоящем се срещат няколко разновидности на анкъровите механизми (за удобство терминът „свободен“ няма да се споменава). Различието им се състои в начина на предаване импулса от ходовото колело на анкъра. Различават се следните конструкции:

**Английски ход** (фиг. 58) — ходовото колело има остри зъби, а плоскостта за импулс е разположена върху палетите. Това е първоначалната форма на ходовия механизъм и вече не се строи, защото остри-



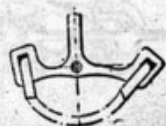
те зъби на колелото се повреждат лесно и не задържат добре поставената смазка.

**Швейцарски ход** (фиг. 59) — най-разпространената конструкция, използвана при точни часовници. Зъбите на колелото не са остри, а



Фиг. 60. Шифтов ход

наподобяват устие на химическа колба. Импулсната плоскост е разделена:  $\frac{2}{3}$  върху зъба на ходовото колело и  $\frac{1}{3}$  върху палета на анкьра.



Фиг. 61. Равнораменен ход



Фиг. 62. Неравнораменен ход



Фиг. 63. Полуравнораменен ход

**Шифтов ход** (фиг. 60) — много разпространен ходов механизъм при евтини часовници, тъй като най-лесно се изработва. Зъбите на колелото имат формата на клин. Вместо палети се употребяват кръгли шифтове, като плоскостта на импулса се намира върху зъба на колелото.

По разположението на повърхностите за почивка ходовите механизми от тази група могат да се подразделят на:

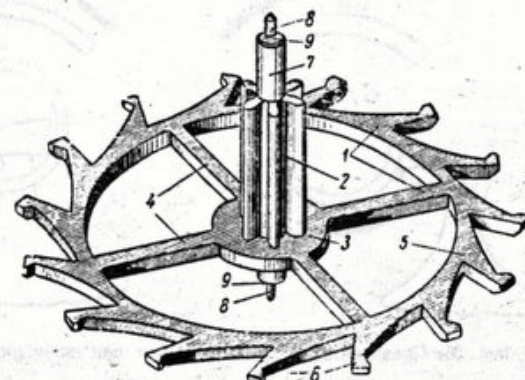
**Равнораменни** (фиг. 61). При тях средите на импулсните плоскости на входящия и изходящия палет се намират на еднакво разстояние от оста на въртенето на анкьра. Използват се само при шифтов ход.

**Неравнораменни** (фиг. 62) — повърхностите за почивка на входящия и изходящия палет са еднакво отдалечени от центъра на въртенето. Използват се в швейцарския ход.

**Полуравнораменни** (микст) (фиг. 63) — конструкция, заемаща средно положение между първите два вида — употребява се много рядко.

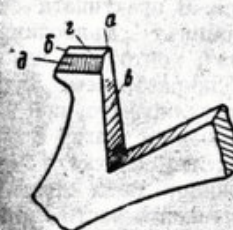
**Устройство на анкьровия ход.** Във всеки анкьров ход се различават следните части: ходово колело, анкър, импулсен камък (елипса), предпазително приспособление. Тъй като английският ход не се строи, устройството му няма да се разглежда подробно.

Швейцарският ход се различава от английския главно по формата на зъбите от колелото. На фиг. 64 е показано колело от ръчен часовник „Победа“. Колелото 1 е свързано с пиньона 2 посредством втулката 3. Периферията 5, върху която са разположени зъбите 6, е свър-

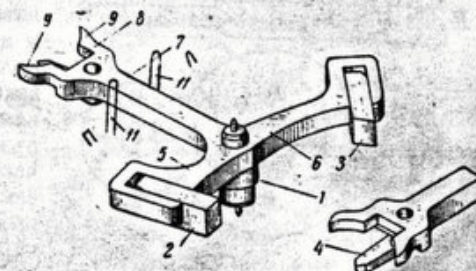


Фиг. 64. Ходово колело от швейцарски ход

зана с втулката посредством спиците 4. На пиньона от двата края са оформени шийките 8. Шийките, както и опорните плоскости 9, са грижливо полирани. В повечето случаи колелата са с 15 зъба, но рядко се срещат и колела с 13 или 17 зъба. Формата на зъбите е по-



Фиг. 65. Форма на зъбите на ходово колело



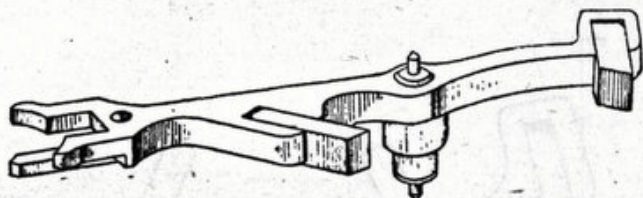
Фиг. 66. Вилка от швейцарски ход

казана на фиг. 65. С *a* е отбелязано острието на зъба, с *b* — петата, с *c* — предната страна, с *d* — импулсната плоскост и с *e* — скосяването (фасетът). Скосяването се прави с цел да се намали триенето, като ширината на зъба се намалява наполовина. Същевременно тази форма благоприятствува за задържане на смазката. В днешно време колелата се изработват от стомана, закаляват се, горната плоскост се полира, а плоскостите за почивка и импулс се шлифват много добре. Пиньонът



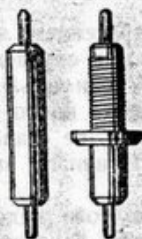
има обикновено от 6 до 8 зъба. С цел да се намали триенето зъбите на пиньона се полират до огледален блясък.

Анкърът се състои от две части — вилка и котва, които при швейцарския ход се изработват обикновено като едно цяло. На фиг. 66 е показана вилка от часовник „Победа“. Анкърът има две рамена, като

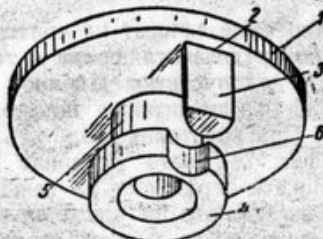


Фиг. 67. Странична вилка

на късото рамо 5 в специален изрез посредством залепване <sup>1</sup>шеллак е закрепен входящият палет 2, а на рамото 6 по същия начин е закрепен изходящият палет 3. Палетите в повечето случаи се изработват от изкуствени благородни камъни, а по-рядко от закалена стомана.



Фиг. 68. Различни форми на ос за котвата



Фиг. 69. Двойна импулсна ролка

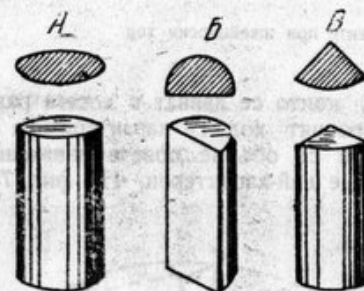
Вилката 7 има отвор 8, в който при предаване на импулса влиза импулсният камък (елипсата). В някои случаи с цел да се намали триенето стените на отвора във вилката се закръгляват. От двете страни са разположени рогчетата 9. Вилката и котвата се правят от стомана, закалена и след това откалена, за да добие достатъчна жилавост. За добър външен вид вилката от горната страна се полира. В края на вилката е здраво закрепено предпазното рогче (копието) 4 (фигурата вдясно), което се изработва от твърд месинг. Краят на копието внимателно се обработва (за точната му форма ще се говори допълнително). Към края на вилката върху долната плоча на часовника са поставени двата ограничителни шифта 11, към единия от които вилката е винаги допряна през времето, когато нямаме предаване на импулс.

Осите на трите части — баланс, вилка и ходово колело, могат да бъдат разположени на една права (вж. фиг. 66) или да бъдат под ъгъл 90° (фиг. 67). В този случай вилката се нарича странична. Особени предимства на едната и другата конструкция не могат да се изтъкнат. Страничната вилка заема по-малко място и затова се използва в някои часовникови механизми с правоъгълна форма („Звезда“, „Сима“ — REF 335 — ръчни, „Лип“ и др.) и при почти всички будилници.

Закрепването на вилката към оста ѝ при съвременните часовници става чрез впесоване, а при по-стари конструкции тя се навива върху нарязаната ос. Двете форми на оста на вилката са показани на фиг. 68. Върху оста на баланса се впесова импулсната ролка (фиг. 69), в която с шеллак е закрепена елипсата 3. Върху импулсната ролка 1 посредством втулката 5 е закрепена предпазната ролка 4, която заедно с копието не позволява прехвърляне на анкъра при внезапни сътресения.



Фиг. 70. Единична импулсна ролка



Фиг. 71. Различни форми на импулсния камък

При по-стари конструкции предпазната ролка се изпълнява от външната цилиндрична повърхност на импулсната ролка (фиг. 70). Този начин на осигуряване не действа много сигурно и затова сега не се използва.

Формата на напречното сечение на импулсния камък е различна. На фиг. 71 са показани най-употребяваните форми: А — елипсична (оттук и названието елипса). Тази форма дава малко триене, но трудно се изработва; Б — кръгла, която на една трета от дебелината е срязана. Това е най-употребяваната форма на импулсния камък. Формата В е добра

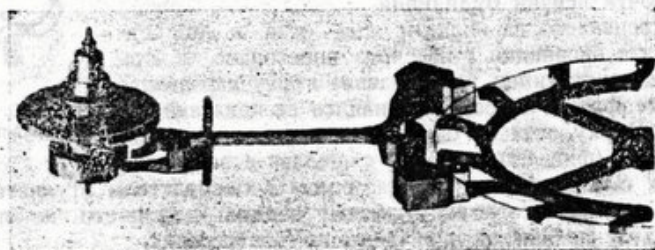
с оглед намаленото триене, но сечението ѝ е по-малко от това на формата Б, което се отразява на здравината.

На фиг. 72 нагледно е показано взаимното разположение на елементите при швейцарски ход.

На фиг. 73 е показан шифтов ход, при който зъбите на ходовото колело имат формата на клин. Вместо палети в анкъра са впесовани два полирани и закалени стоманени шифта. Често пъти в този ход котвата и вилката се изработват от две части, които поотделно се впесоват на оста. Такъв е случаят при повечето будилници. Но котвата и вилката могат да бъдат изработени и от едно парче, напр. джобни и ръчни часовници тип „Роскопф“ и други. Отворът на вилката има по-особена форма, тъй като в повечето случаи за импулсен камък служи стоманен шифт, впесован направо в баланса. Предпазната ролка се изпълнява от оста на баланса, в която е направен изрез за преминаване на рогчетата на вилката. В повечето случаи липсват



ограничителни щифтове. Крайното положение, до което ще отиде вилката, се определя от щифтовете на анкръра, които опират във вътрешната окръжност на ходовото колело. На фиг. 74 е показана формата на зъбите на колелото. Плоскостта *ав* е за почивка, а *ас* е импулсна плоскост. Плоскостта за почивка е наклонена спрямо радиуса на ъгъл от 12 до 15°.

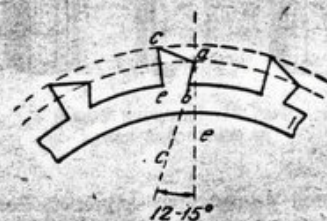


Фиг. 72. Разположение на елементите при швейцарски ход

В анкръвия ход има всички ъгли, които се явяват в досега разгледаните механизми. Освен това анкръвият ход се характеризира с още няколко ъгъла, от които засега ще се обърне повече внимание на т. нар. ъгъл на притеглянето, който е най-характерен. На фиг. 75



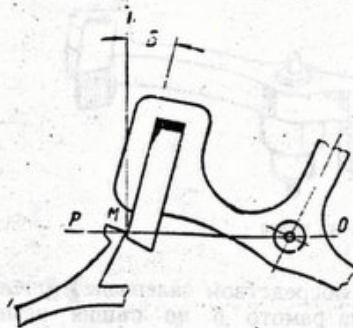
Фиг. 73. Щифтов ход



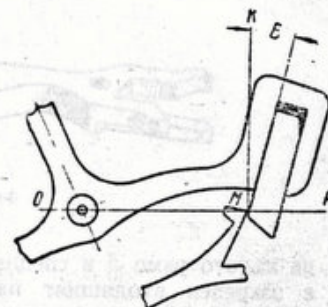
Фиг. 74. Форма на зъбите при щифтов ход

е показан входящият палет и зъб от ходовото колело на швейцарски ход. Вилката е допряна до левия ограничителен щифт. През точката *М*, в която се допират зъбът и палетът, и центъра *О* е прекарана правата *ОР*. От точката *М* към правата *ОР* е издигнат перпендикулярът *МК*. Ъгълът *Б*, който се получава между перпендикуляра *МК* и плоскостта за почивка от палета, се нарича ъгъл на притеглянето. За изходящия палет този ъгъл е показан на фиг. 76. Ъгълът на притегляне има стойност от 10 до 15°. Ако при изваден баланс и навита пружина с една дървена клечица отделим вилката на много малко разстояние от ограничителния щифт, то зъбът на колелото натиска върху повърх-

ността за почивка на палета. Последната вследствие ъгъла на притеглянето представлява наклонена плоскост спрямо зъба и вилката има винаги стремеж да се върне към ограничителния щифт. Така че ако при случайно сътресение вилката се отдели от ограничителния щифт, вследствие ъгъла на притеглянето и под действието на копието и предпазната ролка вилката ще се върне в първоначалното си положение.



Фиг. 75. Ъгъл на притегляне при входящия палет



Фиг. 76. Ъгъл на притегляне при изходящия палет

Ако липсваше ъгълът на притегляне, то при сътресението копието ще трие по предпазната ролка и това триене ще има случаен характер, което е недопустимо. Именно въвеждането на този ъгъл и поставянето на ограничителни щифтове е подобрението, което е направил Лешо. При щифтовия ход ъгълът на притегляне се дава от ъгъла *вае* (фиг. 74), като предният ръб *ав* притиска винаги щифта към вътрешната окръжност на венеца.

Въвеждането на ъгъла на притеглянето има този недостатък, че при отделяне на вилката от ограничителния щифт в началото на импулса ходовото колело се връща малко назад, което представлява загуба на енергия. Но ползата от ъгъла на притеглянето е много по-голяма от този недостатък.

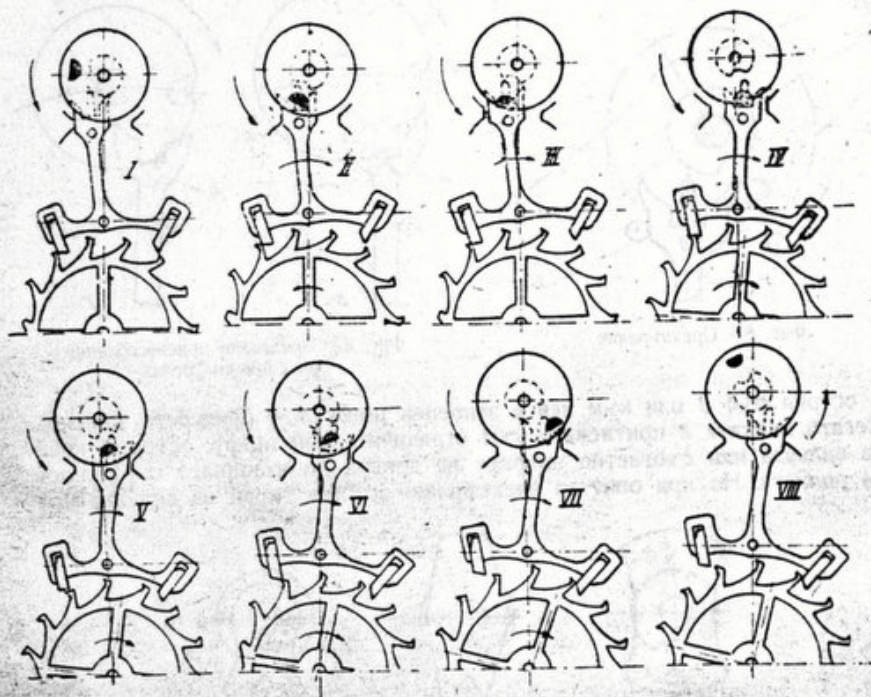
Действие на анкръвия ход. Действието на този ходов механизъм ще се проследи по фиг. 77.

Положение I. След като балансът е достигнал крайното си дясно положение, под действието на спиралата той се връща, като се движи в означената посока. Зъбът от колелото е опрял върху повърхността за почивка на входящия палет и под действието на ъгъла на притегляне притиска вилката към левия ограничителен щифт. Така че балансът, който изминава допълнителната си дъга, се движи съвсем свободно.

Положение II. Това е моментът, при който импулсният камък удря в дясната страна на отвора на анкръра, който до този момент е неподвижен. При удара балансът е загубил малко от енергията си, но продължава да се движи, като увлича със себе си и вилката.



Вилката започва да се върти около оста си, като същевременно измъква палета от зъба на анкерното колело, преодолявайки натиска на същия. Вследствие на ъгъла на притегляне колелото се връща малко назад, като изминава т. нар. възвратен ъгъл. Това продължава, докато вилката измине ъгъла на почивката и зъбът попадне върху импулсната плоскост.



Фиг. 77. Действие на свободен анкерен ход

Положение III. Освобождаването на вилката от зъба на колелото е завършено. Тъй като зъбът се намира върху импулсната плоскост, колелото под действието на пружинния двигател започва да се движи по часовата стрелка.

Положение IV. Под действието на импулса, получен от колелото, вилката бързо се задвижва в означената посока и лявата страна на отвора ѝ удря елипсата. По такъв начин импулсът се предава на баланса.

Положение V. Предаването на импулса продължава, тъй като зъбът се хлъзга върху импулсната плоскост, а вилката чрез елипсата предава на баланса получената енергия.

Положение VI. При това положение зъбът е изминал плоскостта на импулса и предаването на енергия е завършило. Теоретически би било възможно в този момент вилката да опре в десния ограничител и да преустанови движението си. Но по изложените вече причини, а именно неточности в изработката, ограничителят е изместен малко по-надясно (лявият — по-наляво).

Положение VII. След като зъбът напусне входящия палет, съответният зъб ще опре върху повърхността за почивка на изходящия палет. В следния момент зъбът ще притисне вилката към десния ограничител. Ясно е, че ъгълът, на който се е завъртяло колелото между положения VI и VII, е ъгъл на падането. При това положение елипсата е напуснала отвора на вилката и минава покрай дясното ѝ рогче.

Положение VIII. Балансът, който бе загубил при освобождаването на вилката известна част от енергията си, чрез импулса е получил нова и продължава да се движи свободно, като отново изминава допълнителната дъга от другата страна на вилката. Вилката е притисната към десния ограничител. Пътят, който е изминала вилката от положение VII до положение VIII, се нарича ъгъл на загубения път.

След като балансът достигне другото си крайно положение, той отново се връща и работата на механизма се повтаря по същия начин и за изходящия палет.

От действието на механизма се вижда, че когато единият от елементите, напр. балансът, се намира в дадено положение, разположението на другите спрямо него е точно определено. За яснота разположението на баланса (елипсата), вилката и ходовото колело е дадено в следната таблица 2, като са посочени и приблизителните стойности на ъглите, които се изминават от отделните елементи в характерни положения.

Таблица 2

Последователност на ъглите при отделните елементи от механизма

| Баланс (елипса)                                     | Вилка                                     | Ходово колело                       |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------|
| Допълнителен ъгъл                                   | Неподвижна                                | Неподвижно                          |
| Ъгъл на освобождаване на вилката $\approx 60^\circ$ | Ъгъл на почивката $\approx 20^\circ$      | Възвратен ъгъл $\approx 1/4^\circ$  |
| Ъгъл на импулса $\approx 240^\circ$                 | Ъгъл на импулса $\approx 80^\circ$        | Ъгъл на импулса $\approx 100^\circ$ |
| Начало на допълнителния ъгъл                        | Ъгъл на загубения път $\approx 1/2^\circ$ | Ъгъл на падането $\approx 20^\circ$ |
| Допълнителен ъгъл                                   | Неподвижна                                | Неподвижно                          |

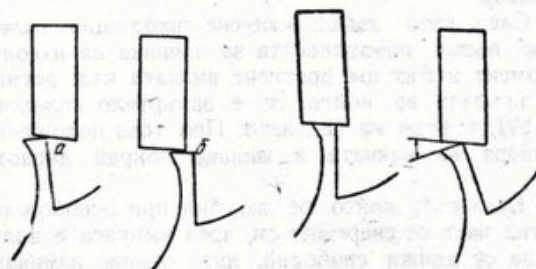
От голямо значение за правилната работа на механизма е правилното разположение на импулсните плоскости на зъба и палета. На фиг. 78 е показано това правилно положение в два характерни момента. Отначало острието  $a$  на зъба се хлъзга по повърхността за импулс на палета — импулсът се предава чрез палета. След това зад-



ният ръб *б* на палета се хлъзга по импулсната плоскост на зъба — импулсът се предава чрез зъба.

Ако ъгълът на импулсните плоскости е избран неправилно, двете плоскости или ще се допират плътно, или пък ъгълът между тях ще бъде много голям (фиг. 79). В първия случай вследствие наличието на масло гладките плоскости ще се слепват, което може да предизвика спиране. Във втория случай настъпва бързо изнасяване на ръбовете.

Тъй като вилката се върти около една ос, а зъбът около друга, ъгълът, който сключват двете плоскости, няма да е еднакъв на времето за предаване на

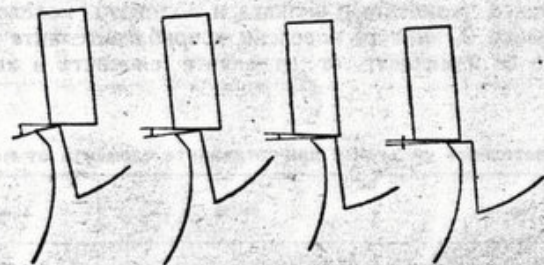


Фиг. 78. Правилно взаимодействие на зъба с палета

Фиг. 79. Неправилно взаимодействие между зъба и палета

импулса. Както се вижда от фиг. 80, той постепенно намалява, като при последното положение стойността му трябва да е минимална.

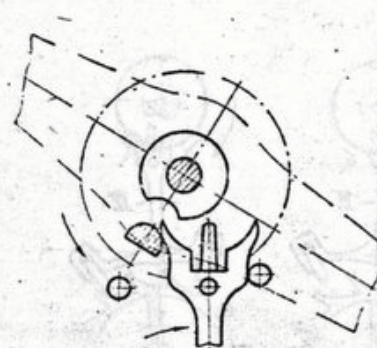
Предпазно приспособление. При случайни сътресения вилката има стремеж да се отдели от ограничителния щифт. Ъгълът



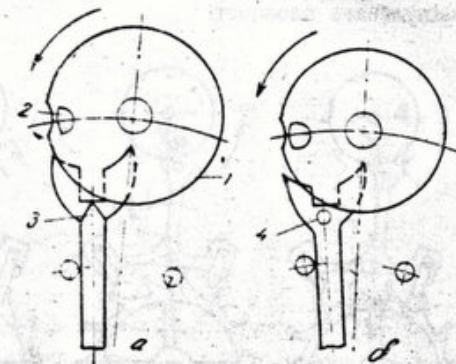
Фиг. 80. Намаляване на ъгъла между импулсните плоскости при движението на зъба по палета

на притеглянето има назначение да не позволи такова отделяне за продължително време. Ъгълът на притегляне действа в случай, когато върхът на зъба опира върху повърхността за почивка на палета. Ако сътресението се яви в момент, когато балансът изминава допълнителната дъга, и е доста силно, то повърхността за почивка може да излезе от зъба и последният да натисне импулсната плоскост, която ще предизвика завъртане на анкръа до другия ограничителен щифт, без да е предаден импулс. А освен това елипсата ще опре във външната страна на вилката и часовникът ще спре (фиг. 81). Това явление в практиката се нарича „прехвърляне“. Поради тази причина се налага

употребата на т. нар. предпазно приспособление. В старите часовници предпазното приспособление се състои (фиг. 82) от една кръгла шайба 1, впредована на оста на баланса, върху която е закрепена елипсата 2. Това е така наречената единична ролка. Вилката завършва

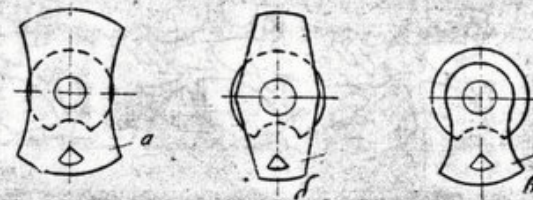


Фиг. 81. Прехвърляне



Фиг. 82. Предпазно приспособление при единична ролка

с острия ръб 3 или към нея е закрепен щифтът 4 (фигурата вдясно). Когато вилката е притисната към ограничителния щифт, острият край на вилката или съответно щифтът не допират до външната окръжност на ролката. Но при опит за прехвърляне острият край на вилката или



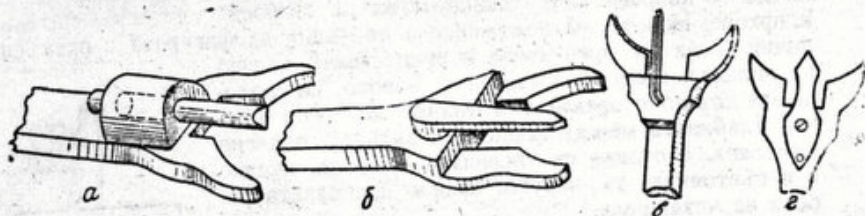
Фиг. 83. Импулсни ролки с некръгли форми

щифтът опира в окръжността и прехвърлянето е невъзможно. За да може вилката да премине от единия към другия щифт при предаването на импулса, в ролката се прави изрез. Този изрез се намира точно пред импулсния камък. Предпазното приспособление с единична ролка не действа много сигурно и затова не се използва.

В съвременните часовници се употребява т. нар. двойна ролка (плато). Тя се състои от двете ролки 1 и 4 (вж. фиг. 69), съединени с втулка. В отвора 2 е закрепена елипсата 3. В някои случаи голямата ролка може да не бъде кръгла (фиг. 83), което е благоприятно, тъй като теглото е по-малко. Ролката, показана на фиг. 83-в, е не-уравновесена и се използва при евтини часовници.

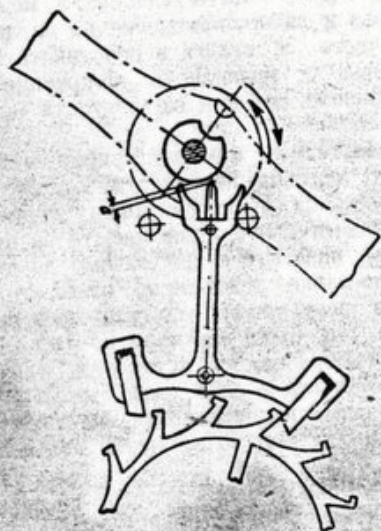


Малката ролка, наречена предпазна, взаимодейства с копието. Начинът за закрепване на копието е различен. На фиг. 84 са показани най-употребяваните начини. Конструкцията на фиг. 84-а позволява копието да се изтегля напред и по този начин да се регулира хлабината



Фиг. 84. Закрепване на копието към вилката

между него и ролката. Конструкцията на фиг. 84-б е с установено положение на копието и се използва при часовници от по-високо качество. Регулирането на хлабината става чрез изпиляване на копието, и то предимно при фабричния монтаж. При по-евтини часовници се използва конструкция, показана на фиг. 84-в. Регулирането в този случай става чрез изкривяване на телчето, който начин не може да даде добри резултати. При особено качествени часовници копието се закрепва с помощта на винт (фиг. 84-г), като по този начин промяната в положението му е невъзможна. При тези часовници това е задължително условие.



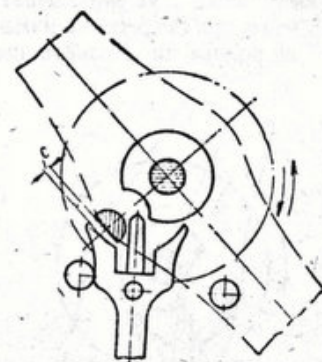
Фиг. 85. Правилно положение на предпазното приспособление

Действието на предпазното приспособление ще се разгледа подробно, тъй като голяма част от дефектите се явяват именно в него. Механизмът се намира в почивка (фиг. 85). Вилката е притисната към ограничителния щифт, а балансът изминава допълнителната дъга. Между копието и ролката съществува хлабината *a*. Ако вилката получи външен тласък от сътресение, тя ще се отдели за момент от ограничителния щифт, копието ще опре в цилиндричната повърхност на малката ролка, която

няма да позволи на вилката да се завърти повече. Под влиянието на ъгъла на притегляне вилката отново ще се върне към ограничителния щифт. Ясно е, че ако липсва ъгълът на притегляне, триенето между копието и ролката ще наруши правилната работа, понеже ще има случаен

характер. За размера на хлабината ще се говори допълнително, но е ясно, че тя не трябва да бъде по-голяма от ъгъла на почивка, защото в противен случай зъбът ще попадне преждевременно върху импулсната плоскост и ще предизвика спиране. В малката ролка е направен изрез, разположен срещу камъка. И тук този изрез позволява на вилката да премине към другия ограничителен щифт при предаване на импулса. Последователните положения при преминаване на копието през изреза са показани при положения II до VI (вж. фиг. 77). В този случай копието и ролката не могат да изпълняват предпазната роля. Но тогава вилката е в движение и не е необходимо да бъде спряна при преминаването ѝ към другия щифт.

В работата на механизма има и такива моменти, когато копието не може да изпълни предпазната си роля, а вилката трябва да се предпази от прехвърляне. Това е положението при влизане и излизане на копието от изреза (фиг. 86). В този момент предпазна роля играят импулсният камък и страничните рогчета на вилката, между които има хлабина *c*. И при този случай е необходимо хлабината *c* да



Фиг. 86. Хлабина между елипсата и копието



Фиг. 87. Удар на елипсата върху рогчето на вилката

върне малко назад. В това време вилката под влияние на ъгъла на притегляне ще се върне към щифта и балансът ще продължи ход си, само че с известно закъснение. Това ще наруши правилната работа

на вилката на ъгъл, по-голям от ъгъла на почивка. В противен случай ще се получи заклиняване на ходовия механизъм. С други думи, ако спрем баланса при това положение и отделим вилката от ограничителния щифт, докато рогчето ѝ опре в импулсния камък, острието на зъба трябва да се намира върху плоскостта за почивка на палета. Следователно ако в този момент се появи сътресение, рогчето ще опре в импулсния камък и вследствие ъгъла на притегляне ще се върне към ограничителния щифт и правилното положение на механизма ще се възстанови.

Хлабината *c* между импулсния камък и страничното рогче трябва да бъде по-голяма от хлабината *a* между копието и предпазната ролка; в противен случай може да се получи удар на елипсата върху рогчето, както е показано на фиг. 87. Този удар ще предизвика промяна в колебанията на баланса, тъй като последният за момент ще спре и вследствие на удара ще се



на часовника. Главната опасност при този удар обаче е възможността за повреда на елипсата. Такъв дефект може да се яви, ако изрезът в предпазната ролка е много голям (фиг. 88). Хлабината *a* за ръчни и джобни часовници е от 3 до 4 стотни от милиметъра, а хлабината *c* — съответно 5 до 6 стотни от милиметъра.

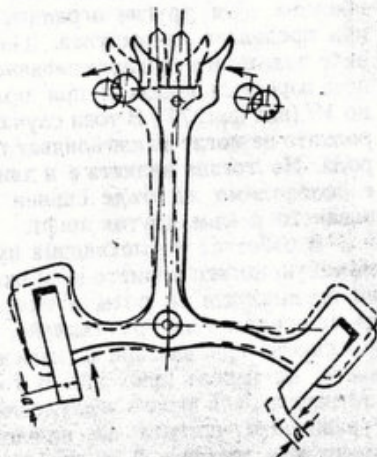
Ясно е, че ако копието е много късо, при сътресение няма да изпълни ролята си. Вилката ще се пре-



Фиг. 88. Голям изрез в предпазна ролка

хвърли към другия шифт и елипсата ще опре в рогчето на вилката (вж. фиг. 81). Освен спиране на часовника в такъв случай може да се случи елипсата, ако тя е направена от крехък материал. Прехвърляне на вилката може да стане и при достатъчна дължина на копието, ако вертикалните хлабини са големи, така че копието да излезе извън равнината на ролката.

Преместване на ограничителните шифтове и палетите. Очевидно е, че преместването на ограничителните шифтове към средната линия ще намали хлабините между копието и предпазната ролка. Отдалечаването на шифтовете ще увеличи тази хлабина. Или с други думи преместването ще предизвика само промяна в ъгъла на загубения път, който трябва да има една определена стойност. Ако преместим палетите в една или друга посока, ъгълът на загубения път и ъгълът на почивката ще се изменят. При неправилно преместване на палетите може да се получи изместване на цялата вилка от нейното правилно положение така, както е показано на фиг. 89. С плътна линия е показано първоначалното положение на вилката. Да преместим входящия палет навътре на разстояние *a*, а изходящия — на същото разстояние навън. При входящия палет ще се получи плитко захващане на палета в зъба, тъй като палетът се е отдалечил от него, а ъгълът на загубения път ще се увеличи. Изходящият палет е при-



Фиг. 89. Изместване на вилката при преместване на ограничителните шифтове

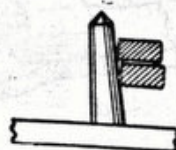
ближен към колелото и ще захваща много дълбоко, което означава, че при него ще имаме голям ъгъл на почивка. Така че пълните ъгли на почивка за входящия и изходящия палет няма да бъдат еднакви. За да се поправи тази грешка, може да се преместят ограничителните шифтове. Новото им положение е показано на фигурата с прекъсната линия. Това ще предизвика и преместване наляво на вилката, която е показана в новото си положение също с прекъсната линия. В такъв случай хлабината между копието и ролката отдясно намалява, а отляво се увеличава. Това положение е в състояние да наруши изцяло правилната работа на механизма.

От казаното дотук следва, че ако е необходимо да се измени дълбочината на захващането между палетите и зъба, за да се възстанови правилното положение, е необходимо да се придвижат и двата палета в едно направление и на еднакво разстояние. Това трябва да стане, когато хлабината между копието и ролката е еднаква при ляво и дясно положение на вилката.

Това преместване на палетите често се налага в практиката при смяна на нови палети или възобновяване правилното положение на погрешно поставени палети. От казаното дотук и от фигурата може да се направи следният извод:

Повърхностите за почивка на палетите се намират приблизително на два пъти по-малко разстояние от центъра на вилката, отколкото върхът на копието. Така че ако регулираме хлабината между копието и ролката чрез преместване на ограничителните шифтове, то за възстановяване правилното положение на палетите е необходимо да преместим последните на два пъти по-малко разстояние, отколкото е предпазната хлабина. И обратно, ако регулираме палетите чрез преместване на шифтовете, изменението ще бъде два пъти по-малко от предпазната хлабина. Така че е целесъобразно да установим първоначално хлабината между копието и ролката и след това, без да преместваме ограничителните шифтове, чрез предвижване на палетите да определим правилното положение на анкръа спрямо зъбите и ходовото колело.

Огъването на ограничителните шифтове е много неправилен начин на работа, до който прибегват недобросъвестни работници, тъй като преместването на палетите отнема повече време. При огъването се нарушава успоредността между тях и при различни положения на часовника вследствие вертикалната хлабина на вилката се изменя ъгълът на загубения път (фиг. 90). Нещо повече, задължение на работника е, ако види огънати шифтове, да ги изправи, така че те да станат перпендикулярни към моста, като след това регулира положението на вилката чрез преместване на палетите и изпиляване копието на вилката. Тази операция отнема повече време, но е единственият правилен начин за работа. Затова при всички особено качествени часовници ограничителните шифтове, които лесно могат да се изкривяват, са заменени



Фиг. 90. Промяна на ъгъла на загубения път при изкривяване шифтове



със стабилни ограничители, направени чрез фрезозане в основната плоча или горния мост на анкръра. Този начин на ограничаване изисква повишена точност при изработване частите на механизма. С усъвършенстване на производството това ще стане единственият начин за ограничаване на вилката.

Повреди при свободния анкръров ход. Накратко могат да се посочат следните по-често срещани повреди при свободния анкръров ход:

1. Ако ъгълът на почивката е много голям или много малък и за двата палета, това показва, че положението им е неправилно. Те трябва да се преместят в правилното си положение.

2. Ако ъгълът на почивката не е еднакъв за двата палета, това води след себе си и до нееднакъв импулс. И обратно, ако импулсът не е еднакъв, това води до нееднакви ъгли на почивката.

3. Ако не е спазена последователността за предаване на импулса (вж. фиг. 78), това показва, че импулсната плоскост на зъба не е правилно оформена и колелото трябва да се подмени. При възможност може да се прешлайфват зъбите му, но обязательно с делителен апарат.

4. Ако ъгълът на падането не е еднакъв за входящия и изходящия палет, това показва, че вилката е много тясна или много широка. Такъв дефект може да се появи и когато не е еднаква дебелината на двата палета. В първия случай трябва да се замени вилката, а при втория да се поставят палети с подходяща и еднаква ширина.

5. Ако ъгълът на падането е еднакъв, но е много малък, това означава, че или са дълги зъбите на колелото, или са дебели палетите. Ако този ъгъл е много голям, зъбите са къси или палетите са тесни. Когато такъв дефект не пречи на работата на механизма, може и да не се отстранява, особено при некачествени часовници. Ако се наложи поправка, това става с подменяване на съответните дефектни части.

6. Ако след падането на зъба върху палета вилката не се отклонява симетрично спрямо средното си положение, това показва, че тя е изкривена и трябва да се изправи.

7. Ако копието се разминава с предпазната ролка, това показва, че то е късо и трябва да се удължи. Ако хлабината между него и ролката е много малка и от двете страни, то е дълго и трябва да се скъси. Ако хлабината не е еднаква, копието е изкривено и трябва да се изправи.

8. Ако при преминаване през средно положение копието опира в ролката, това показва, че изрезът ѝ е плитък и трябва да се задълбочи.

9. Ако елипсата се затяга в отвора на вилката, той е тесен и трябва да се прешлайфва на подходяща ширина, след което особено добре да се полира. При положение, че елипсата има голяма игра в отвора, той е широк. В такъв случай или трябва да се стесни отворът на вилката, или по възможност да се постави по-дебела елипса.

10. Ако елипсата опира в дъното на отвора, то той е плитък и трябва да се удължи чрез шлайфване. Ако елипсата не захваща достатъчно дълбоко в отвора, трябва или да се удължи вилката, или да се замени с нова, подходяща по дължина.

Построение на швейцарски неравнораменен ход. Построяването на ходовия механизъм ще се извърши при следните предварително дадени величини:

|                            |                        |
|----------------------------|------------------------|
| Брой на зъбите на колелото | 15                     |
| Палетите обхващат          | $2\frac{1}{2}$ зъба    |
| Ъгъл на почивката          | $1\frac{1}{2}^{\circ}$ |
| Ъгъл на падането           | $1\frac{1}{2}^{\circ}$ |
| Ъгъл на импулса на зъба    | $2^{\circ}$            |
| Ъгъл на импулса на палета  | $6\frac{1}{2}^{\circ}$ |

За по-лесно построение ще се използва, както и при Грахамовия ход, сравнителният метод, т. е. величините, необходими за построение, са изчислени в зависимост от някой основен размер. Такъв размер в случая ще бъде радиусът на окръжността, по която са разположени остриетата на зъбите от ходовото колело.

За посочените изходни данни необходимите за построението величини са дадени в следната таблица 3. За простота при чертането и пресмятането основният диаметър ще бъде 10 мм, а чертежът ще бъде увеличен 20 пъти, т. е. радиусът на чертежа е 100 мм.

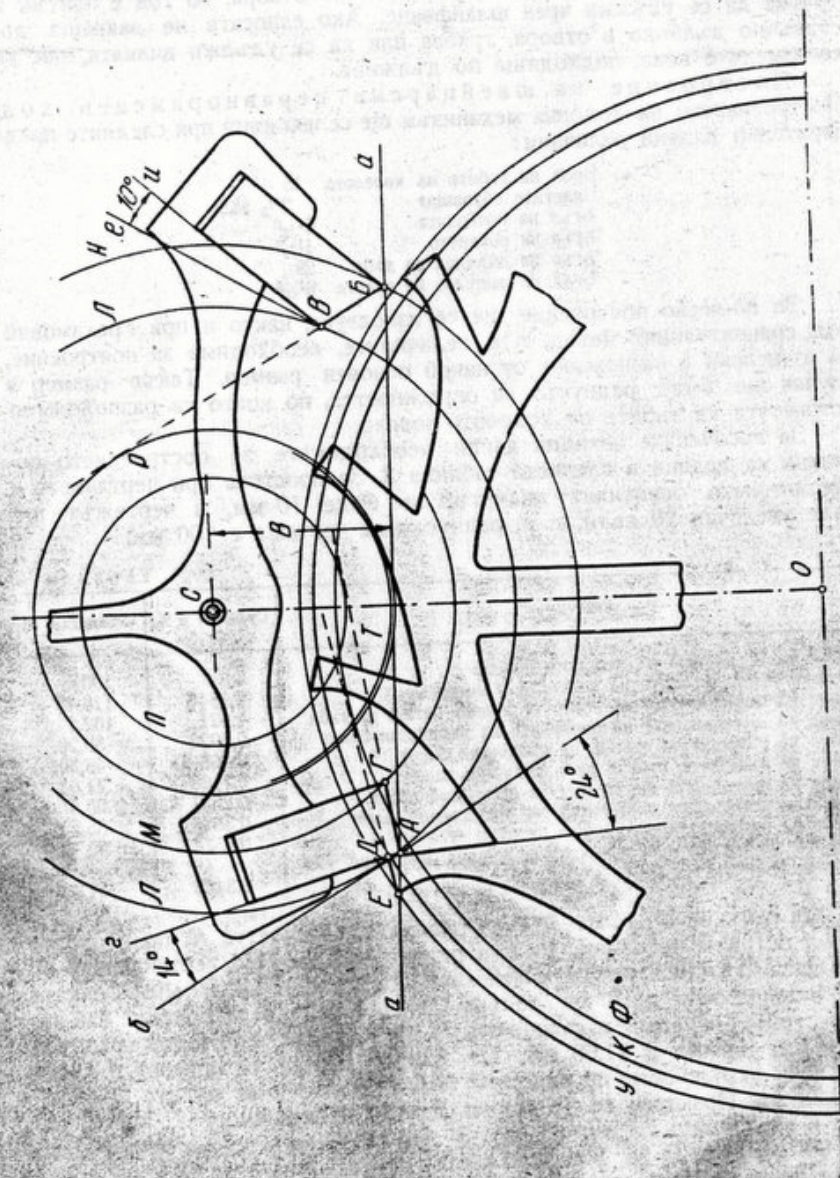
Таблица 3

| Размер                                                            | Стойност в % | Стойност в мм |
|-------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|
| Радиус на остриетата на ходовото колело                           | 1            | 100           |
| Разстояние между осите на колелото и котвата                      | 1,1846       | 118,46        |
| Радиус на окръжността, по която се движи петата на зъба           | 1,021        | 102,1         |
| Радиус на окръжността на почивката на входящия палет              | 0,5928       | 59,28         |
| Радиус на вътрешната страна на входящия палет                     | 0,468        | 46,80         |
| Радиус на външната страна на изходящия палет                      | 0,7168       | 71,68         |
| Радиус на импулсната окръжност за входящия палет                  | 0,2557       | 25,57         |
| Радиус на импулсната окръжност на изходящия палет                 | 0,3523       | 35,23         |
| Радиус на импулсната окръжност на зъба                            | 0,9574       | 95,74         |
| Височина на анкръра (или понякога се нарича височина на сегмента) | 0,3482       | 34,82         |

От центъра *O* (фиг. 91) се описва окръжността *K*, по която се движи острието на зъба. Тя има радиус 100 мм. По вертикалната ос се нанася междуцентровото разстояние *OC*, което е 118,46 мм. Точката *C* е оста на въртенето на анкръра. От този център се описват най-напред трите палетни окръжности *L*, *M* и *N* със съответни радиуси 59,28 мм, 46,8 мм и 71,68 мм. От същия център се описват и двете импулсни окръжности на палетите *P* и *R*, които имат радиус 25,57 мм и 35,23 мм. Прекарва се от същия център и окръжност *T*, чийто радиус е височината на анкръра *B*.

От центъра *O* се описват двете окръжности *U* и *Ф* със съответни радиуси 102,1 мм и 95,74 мм. Първа е окръжността, по която се движи петата на зъба, а втора е импулсната окръжност на зъба.





Фиг. 91. Построение на швейцарски неправиращен ход

Следва да се оформят палетите и зъбите на колелото. Към окръжността  $T$  в пресечната ѝ точка с вертикалната ос се прекарва допирателната права  $aa$ . Там, където тази допирателна пресече окръжностите  $L$  и  $H$ , се получават точките  $A$  и  $B$ . Точка  $A$  е началото на импулсната плоскост на входящия палет, а точка  $B$  — край на импулсната окръжност на изходящия палет. За да получим импулсните плоскости, прекарваме през точките  $A$  и  $B$  допирателни прави към съответните им импулсни окръжности от точка  $A$  към  $L$  и от точка  $B$  към  $P$ . Краят на импулсната плоскост е в т.  $G$ , където допирателната за входящия палет се сече с окръжността  $M$ . По същия начин и точка  $V$  е началото на импулсната плоскост на изходящия палет.

Спрямо радиалния лъч  $Ob$  през точка  $A$  прекарваме лъча  $Az$ , който е отклонен от  $Ab$  на ъгъл  $14^\circ$ . Това е ъгълът на притеглянето, а по лъча  $Az$  ще се оформи повърхността за почивка на входящия палет. По същия начин оформяваме и повърхността за почивка на изходящия палет, като прекарваме лъча  $Vi$  на  $10^\circ$  спрямо  $Ve$ . От точките  $G$  и  $B$  прекарваме прави, успоредни на повърхностите за почивка. Дължината на палета е приблизително 2,5 до 3 пъти от ширината му.

Остава да се определи формата на зъба. При начертаното положение зъбът ще опира върху повърхността за почивка на входящия палет. Така че точката  $D$ , в която се пресичат окръжността  $K$  и повърхността за почивка на палета, ще бъде острието на зъба. От точка  $D$  се прекарва допирателна към окръжността  $\Phi$ . Където допирателната пресече външната окръжност  $Y$ , там е край на импулсната плоскост на зъба, т. е. точката  $E$ . Предната страна на зъба сключва с радиалната права ъгъл  $24^\circ$ , а задната страна се оформя произволно, но да не пречи на движението на палетите. Останалите размери от колелото и вилката се определят по конструкторски усет.

### 23. Хронометров ход

Към свободните ходови механизми спада и хронометровият ход. Той е предложен от Пиер Льоруа в 1748 г. и се е отличавал от сегашния си вид. Върху подобрението му са работили много и известни часовникари, но най-голяма е заслугата на Бертхуд, който в 1770 г. предлага механизма в почти същия вид, в който се използва и сега.

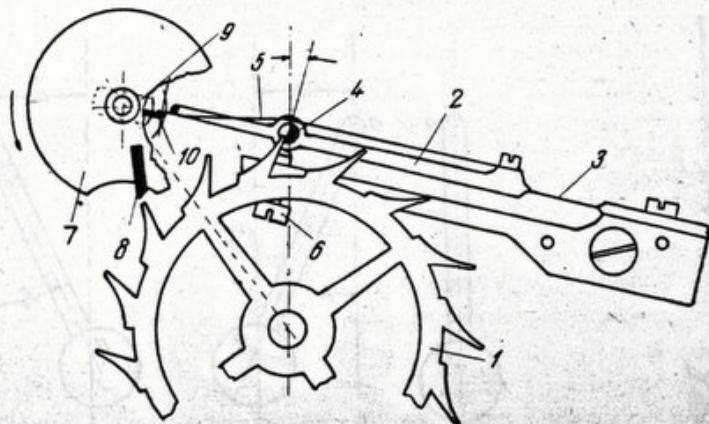
Характерно за този механизъм е, че предаването на импулса става непосредствено от ходовото колело на баланса, като е избягната вилката при анкървия ход. При това ходът е свободен, така че засега най-голяма точност с преносим часовник е получена именно чрез този механизъм. Трябва да се отбележи, че с развитието на свободния анкър ход хронометровият ход е загубил значението си при часовници за обикновена употреба и намира приложение изключително при морските хронометри. И действително, въпреки развитието на средствата за съобщения и ориентиране, корабният хронометър е едно от сигурните средства за ориентиране на плаващите съдове.

Съществуват две основни разновидности на хронометровия ход: 1) ход с пружина за почивка и 2) ход с лост за почивка.



Устройството и действието на механизма ще се проследи по фиг. 92, където е показан представител на първата група.

Ходовото колело 1 е с остри зъби и е закрепено върху последния пиньон от предавателния механизъм. Пружината за почивка 2 е закрепена неподвижно спрямо плочата на механизма. Тънкия край 3



Фиг. 92. Хронометров ход с пружина за почивка

на пружината е близо до мястото на закрепването и представлява две успоредни пластинки, подобно на окачката на махалото. В уширения край на пружината е впесован камъкът за почивка 4, който в работната си част е срязан диаметрално, така че зъбът от колелото при почивка опира на плоската му част, която сключва с радиалната права известен ъгъл  $\alpha$ . Върху пружината за почивка е закрепена с винт много тънка златна пластинка 5, която в предния си край минава под пружината за почивка и се опира на специално направен в нея изда-тък. Винтът 6 служи да се регулира дълбочината на захващането на камъка за почивка. Върху баланса е впесована импулсната ролка 7, на която е закрепен импулсният камък 8. Неподвижно спрямо нея пак на балансовата ос е впесована малката ролка 9, наречена освобождаваща, тъй като върху нея е закрепен освобождаващият камък 10.

При даденото положение балансът се движи отляво надясно, а зъбът от колелото е опрял в предната страна на камъка за почивка. Камъкът е в своето долно положение, тъй като пружината се притиска към регулиращия винт 6. При това движение на баланса ще настъпи момент, при който освобождаващият камък 10 ще срещне предния край на златната пластинка, който се подава пред пружината за почивка. Въпреки че пластинката е много тънка (средно 0,05 мм), поради това, че тя стърчи на малко разстояние пред пружината за почивка и поради голямото ѝ рамо освобождаващият камък ще я повдигне, а тя от своя страна ще повдигне пружината за почивка. Това означава,

че ще се повдигне нагоре и камъкът за почивка 4. Когато това повдигане стане достатъчно, ще настъпи момент, при който зъбът от колелото ще се освободи и то ще се завърти в посока на часовата стрелка. Докато балансът се е завъртял на ъгъл, при който освобождаващият камък е повдигнал пружината и освободил колелото, импулсният камък 8 се намира малко пред съответния зъб от колелото, чрез който ще стане предаването на импулса. При завъртането си колелото ще даде тласък на импулсния камък, а следователно и на баланса. Докато се предава импулс, освобождаващият камък се е разминал с пластинката 5, така че не я поддържа вече в горно положение. Пружината за почивка, а заедно с нея и камъкът за почивка се връщат в долното си положение. Камъкът 4 застава пред един от зъбите на колелото, което, след като е предало импулс, застава неподвижно. Свободен балансът продължава движението си до другото крайно положение. При обратното движение импулсният камък ще се размине със зъбите на колелото, но освобождаващият камък ще срещне пластинката 5. При движение в тази посока обаче тя с много малко усилие ще се огъне надолу, тъй като освен че е много тънка има и голямо рамо. По такъв начин съпротивлението, което оказва тя при обратното движение на баланса, е незначително и не може да се отрази неблагоприятно. Балансът отново стига до другото си крайно положение и действието се повтаря по същия начин.

От изложеното се вижда, че за един период (едно пълно колебание) балансът получава енергия само един път, тъй като обратното му движение е почти свободно. Именно това дава възможност колебанията на баланса да бъдат най-свободни. При този механизъм балансът е свързан с ходовия механизъм само 40% от пътя си, докато при най-добрата конструкция на анкърхов ход тази връзка е 60%.

За да бъде по-малка загубата на енергия при срещането на освобождаващия камък с пластинката (става въпрос за обратния — празния ход), същата е с малко сечение (тънка е) и е направена от валцовано злато, което е много меко. Така че при този ход за едно колебание се чува един удар, при който се забелязва и движението на секундната стрелка.

Конструкцията с пружина има този недостатък, че пружината не е уравновесена спрямо оста на въртенето си. Така че вследствие на случайни сътресения пружината може да се отклони под тяхното действие, при което колелото ще се освободи, без това движение да съответствува на балансните колебания. По такъв начин и показанията на часовника няма да са точни.

Този недостатък може да се отстрани, като вместо пружина се използва един уравновесен лост с три рамена (фиг. 93). На едно от рамената е закрепен камъкът за почивка, а на другото — златната пластинка. Този лост е уравновесен — центърът на тежестта му съпада с оста на въртенето и сътресенията няма да му влияят — той ще се задвижва само от баланса. За да е притиснат винаги надолу, необходимо е на оста му да се постави една спирална пружинка, чийто външен край е закрепен неподвижно към плочата. Наличието



на тази пружина може да се посочи като известен недостатък, тъй като конструкцията е усложнена с още един елемент. Освен това лостът е поставен в лагери, поради което и съпротивлението от триене е по-голямо.

Като общ недостатък на хронометровия ход може да се посочи обстоятелството, че ако по някаква причина часовникът спре (напр. не-навит), след това, за да тръгне, е необходимо да се заклати балансът, тъй като механизмът не дава възможност за самостоятелно потегляне. Освен това, ако по някаква причина амплитудата на баланса се увеличи над определената граница, освобождаващият камък може за втори път на едно и също колебание да повдигне пластинката и да освободи колелото. Това означава, че за едно колебание ще се освободят два зъба, а с това ще станат съответно и две премествания на стрелката, поради което показанията няма да са точни. Това явление се нарича „галопиране“. Започнало веднаж под действието на случайна причина (напр. сътресение), галопирането продължава, тъй като при повторното освобождаване на колелото то предава и втори импулс, вследствие на което амплитудата продължава да е голяма.

Фиг. 93. Хронометров ход с лост за почивка

Поради посочените недостатъци този ход се е запазил само в часовниците, за които се полагат особени грижи — морските хронометри. За обикновени преносими часовници той е изместен вече от свободния анкърков ход.

Поради посочените недостатъци този ход се е запазил само в часовниците, за които се полагат особени грижи — морските хронометри. За обикновени преносими часовници той е изместен вече от свободния анкърков ход.

## Глава V РЕГУЛАТОРИ

### 24. Предназначение и видове регулатори. Махало

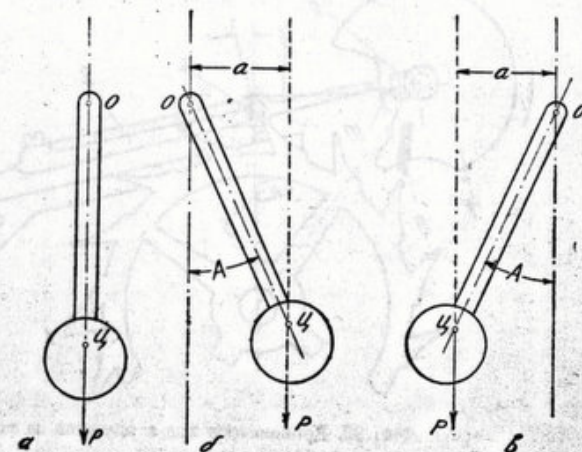
Регулаторът има предназначението да управлява работата на часовника, като осигури равномерно въртене на колелата от предавателния механизъм. В механическите часовници се използват два вида регулатори — махало и баланс с пружина. Регулаторът извършва колебателно движение, което се поддържа с помощта на ходовия механизъм от кръговото движение на зъбните колела.

Като регулатор в механическите часовници махалото се използва от 1657 г., когато холандският учен Християнс Хюйгенс е построил за пръв път годеи за употреба часовник с махало. В 1673 г. излиза съчинение на Хюйгенс, в което той дава чертежите на своя часовник

и теорията на махалото. Теорията, дадена от Хюйгенс, дава силен тласък на физиката и по-специално на часовникарството. С право той се смята като родоначалник на съвременната наука за измерване на времето. Махалото се употребява като регулатор в часовниците поради това, че в сравнение с баланса има по-проста направа и дава голяма точност. Негов недостатък е, че може да бъде употребено само в



Фиг. 94.  
Махало



Фиг. 95. Действие на махалото

непреносими часовници, тъй като с промяна на положението на часовника се нарушава правилността на вървежа и часовникът ще спре. Поради това махалото с успех се използва само в непреносимите часовници — от най-евтините до астрономическите.

Махало с най-проста конструкция е показано на фиг. 94. Състои се от пръта 1, направен от дърво, стомана, инвар или кварц. В долната част на пръта е закрепена тежестта 2, която има обикновено формата на леща или цилиндър. Тежестта е закрепена към пръта по такъв начин, че да може по желание да се придвижва нагоре или надолу, като с това се регулира ходът на часовника. Ако махалото се отклони от средното му положение (наречено още равновесно положение) и се остави свободно, то ще започне своето люлеещо движение около точката О. Тъй като в точката на окачването се появява триене, а освен това и въздухът оказва съпротивление, то след време махалото ще спре своето движение и ще застане в равновесие. За да се поддържат колебанията, е необходимо на махалото да се предаде външна енергия, която да преодолява съпротивлението. Тази енергия се предава от двигателя посредством ходовия механизъм, за който се поясни, че е свързан с регулатора по един от начините, разгледани в глава IV. На фиг. 95, пол. а е показано махало, което се намира в



средното си положение. Окачено е в точката  $O$ . Отделните части на махалото (прът, тежест) имат определено тегло, като може да се смята, че общото тегло представлява една сила  $P$ , която действа в центъра на тежестта  $C$  на цялото махало. Център на тежестта наричаме тази точка, в която, ако подпрем или окачим тялото, последното ще бъде в равновесие. Центърът на тежестта при махалата се намира обикновено в горната половина на лещата. Тази сила (теглото) е причината за люлеенето на махалото. Силата  $P$  действа по направление, минаващо през точката  $O$ , и няма да бъде в състояние да завърти махалото. За да се получи въртливо движение, освен сила е необходимо и рамо, което в случая е нула, тъй като направлението на силата минава през точката, около която се люлее махалото. В случая силата  $P$  има стремеж да придвижи махалото надолу, но това няма да стане, понеже то е закрепено в точката  $O$ .

Ако се отклони махалото от средното му положение надясно (пол. б), силата  $P$  ще съществува и пак ще бъде насочена надолу. Направлението ѝ в този случай няма да минава през точката  $O$ , а на известно разстояние  $a$  от нея, както е показано с прекъснатата линия. Следователно освен силата  $P$  ще има и рамо  $a$ . Тогава силата на тежестта ще предизвика завъртане на махалото около точката  $O$  в означената посока. От фигурата се вижда, че разстоянието  $a$  не е постоянно и зависи от отклонението на махалото от средното му положение. Понеже силата  $P$  е постоянна, а рамото  $a$  се мени, ясно е, че произведението  $P \times a$  ще се мени заедно с промяната на рамото. И колкото махалото се приближава към средното си положение, толкова рамото, а с него и произведението  $P \times a$  намалява, докато в средно положение стане нула. Махалото по инерция ще премине през средното си положение и ще започне да се отклонява наляво. Рамото  $a$  се явява отляво на точката  $O$  (пол. в) и следователно силата  $P$  ще се стреми да завърти махалото в обратна посока. В даден момент инерцията на махалото ще се намали дотолкова, че няма да може да преодолее действието на силата  $P$ . Махалото ще спре за момент (лява мъртва точка) и след това ще започне да се движи под действието на силата  $P$  в обратна посока. Произведението от силата по рамото отново ще почне да намалява и когато махалото премине отново през средното си положение, но в обратна посока, това произведение ще стане пак нула. Движението надясно ще продължи по инерция и ще се повтори по същия начин както от лявата страна. Времето, за което махалото отива от едното крайно положение (мъртва точка) до другото и се връща обратно, се нарича период на люлеенето. Най-големият ъгъл  $A$ , на който се отклонява махалото от средното си положение, се нарича амплитуда или размах. Колкото по-малка е амплитудата, толкова по-точно работи часовникът, тъй като рамото  $a$  се изменя по-малко. Но тази амплитуда не може да стане съвсем малка, защото махалото няма да бъде в състояние да освобождава ходовия механизъм. Обикновено амплитудата при точни часовници е до  $2^\circ$ , а при часовници с късо махало тя достига до  $8-10^\circ$ .

Периодът на махалото е обикновено от  $\frac{1}{2}$  до 2 секунди. Големината на периода зависи от дължината на махалото, т. е. от разстоянието между центъра на тежестта  $C$  и точката на окачването  $O$ . Но при прецизни астрономически часовници се държи сметка и за формата и теглото на частите на махалото. Интересно е да се знае, че ако трябва периодът да се увеличи двойно, дължината ще стане четири пъти по-голяма, напр. за да се увеличи периодът от една на две секунди, дължината трябва да се измени от 24,85 см на 99,4 см. Махало с период 2 секунди (полупериод 1 сек) се нарича секундно и има дължина 99,4 см или приблизително 1 м. В таблица 4 са дадени броят на колебанията и дължините на най-често използваните махала.

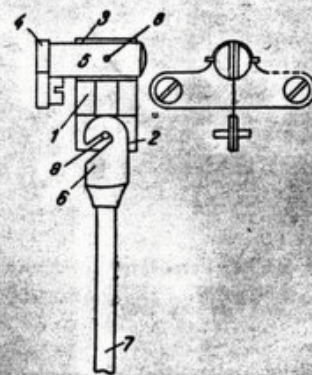
Таблица 4

| Наименование на махалото | Брой на колебанията в час | Дължина в см | Разлика в хода от 1 мин за 24 часа се постига, ако дължината се промени със |
|--------------------------|---------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| секундно                 | 3600                      | 99,40        | 1,35 мм                                                                     |
| $\frac{3}{4}$ -секундно  | 4800                      | 55,91        | 0,76 мм                                                                     |
| $\frac{1}{2}$ -секундно  | 7200                      | 24,85        | 0,34 мм                                                                     |

**Окачване на махалото.** За да може махалото да се люлее около точката  $O$ , необходимо е то да се окачи по подходящ начин. От начина на закачане на махалото зависи до голяма степен точността на часовника.

В старите френски часовници махалото е окачено на нишка или конец, който начин не се използва, тъй като нишката променя дължината си от влажността на въздуха и точният вървеж на часовника се нарушава.

В съвременните часовници окачването става посредством стоманени пластинки, наречени окачки (сюзпансион). За лесно окачване стоманените пластинки 1 са занитени между два месингови крайника 2 и 3 (фиг. 96). Горният крайник влиза в канала на конзолата 5, закрепена обикновено към моста на анкъра или в някои случаи към кутията на часовника. Конзолата и окачката са съединени с щифта 8, който минава през тях. Между крайника и конзолата трябва да има известна хлабина, която да позволява на окачката да се върти в канала около щифта 8. На долния крайник е закрепен неподвижно щифтът 9, на който посредством раздвоената кука 6 се окачва прътът 7, минаващ през отвора на вилката, към който в долния му край се



Фиг. 96. Окачване на махалото на стоманени пластинки



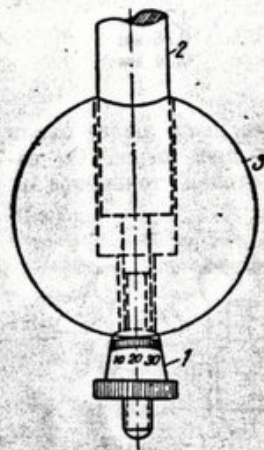
закача махалото. Употребата на съединителния прът 7 се налага с оглед на по-лесното закрепване на махалото към часовника.

В евтините часовници стоманената пластинка е една и е закрепена направо към съединителния прът. В този случай махалото не може да се люлее правилно в една равнина. Затова при точните часовници се употребяват окачки с две пластинки, които направляват по-добре движението на махалото.

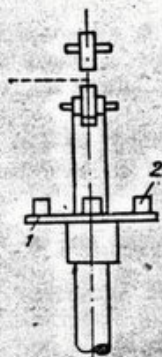
Стоманените пластинки обикновено имат дебелина от 0,05 до 0,2 мм и ширина от 1 до 10 мм. Дължината им, заключена между крайниците, е равна на два до три пъти ширината им.

## 25. Регулиране на часовник с махало

Най-употребяваният начин за регулиране при часовниците с махало е, като се променя дължината му, тъй като при това се измества центърът на тежестта на махалото, вследствие на което се променя и периодът. За целта долният край на пръта 2 завършва с цилиндрическа част, върху която е нарязана резба и навита гайката 1 (фиг. 97).



Фиг. 97. Устройство за промяна дължината на махалото



Фиг. 98. Регулиране чрез изменение тежестта на махалото

Тежестта (лещата) 3 опира в гайката така, че при завъртане на последната тежестта се повдига нагоре или слиза надолу в зависимост от това, какъде се върти гайката. Резбата трябва да бъде с малка стъпка, за да има по-фино регулиране. При завиване на гайката тежестта се качва нагоре (резбата е винаги дясна) и точката Ц се приближава към О (вж. фиг. 95), т. е. махалото се скъсява и периодът намалява, което означава, че часовникът ще избързва. Обратно, при сваляне тежестта надолу

часовникът изостава, защото периодът се е увеличил, т. е. махалото ще избързва едно колебание за по-дълго време. Като се знаят размерите на махалото и стъпката на винта, може да се пресметне на едно завъртане на гайката каква промяна в дължината на махалото ще се получи, а оттам и каква е промяната в периода. Затова при точни часовници върху табелка в долния край на кутията е отбелязано с колко секунди за 24 часа ще се измени ходът за един оборот на гайката. По такъв начин работникът ще бъде ориентиран и като

знае грешката, която прави часовникът за 24 часа, ще може да го регулира по-лесно.

Този начин на регулиране е много лесен и прост, но има недостатък, че за да се завърти гайката, часовникът трябва да бъде спрян, което се отразява на точността му. При точни и астрономически часовници по този начин се избързва само предварителното регулиране.

Точното регулиране в прецизните часовници се избързва без спиране на махалото по следния начин:

В средата на пръта на махалото се закрепва една кръгла платформичка 1 (фиг. 98), по периферията на която са закрепени няколко шифта 2. На тези шифтове при нужда се нанизват шайби с различно тегло, като при това махалото не спира хода си. Прибавянето на тези шайби изменя общото тегло на махалото и което е по-важно — центърът на тежестта се качва малко по-нагоре, което предизвиква избързване на часовника. Обратно, при сваляне на шайбички се получава оставане на часовника. По този начин малките разлики се отстраняват, без да се спира махалото. В точните астрономически часовници, чиито махала работят в херметически затворени часовници и не могат да се обслужват с ръка, поставянето на шайбичките става със специално електромагнитно приспособление. При такива часовници малките разлики могат да се отстранят и чрез промяна на налягането в затворения цилиндър.

**Температурна компенсация на махалото.** Температурата на окръжаващата среда влияе върху точността на часовника, тъй като температурните промени предизвикват промяна в дължината на махалото, а оттам промяна и в периода. При увеличаване на температурата прътът се удължава и часовникът изостава, докато при намаляване на температурата часовникът избързва. За часовници, чието махало е стоманен прът, при промяна на температурата само с един градус се получава грешка от половин секунда за 24 часа. За сравнително големите и резки температурни промени, на които са подложени обикновените часовници с махало, тази грешка достига големи стойности и в някои случаи се налага махалото да бъде температурно компенсирано.

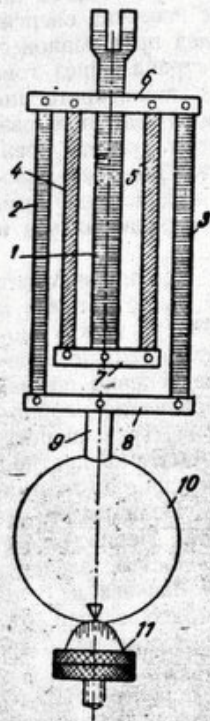
За да се намали грешката от температурното влияние, има няколко начина, от които при съвременните часовници се използват само три. На първо място прътът може да се направи от материал, който малко променя дължината си при изменение на температурата. Добър материал за часовници от средно качество е иглолистното дърво. Материалът трябва да бъде много сух и напоен с безир, за да не поема влага. Много добър материал е летият кварц, тъй като той почти не се влияе от температурата, но е много скъп и трудно се обработва. За точните часовници се използва металната сплав инвар (състои се от желязо, никел и манган). Този материал малко се влияе от температурата, но е скъп и трудно се добива, затова се използва само при точни астрономически часовници.

Вторият начин на температурна компенсация, предложен от Харисон (1693—1776), е показан на фиг. 99. Махалото има три сто-

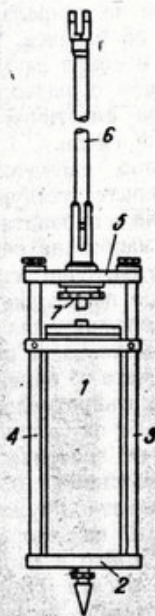


манени пръти 1, 2 и 3 и два цинкови 4 и 5, три напречници 6, 7 и 8, прът 9, леща 10 и гайка 11. През напречника 6 свободно преминава прътът 1, който с горния си край е закрепен към окачката, а с долния — към напречника 7. Стоманените пръти 2 и 3 са закрепени към напречниците 6 и 8, а цинковите — към напречниците 6 и 7.

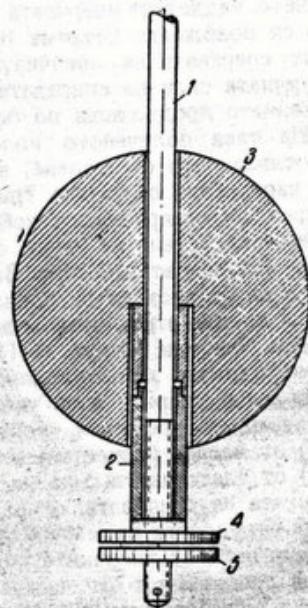
При увеличение на температурата стоманените пръти увеличават дължината си и центърът на тежестта на махалото слиза малко надолу.



Фиг. 99. Температурна компенсация по начина на Харисон



Фиг. 100. Температурна компенсация по начина на Грахам



Фиг. 101. Махало с температурна компенсация по Рифлер

Цинковите пръти, които се удължават повече, действуват в обратна посока и връщат центъра на тежестта в първоначалното му положение. Този начин е много сложен и сега почти не се употребява. Трябва да се има пред вид, че при компенсация с пръти от стомана и месинг броят на прътите трябва да бъде девет — пет стоманени и четири месингови. Трябва да се отбележи, че в някои евтини часовници върху пръта на махалото са закрепени няколко успоредни пръчки, които са поставени със спекулативна цел, без махалото да има температурна компенсация.

Третият начин за температурна компенсация, създаден от Грахам, е т. нар. живачно махало. В стъклен съд 1 (фиг. 100) е налят живак. Съдът е поставен на платформата 2, която посредством стоманените пръти 3 и 4 и напречника 5 е закачена върху пръта на махалото 6, направен също от стомана. Грубото регулиране се извършва с помощта на гайката 7. При повишаване на температурата прътите 3, 4 и 6 се удължават и съдът с живака слиза надолу. Живакът увеличава своя обем и равнището му се качва нагоре, като по този начин центърът на тежестта на махалото се качва нагоре и се възстановява правилното положение. Теоретически точно може да се определи количеството живак, което е необходимо, за да се получи температурна компенсация. След откриването на инвара Рифлер използва този принцип, като заменя живака с месингова втулка 2, а за прът 1 използва инвар (фиг. 101). С Рифлерово махало са снабдени всички астрономически часовници. На същата фигура останалите означения са: 3 — леща, 4 — гайка, 5 — контрагайка.

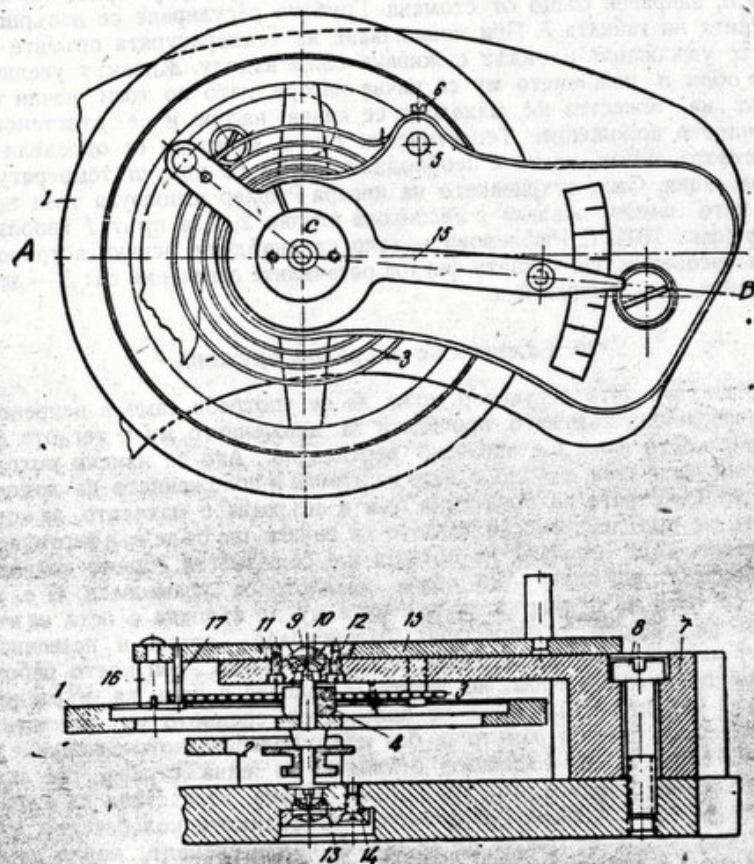
## 26. Баланс със спирална пружина

Махалото като регулатор може да се употреби само в непреносимите часовници, тъй като причината за движението му е теглото (силата  $P$ ), което винаги е насочено вертикално. Ако се измени положението на часовника, заедно с него се изменя и положението на ходовия механизъм. Котвата на последния пък е свързана с махалото, за което се каза, че под действие на теглото си винаги ще бъде във вертикално положение. Това означава, че котвата ще се размести спрямо колелото и часовникът ще спре. Ако обаче махалото се уравни, т. е. направи се така, че центърът на тежестта му да съвпада с оста на въртенето, полученото уравнивено (балансирано — оттам и названието баланс) махало няма да се влияе от положението, при което работи. Но щом приложната точка на силата  $P$  съвпада с оста на въртенето (вж. фиг. 95), при отклонение на баланса от средното му положение няма да съществува и рамото  $a$ , без което колебателното движение не може да съществува. Балансът, отклонен на една страна, ще продължава да се върти в същата посока, докато вследствие на съпротивлението спре. За да се възстанови необходимото колебателно движение, към баланса трябва да се прибави нов елемент, който да го застави след известно отклонение да се върне отново към средното си положение. Този нов елемент е еластична пружина, имаща най-често формата на спирала. За взаимодействието между инерчните сили на баланса и еластичните сили на спиралата ще се спомене по-нататък.

Конструкцията на баланса е показана на фиг. 102. Един подходящ по размери маховик 1, е поставен на стоманената ос 2. На оста от горната страна е закрепена спиралната пружина 3, която с вътрешния си край е закачена към разрязаната ролка 4, а външният ѝ край е закрепен към колонката 5. Посредством винта 6 колонката е неподвижно съединена с моста 7. Последният с винта 8 е закрепен към основната плоча на механизма. Лагерите на оста се състоят от по два камъка —



единият центрова оста странично, а другият определя осовото изместване (нарича се подложен камък). Около втулката, в която е закрепен горният подложен камък, се закрепва регулжната стрелка 15, в предния край на която са закрепени двата шифта 16 и 17. Между шифтовете



Фиг. 102. Устройство на баланса

се намира най-външната навивка на спиралата, така че при завъртане на регулжната стрелка се променя дължината на спиралата, с което се постига регулиране хода на часовника. От долната страна на оста се закрепва чрез впредоване импулсната ролка (когато часовникът е снабден със свободен анкър ход). За да се разбере действието на баланса като регулатор, може да се използва часовник с монтиран баланс и изваден ходов механизъм. Балансът първоначално се намира в

своето равновесно (средно) положение. Спиралата е съвсем свободна и в нея няма напрежение. Ако с ръка се отклони балансът на една страна, тогава спиралата се деформира (например навива) и се намира в напрегнато състояние. Ако се пусне балансът свободно, то еластичните сили на спиралата ще завъртят баланса към неговото равновесно положение и освен това в периферията му ще се набере известна енергия от инерчната сила. Тази енергия ще придвижи баланса през равновесното положение и той ще се отклони на другата страна. През това време спиралата се деформира в обратна посока и движението ще продължи, докато еластичните сили на спиралата, получени при развиването, надделеят инерчната сила на баланса. Балансът достига крайното си положение (мъртва точка) и спира за момент. При това положение енергията на инерчната сила е изразходвана и действувва само еластичната сила на спиралата. Тази еластична сила връща баланса и движението продължава по описания начин.

На така полученото колебателно движение се противопоставят съпротивлението от триене в лагерите, въздушното съпротивление и така нареченото вътрешно триене на спиралата (триенето между молекулите на материала, от който е направена спиралата). Така че колебанията вследствие на тези съпротивителни сили постепенно ще захват и балансът ще спре. За да се поддържа колебанието, необходимо е на баланса да се предаде допълнителна енергия. Тази енергия се дава от двигателя чрез ходовия механизъм под формата на кратковременни тласъци (импулси). Получената от баланса енергия е по-голяма от необходимата за преодоляване на съпротивленията. Излишъкът се изразходва в ударите и за увеличаване на амплитудата. Периодът на колебателните движения, който е от значение за точността, зависи:

- 1) от масата (тежестта) и разпределянето ѝ върху баланса и
- 2) от еластичната сила на спиралната пружина, която зависи от дължината на спиралата, от размерите на напречното ѝ сечение и от вида и твърдостта на материала, от който е направена.

Енергията от инерчните сили на масата (тежестта) расте с квадрата на разстоянието от масата до точката на въртенето. Така например, ако единица маса се намира на 2 сантиметра от точката на въртенето, то енергията ѝ ще бъде  $2 \times 2 = 4$  пъти по-голяма от енергията на същата маса, ако тя се намира на един сантиметър разстояние от точката на въртенето.

За да бъде балансът по-слабо чувствителен към външните сътресения през време на работата на часовника, налага се той да бъде тежък и при това колкото се може по-голяма част от масата да бъде съсредоточена в периферията или с други думи трябва да има баланс с леки спици и тежка периферия. Така например, ако за баланс се употреби плътна шайба, при еднакви инерчни сили шайбата ще бъде с много по-голямо тегло, което се отразява вредно върху лагерите.

Диаметърът на спиралата не трябва да бъде по-малък от половината и по-голям от две трети от диаметъра на баланса. За диаметъра на спиралата часовникарят може да се ориентира по отвора на моста, в който се закрепва външният край на спиралата, и ключа на



реглажната стрелка. Окончателното определяне на размерите на спиралата става чрез проверка на вървежа на самия часовник.

Пригаждането на нова спирала става така:

а. Най-напред се определя периодът на колебанието или което е по-удобно, броят на колебанията в час. Ако броят на колебанията не е известен, то той може да се пресметне по указания в част II начин.

б. За получения брой на колебанията се пасва спиралата към часовника, като еластичността ѝ се променя чрез промяна на дължината ѝ.

Например може да се разгледа джобен часовник, който има 300 удара в минута или 18 000 в час. Подбира се спирала с подходящ диаметър. Закрепва се върху баланса, а когато спиралата няма ролка, закрепването ѝ става чрез малка топчица вощък, забодена в горния край на оста. Външният край на спиралата се хваща с пинцет в дадено положение и се повдига нагоре. Долният връх на балансовата ос опира върху гладка стъклена или стоманена плочка (фиг. 103). След като балансът се завърти, той започва да се колебае. Изброяват се колебанията му, като се сравняват с показанията на точен часовник. Например може да се използва един

секундомер, който се държи в лявата ръка, без да се гледа цифреникът му. Изброяват се колебанията на баланса в минута, в случая 150.

Изброяването става така:

|         |   |    |             |   |   |               |             |     |     |
|---------|---|----|-------------|---|---|---------------|-------------|-----|-----|
| 8       | 9 | 10 | 1           | 2 | 3 | и т. н. . . . | 148         | 149 | 150 |
| вземане |   |    | пускане на  |   |   |               | спиране на  |     |     |
| такт    |   |    | секундомера |   |   |               | секундомера |     |     |

След това става сравняване с показанията на секундомера. Ако за 150 колебания секундомерът показва по-малко от една минута, това означава, че часовникът ще избързва и спиралата трябва да се удължи. Обратно, когато секундомерът показва повече от една минута за 150 колебания на баланса, спиралата трябва да се скъси. Захваща се спиралата в ново положение и наново следва отброяване на ударите, докато се постигне желаната точност. Трябва да се има пред вид, че там, където е държана спиралата с пинцета, ще се намира реглажната стрелка. Ако излишната част от спиралата е много дълга, тя се откъсва, като се остави известна резерва от дължината за регулиране.

Спиралата заедно с баланса се монтира в часовника и наново се проверява броят на колебанията. Малките разлики се отстраняват след продължително наблюдение. В част II въпросът за смяна на спиралата е разгледан подробно.

В зависимост от вида на ходовия механизъм отклонението на баланса от средно положение (амплитудата) е различно. При непреносимите часовници се спомена, че амплитудата на махалото трябва да бъде по възможност по-малка. При преносимите часовници (джобни,

ръчни), за да бъдат колебанията на регулатора по-слабо чувствителни към сътресения, амплитудата трябва да бъде по-голяма, тъй като едно бързо движещо се тяло е слабо чувствително към външни сътресения.

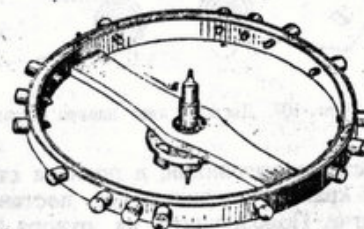
От друга страна, скоростта на движението на регулатора се определя от периода и колкото периодът е по-малък, толкова скоростта е



Фиг. 104. Баланс с гладка периферия



Фиг. 105. Баланс с шамповани издътци



Фиг. 106. Баланс с винчета

по-голяма. Изследванията са показали, че за преносими часовници най-добре е периодът да бъде 0,4 секунди, т. е. времето между два последователни удара (полупериода) да бъде 0,2 секунди (една пета част от секундата). Това съответствува на 18 000 удара в час. Само в по-редки случаи броят на колебанията е различен от приетия.

Препоръчва се в зависимост от вида на ходовия механизъм амплитудата на баланса да бъде:

|                              |          |
|------------------------------|----------|
| При цилиндров ход . . . . .  | 180—240° |
| • шифтов ход . . . . .       | 360—450° |
| • швейцарски анкър . . . . . | 450—540° |
| • хронометров ход . . . . .  | 450—540° |

Баланс с гладка периферия (фиг. 104) се използва в евтини часовници, снабдени с цилиндров или шифтов ход. Със спекулативна цел се употребяват и баланси, по периферията на които има отшамповани издътци, които наподобяват винтове (фиг. 105). Тези два вида баланси се правят от месинг.

При всички точни часовници се използва баланс, по периферията на който има пробити отвори с навити в тях винчета (фиг. 106). Както ще се каже по-нататък, смяната на винтовете дава възможност за прецизно регулиране на часовника. Тези баланси се правят от ново сребро (алпака). При особено точни часовници балансите имат и температурна компенсация, който въпрос ще се разгледа по-нататък.

## 27. Балансова пружина

Спиралата е метална лента, навита равномерно около една средна точка. Отделните навивки се намират на еднакво разстояние една от друга и лежат в една равнина. Този вид спирали се наричат плоски и се срещат като дясно и ляво навити (фиг. 107).



За да може спиралата да се закрепи към баланса и моста, трябва в краищата си да бъде снабдена с накрайници — вътрешна ролка за закрепване към баланса и колонка за закрепване към моста (фиг. 108).

Вътрешната ролка е срязана радиално, за да може съединението между нея и балансната ос да бъде такова, че при малко по-голямо

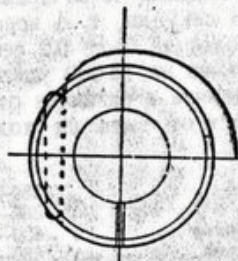


Фиг. 107. Дясно и ляво навита спирала

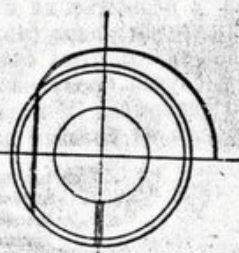
външно усилие ролката да се завърти по отношение на оста. Това е необходимо за лесна центровка на спиралата. Закрепването на спиралата към ролката става по два начина. При първия начин, използван при доброт



Фиг. 108. Ролка и колонка за закрепване на спиралата



Фиг. 109. Правилно положение на отвора за щифта спрямо прореза на ролката



Фиг. 110. Закрепване на спиралата чрез защищане в прорез

(фиг. 110), в който се поставя спиралата, като външният край от ролката се смачква леко и при това притиска спиралата към ролката. При този начин на захващане свалянето на спиралата от ролката и поставянето ѝ отново става много трудно.

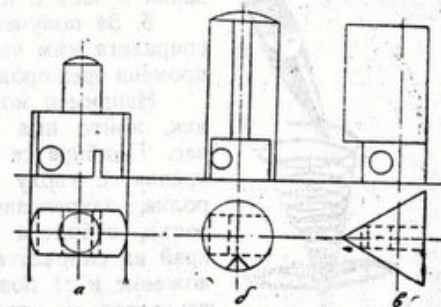
Външната колонка служи за закрепване на спиралата към моста. Формата на колонката зависи от конструкцията на часовника и се изработва от месинг, ново сребро или стомана. На фиг. 111 са показани най-често употребяваните форми.

Колонката трябва да бъде здраво закрепена към моста. При по-евтините часовници горният край на колонката е цилиндричен (фиг. 111-а) и се впесова в цилиндричния отвор на моста. При по-точните часовници закрепването на колонката се осигурява с едно винче, поставено странично на отвора в моста. В такъв случай, за да

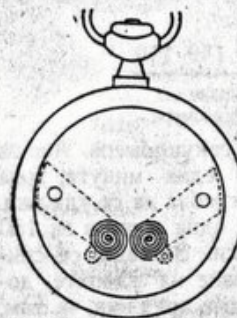
заеме колонката строго определено положение, обикновено на цилиндричния ѝ край е направен надлъжен триъгълен канал (фиг. 111-б), в който влиза краят на винчето. При много точни часовници колонката е с триъгълно напречно сечение и влиза в триъгълен отвор (фиг. 111-в).

Тъй като ключът на реглажната стрелка се движи по окръжност, за да не се променя правилното положение между него и спиралата, на външния ѝ край трябва да се направи чупка така, че стрелката при регулиране да не изкривява спиралата.

Плоските спирали имат недостатъка, че центърът на тежестта им не може напълно да съвпадне с оста на въртенето на баланса. Освен това при работа свиването и разпускането на спиралата не е правилно. От тази страна, откъм която е закрепен външният ѝ край, навивките се деформират по-малко, отколкото от противоположната страна. Поради тази причина центърът на тежестта на баланса през време на работа се изменя и точността намалява. Поради тази причина тези спирали се използват при часовници от средно качество. За да се



Фиг. 111. Различни форми на колонката



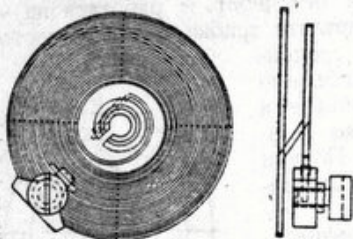
Фиг. 112. Правилно положение на вътрешния край на спиралата

намали до известна степен този недостатък, трябва първата половина от най-вътрешната навивка да се намира „отгоре“, когато часовникът е в покой. Това положение на покой за джобни часовници е с ключа нагоре, а за ръчни — с ключа надолу, тъй като това е нормалното им положение при отпусната надолу ръка. На фиг. 112 личи по какъв начин се закрепва вътрешният край на спиралата при джобен часовник.

За да се отстрани напълно споменатият недостатък, външният край на спиралата се извива по определена крива форма и по такъв начин се създават условия за правилна работа на баланса. Тази крива по форма е такава, че би попречила на останалите навивки, затова е необходимо на външния край да се направи двойна чупка така, че крайната крива да остане успоредна на останалите навивки (фиг. 113). Формата на крайната крива може да бъде най-различна (фиг. 114). За да бъде удобно регулирането на часовника, винаги краят на кривата трябва да бъде оформен по окръжност. В този край спиралата се обхваща от щифтовете на реглажната стрелка, така че при преместването ѝ спиралата няма да се деформира.



Спирали, чийто външен край е оформен по този начин, се наричат спирали с крайни криви или спирали „Бреге“ по името на известния швейцарски часовникар Абрахам Луи Бреге (1747—1823), който пръв е построил джобни часовници с такива криви. Подробности по изработването на спирали с крайни криви са дадени в част II.

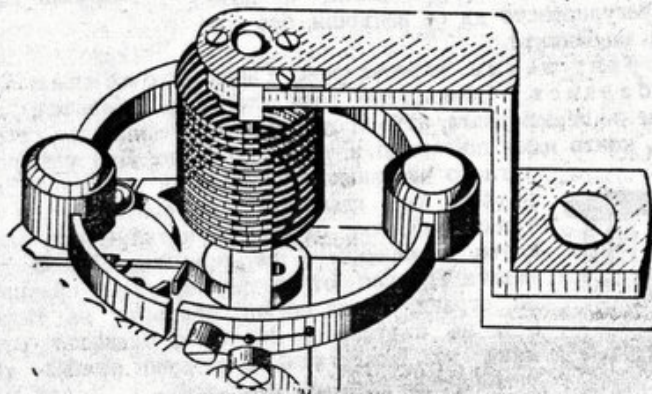


Фиг. 113. Спирала с крайна крива



Фиг. 114. Видове крайни криви

При особено прецизни часовници, каквито са напр. морските хронометри, а и при някои джобни часовници, снабдени с хронометров ход, се използват винтови цилиндрични спирали [(фиг. 115).



Фиг. 115. Цилиндрична винтова спирала

Тези спирали са снабдени и в горния, и в долния си край с крайни криви и работят много по-правилно от плоските спирали. Недостатъкът им е този, че се изработват по-трудно и заемат много място, което прави часовника груб на външен вид. Освен това точността, която дават плоските спирали с крайни криви, е достатъчна при обикновените часовници.

**Баланс с температурна компенсация.** При температурните промени балансът заедно със спиралата претърпява изменения, които се

отразяват върху точността на часовника. За да се изясни въпросът за влиянието на температурата, трябва да се проследят подробно измененията, които настъпват в баланса и спиралата. Например за случая на месингов баланс и стоманена спирала при повишаване на температурата балансът ще увеличи своя диаметър и с това ще предизвика оставане на часовника. Същевременно спиралата ще увеличи дължината си, ширината си и височината си. Увеличението на дължината ще предизвика оставане на часовника. Увеличението на височината и ширината ще направи спиралата с по-голямо напречно сечение, „по-силна“, което ще предизвика избързване на часовника. Теоретически е доказано, че увеличението на дължината и увеличението на височината се урівновесяват напълно. Увеличението на диаметъра на баланса и увеличението на ширината на спиралата също се урівновесяват почти напълно.



Фиг. 116. Разрязан двуметален баланс с температурна компенсация

От опит се знае, че въпреки това часовникът остава. Причината за оставането е следната. При увеличаване на температурата освен споменатите изменения в спиралата материалът става по-малко еластичен — спиралата „омеква“. Поради това часовникът започва да изостава. При намаляване на температурата споменатите изменения настъпват в обратна посока, спиралата става „по-твърда“ и часовникът избързва.

Температурното влияние върху часовника е доста голямо. Така например часовник без температурна компенсация за всеки градус температурна разлика дава грешка от 11 секунди за 24 часа. Ако температурата се промени с 10 градуса, това означава грешка 110 секунди или приблизително две минути за 24 часа. Поради тази причина прецизните часовници имат баланси с по-сложна форма, които отстраняват влиянието на температурата. Тези баланси се наричат компенсационни.

Засега най-употребявани са разрязаните двуметални баланси. На фиг. 116 е показан такъв баланс от джобен часовник. Венецът на баланса е направен от два метала. Вътрешният пръстен е от стомана, а външният — от месинг. Двата метала са запоеени един с друг. Дебелината на месинговия пръстен е един и половина пъти по-голяма от дебелината на стоманения пръстен. Венецът е срязан на две противоположни места близо до сплицата. При увеличаване на температурата месинговият пръстен се удължава повече от стоманения, като при това свободният край на венеца се огъва навътре и диаметърът на баланса намалява. Намаляването на диаметъра ще предизвика избързване, което ще компенсира оставането вследствие „омекването“ на спиралата. При намаляване на температурата деформацията на баланса е обратна, диаметърът му се увеличава и се компенсира избързването, предизвикано от спиралата.

Все пак абсолютно точна температурна компенсация по този начин не може да се постигне, но получените неточности са извънредно малки и почти без практическо значение. Недостатък при този начин



на компенсиране е много сложната направа на баланса, тъй като запояването на двата метала е трудно.

Напоследък се използва друг метод за температурна компенсация, като се употребява подходящ материал за спирала. Този материал е желязно-никелова сплав с около 28% никел и почти не променя еластичността си при температурни въздействия. При спирали от тази сплав и обикновен баланс разликите от температурата намаляват около 20 пъти.

## 28. Регулиране на часовника с баланс

То може да стане по три начина:

1. Чрез променяне дължината на спиралата.
2. Чрез променяне тежестта на периферията (смяна на винт).
3. Чрез отдалечаване на винтовете от центъра на въртенето.

Първият начин е най-удобен и се употребява при всички обикновени часовници, снабдени с баланс. Вторият начин не е удобен, тъй



Фиг. 117. Реглажни стрелки

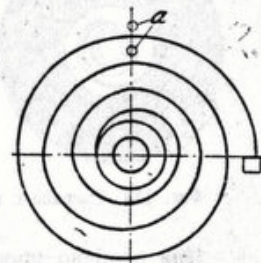
като за да се извърши регулирането (смяната на винтовете), часовникът трябва да се спре. Използва се само в морските хронометри. В обикновените часовници този начин се използва само за предварително регулиране. Регулирането по третия начин се използва при малки раз-

лики, и то само при морските хронометри. И в този случай балансът трябва да бъде спрял. Трите начина за регулиране ще се разгледат подробно.

Регулирането чрез променяне дължината на спиралата става с помощта на реглажната стрелка. Както се спомена, тя е притисната от втулката на горния подложен камък, като мястото на допирането представлява конична повърхнина. Така че вследствие на триенето между втулката и стрелката последната не променя положението си. Но с външни усилия това триене може да се преодолее и стрелката да се завърти в желаното положение. В единия край на стрелката се намират два шифта, в които влиза външният край на спиралата. В някои случаи единият шифт е заменен с колонка, която може да се върти около оста си, а в долния си край има издатък, който покрива другия шифт (фиг. 117), така че спиралата при сътресения няма да има възможност да изпадне от шифтовете; понеже на това пречи издатъкът на колонката. Това приспособление се нарича ключ, понеже „заключва“ спиралата. В колонката има прорез или отвор, посредством който тя се завърта чрез отвертка или игла. Шифтовете трябва да опират плътно в спиралата, но да не я притискат силно. Ако шифтовете са притиснати силно към спиралата, при преместване на стрелката спиралата ще се изкриви.

Когато шифтовете не опират плътно в спиралата (фиг. 118), през известна част от хода на баланса спиралата няма да опира в тях

и ще работи в цялата си дължина. През останалата част от хода тя ще опре в единия или другия шифт и дължината ѝ ще се намали. Така че за едно колебание на баланса дължината на спиралата ще се променя, от което следва, че при различни положения балансът ще има различен период. Това означава неточност в работата на часовника, тъй като дължината на спиралата трябва да бъде постоянна. От друга страна, ако спиралата в спокойно състояние не опира в шифтовете, има условия за по-правилно движение (свиване и разпускане на навивките), което също оказва голямо влияние върху точността. Поради тази причина при неособено точни часовници се предпочита спиралата да „играе“ свободно между шифтовете, като приблизителното разстояние между шифтовете е от два до три пъти дебелината на спиралата. Винаги трябва да бъде спазено условието, че при спокойно състояние спиралата да се намира точно по средата между двата шифта (фиг. 119). Въпреки посочените недостатъци този начин има предимството, че позволява регулирането да се извърши, без да се спира часовникът.



Фиг. 118. Неправилно обхващане на спиралата от реглажните шифтове

Вторият начин за регулиране е чрез променяне тежестта на баланса. Обикновено това става при баланси, снабдени с винтове по периферията, като противоположните винтове се сменят с такива, които имат по-голямо и по-малко тегло. При увеличаване на



Фиг. 119. Правилно положение при плоска спирала

теглото часовникът изостава и обратно. За малки разлики под главичките на винтовете се поставят тънки шайбички от тежък метал — мед, олово или злато. Изменението на тежестта трябва да става винаги еднакво от две диаметрално противоположни страни, за да остане центърът на тежестта в оста на въртенето. За целта балансът след промяна на тежестите обязательно трябва да бъде уравновесен (екилибриран).

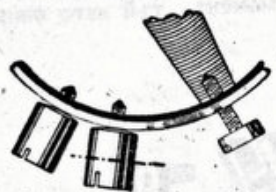
Освен с промяна на теглото регулиране може да се получи и ако се отдалечат два противоположни винта от оста на въртенето. Тези винтове имат по-дълго стъбло от останалите, разположени са от двете страни на спицата и са стегнати завинтени (фиг. 120). Чрез развиване и завиване на тези винтове част от теглото на баланса се отдалечава или приближава към оста. В зависимост от това в първия случай се получава оставане, а във втория случай — избързване на часовника.

Последните два начина за регулиране са много добри, но имат неудобството, че при регулирането часовникът трябва да се спре. Обикновените часовници се регулират по този начин предварително



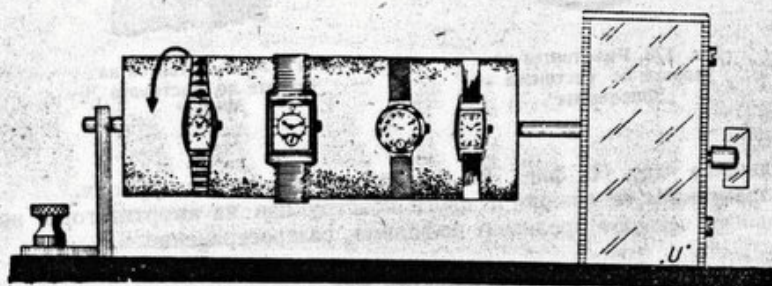
във фабрични условия или при смяна на спирала. Много точни часовници, например морските хронометри, се регулират изключително по този начин.

**Уравновесяване на баланса (екилибриране).** От много голямо значение за точността на часовника е доброто му уравновесяване. Това означава, че центърът на тежестта на баланса трябва да съвпада с оста на въртене му. Поради редица причини, главно некачествен ремонт, това условие често не е изпълнено. Последствията от недоброто уравновесяване се чувствуват особено при ръчни часовници, които заемат различно положение при работата си. При джобни часовници, които заемат почти постоянно положение, тези грешки не се чувствуват толкова. За да се избегнат грешките от недоброто уравновесяване, във фабриката с помощта на прецизни уреди-вибрографи се прави проверка на часовника в четири различни положения на ключа — нагоре, надолу, наляво и надясно. В обикновената практика за такава проверка може да се приспособи един механизъм от будилник, на средната ос на който



Фиг. 120. Винт за регулиране

се приспособи един механизъм от будилник, на средната ос на който



Фиг. 121. Приспособление за проверка на часовници

се закрепва дървен барабан за поставяне на часовниците (фиг. 121). За 12 часа барабанът ще направи 12 оборота и часовниците при това ще заемат различни положения. Приспособлението е просто, дава добри резултати и може лесно да се изработи. Въпросът за практическата работа по уравновесяването на баланса е уяснен в част II.

## Глава VI

### ПРИНЦИПНО УСТРОЙСТВО НА УДАРОУСТОЙЧИВИ, САМОНАВИВАЩИ И ВОДОНЕПРОПУСКЛИВИ ЧАСОВНИЦИ

#### 29. Удароустойчиви часовници

Най-честата повреда при удар или по-силно сътресение на часовника е счупването на шийките на балансовата ос. Причината за това е малкият им диаметър, сравнително голямата дължина на оста и голямото тегло на баланса, който е закрепен върху нея. За да се намали до минимум възможността за счупване на оста, напоследък получиха голямо разпространение т. нар. удароустойчиви часовници. Съществуват най-различни конструкции, които намаляват възможността за счупване, но при всичките се използва един принцип — ударът или сътресението да се поеме от някой еластичен елемент. По такъв начин главното усилие се „умъртвява“ до голяма степен и шийките на оста са предпазени от повреда.

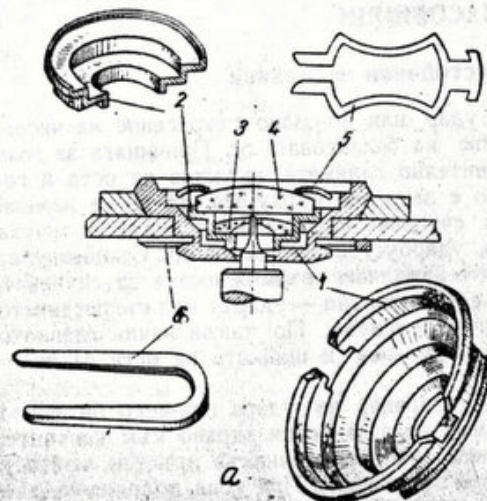
Такова умъртвяване (амортизиране) на удара най-леко би могло да се осъществи, ако механизмът не е закрепен здраво към капациите, а посредством еластична връзка (например някакъв пръстен, който е закачен за капациите посредством пружинки). При това положение, ако и лагерите на баланса са с обикновена форма, еластичната връзка ще предпази шийките при удар. Този начин на осигуряване, макар и принципно прост, не е намерил приложение, тъй като, от една страна, се увеличават размерите на часовника, а от друга страна, подвижната машина спрямо неподвижните капаци създава неудобства при обслужването с часовника.

Значително по-добро амортизиране се постига чрез подходящото оформяне на лагерите на баланса. В този случай лагерът е свързан чрез еластична връзка с относително неподвижните мостове. Правилното положение на лагера, когато няма сътресения, е осигурено по подходящ начин. В момента на удара лагерите се изместват в съответната посока, като оста с дебелия си част опира в отворите на моста и плочата. След удара под действието на еластичния елемент лагерите отново се връщат в нормалното си положение.

Най-разпространената от този вид амортизация е конструкцията „Incabloc“. Наименованието произлиза от френската дума „incassable“, което значи „нетрошлив“. При тази конструкция лагерните камъни 3 и 4 (фиг. 122-а) са поставени в една месингова втулка (шатон) 2, в която обаче те не са занитени и могат да се изваждат. Отвън формата на тази втулка е такава, че тя може да се води по вътрешната конична повърхнина на втулката 1. Камъните, заедно с шатона 2, са прикрепени към втулката 1 посредством пружинката 5, която има форма на лира. Целият така образуван блок се закрепва към моста или плочата посредством вилката 6, която минава през специално направения канал на втулката 1. Еластичните сили на пружинката и коничната повърх-



ност на втулката осигуряват нормалното положение на лагера, когато няма удари. Когато се появи удар в осева или странична посока, шатонът заедно с камъните се хлъзга по коничната повърхност на втулката, докато оста с удебелената си част опре в отвора на същата.



Фиг. 122. Умъртвител на ударите по системата „Incabloc“

Това изместване на лагерите е възможно вследствие наличието на пружинката. При прекратяване на сътресението пружинката отново връща лагера в нормалното положение. На фиг. 122-б, в е показано положението на амортизатора при странично и осево насочен удар. И в двата случая оста опира в удебелената си част и опасността от счупване е избягната.

При почистване на часовника е необходимо да се разглобят и лагерните камъни. За да не се загуби пружинката, тя в единия си край

е закрепена шарнирно към втулката. Чрез внимателно повдигане на свободните ѝ краища с остра игличка се освобождават камъните. Принципно по същия начин е осъществена конструкцията „Shoc-resiste“. Камъкът, в който лагерува балансът, е с малък външен диаметър и е впресован във втулка, която е свързана с основата си посредством пружинираща част (фиг. 123). Подложният камък се притиска от една пружинираща шайбичка, също показана на фигурата. Целият блок се притиска към моста с една плочка, закрепена с винтче.

При разрязаните двуметални баланси може да се използва за осигуряване конструкцията „Wylet“. При нея сплицата на баланса има форма на буквата S, така че при появата на сътресение балансът, който

е разрязан, вследствие подходящата форма на сплицата увеличава диаметъра си. При това периферията му опира в един пръстен, намиращ се много близо до него, и предпазва шийките от претоварване. Недостатъкът е, че при удара балансът спира за момент, тъй като опира



Фиг. 123. Умъртвител на ударите по системата „Shoc-resiste“



Фиг. 124. Умъртвител на ударите по системата „Wylet“

в неподвижна част. На фиг. 124 е показана такава конструкция.

В практиката се срещат и други конструкции на амортизатори, но разгледаните намират предимно по-голямо разпространение.

### 30. Самонавиващи часовници

Стремежът при конструирането на съвременните ръчни часовници е да се направи часовникът така, че за него да се полагат по-малко грижи при ползуването му. Най-голямо постижение засега в това направление е автоматичното навиване, осъществено в т. нар. самонавиващи часовници. Въпреки че идеята за автоматично навиване е била дадена още от Бреге, производството им във фабричен мащаб е започнало през 1929 г. Обикновено за осъществяване на навиването се използват инерчните сили, получени при движението на ръката, които действуват върху една тежест, чието клатещо движение се използва за навиването на двигателя.

На фиг. 125 е показана такава конструкция, като за яснота целият блок, върху който е закрепена инерционната тежест, е показан отделно. Тежестта представлява сектор, който се върти около оста на стрелките. Пред вид на това, че центърът на тежестта му не съвпада с оста на въртенето, получените при движението на ръката инерчни сили задвижват сектора наляво или надясно (в зависимост от посоката на дей-



ствуващата сила). Чрез един зъбец, който е неподвижно закрепен на тежестта, движението посредством система от зъбни колела се довежда до навивателното колело на барабана. При така описаната система навиването става само в едната посока на движението на тежестта. Движението в другата посока не се използва. За да се омекоти ударът на инерционната тежест при достигането на крайните ѝ положения, се поставят две амортизиращи пружинки, които ясно личат на фигурата.



Фиг. 125. Механизъм за навиване чрез инерционна тежест



Фиг. 126. Механизъм с инерционна тежест, която навива при двете посоки на въртене

В някои по-съвременни конструкции тежестта не е ограничена в движението си, тъй като странични ограничители няма. На фиг. 126 е показана такава конструкция. Трябва да се знае, че при такова решение навиването става и в двете посоки на движение на инерционната тежест. Това се постига с по-сложна конструкция на предавателния механизъм до навивателното колело.

Пред вид на това, че инерчните сили, които задвижват тежестта, са сравнително малки, от съществено значение е подходящият подбор на предавателното число на зъбната предавка за навиването. Както личи от фиг. 126, предаването става от пиньон към колело, при което се постига увеличение на инерционния момент, така че той да бъде достатъчен да преодолее съпротивлението на двигателната пружина и да я навие.

При самонавиващите часовници двигателната пружина не е здраво закрепена към барабана, както това става при обикновените конструкции с външно навиване. В случая се използва една междинна пружина, представляваща сектор от около  $\frac{3}{4}$  от окръжността. Двигателната пружина е закрепена към нея по познатите начини, а тя от своя страна

чрез силата на триенето, породена между нея и барабана, предава въртеливия момент на механизма. Ако външното усилие от инерционната тежест надмине една определена граница, тази междинна пружина се свива малко, при което триенето ѝ в барабана намалява и тя отпуска навивателната пружина, докато се установи отново равновесието. Подобни конструкции, както е известно, се използват и при закрепването на пружините при старите седмични часовници (вж. фиг. 20-д и 20-е). Такова закрепване на пружината е необходимо, тъй като навиването чрез инерционната тежест не може да се контролира поради това, че става от произволните движения на ръката. Ако се допусне, че пружината се навие докрай и инерционната тежест продължава да действа за навиването ѝ, при обикновено закрепване тези тласъци ще се предават на механизма чрез навитата докрай пружина и нормалната работа на часовника ще се наруши. Междинната пружина има за цел в случая да предпази механизма от такова неблагоприятно влияние на автоматичното навиване.

По такъв начин двигателят е осигурен срещу прекомерното навиване. Не по-малко важно е да се осигури и едно минимално навиване на двигателя, за да бъде той в състояние да поддържа работата на часовника, когато същият не се навива автоматично — например когато е в покой. Най-лесно това може да стане, като освен автоматичното навиване се предвиди и ръчно навиване чрез ключа. Осъществяването на тази двойна връзка на навивателното колело (от една страна автоматично и от друга страна ръчно) става чрез доста сложни конструкции, тъй като двете системи за навиване трябва да са независими една от друга. Това усложняване на конструкцията безспорно би могло да се посочи като известен недостатък, още повече че и чрез ключа не може да се познае кога часовникът е достатъчно навит. Причината за това е междинната пружина на барабана, която отпуска двигателната, щом навиването надмине една определена стойност. Така че часовникът и с ключа не може да се навие докрай. Затова при някои часовници се използва и указател за степента на навиването. Указателят е доста сложен механизъм (на принципа на диференциала), който завърта един диск, по който са нанесени часовете, които часовникът има в резерва. През едно прозорче на циферблата се вижда до каква степен е навита пружината и каква е резервата в часове, преди часовникът да се навие. Безспорно тези допълнителни устройства към автоматичното навиване подобряват работата на контролирането на часовника, но и извънредно много усложняват конструкцията. Може да се постави дори и въпросът за целесъобразността на такова нововъведение, чиято първоначална цел е да облекчи работата по обслужването на часовника, а в действителност трябва да се следи за навиването на часовника. Впрочем дали ще се наложи автоматичното навиване или отново ще се върнем към обикновеното навиване на 24 часа е въпрос, който ще се реши от близкото бъдеще.

При редки случаи автоматичното навиване се използва и при правоъгълни машини, като инерчните сили се използват за надлъжно преместване на инерционната тежест, която се плъзга по сачми. Поня-



кога се движи и самата машина в капците. Този начин на автоматично навиване не е намерил широко приложение, тъй като предаването на движението до навивателните колела в този случай е по-трудно, отколкото при кръговото движение.

За сведение може да се спомене, че има конструкции на самонавиващи часовници, които използват не инерчните сили при движението на ръката, а напрежението, което се създава в каишката или гривната на часовника. Тези малки удължения на каишката чрез подходяща лостова система се предават на навивателния механизъм. Този начин за автоматично навиване няма приложение, тъй като покрай другите недостатъци трябва да се използват капаци с доста сложна форма. Освен това той е приложим само при часовници с правоъгълни капаци.

### 31. Водонепропускливи часовници

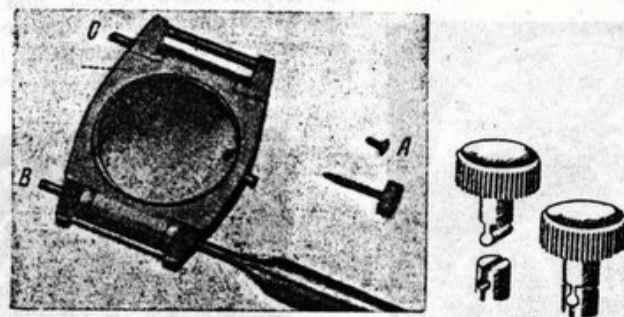
За да се намали неблагоприятното влияние на атмосферата върху механизма на часовника, а също така последният да се предпази от пряко проникване на вода в него, се използват т. нар. водонепропускливи (херметически затворени) часовници. Пръв опит да се направи такъв часовник е направен още в 1889 г., но фабрична серия от такива часовници се изработват за пръв път през 1926 г. от фирмата Rolex Watch Co. Във всички случаи се използва уплътнително тяло, което се поставя между отделните части на капците. Необходимият за уплътнението натиск може да се получи по различен начин, който зависи главно от формата на капците.

При кръгла форма на капците най-леко натискът за уплътнението се постига, като задният капак се закрепва към рамката посредством резба или в по-редки случаи с байонетно съединение. При съвременните конструкции капакът се състои от две части — предната рамка за стъклото е едно цяло със средния пръстен. По такъв начин поставянето на механизма спрямо капците става от задната страна и след поставянето на ключа се завива задният капак. Неподвижното положение на механизма спрямо капците се осъществява чрез пръстен, който опира в циферблата от задната му страна. На пръстена са направени пружиниращи лапички, които опират в задния капак, и след завиването му пръстенът задържа машината в правилно положение. За да се осигури достатъчно добро затягане на задния капак, придава му се форма, удобна за затягане с ключ. Тъй като разнообразието на тези ключове е много голямо, напоследък се използват универсални ключове, които по желание могат да се пригледят за капак с произволна форма и размери.

Уплътняването на часовник с правоъгълна форма става принципно по същия начин, като натискът се получава чрез винчета, които се завиват в средната рамка и притискат задния капак. Това притискане може да се осъществи и по друг начин, напр. чрез шифтове или нещо подобно. На фиг. 127-а е показан един от възможните начини.

Уплътняването на ключа е съществена проблема при тези часовници, защото плътността трябва да се получи между неподвижните капаци

и въртящия се по време на навиването ключ. Най-често уплътняването става при коронката. На средния пръстен при отвора за ключа е оформена шийка, която влиза в отвора на коронката (вж. фиг. 127-а). В ко-



Фиг. 127. Уплътнение на капците и ключа при водонепропускливите часовници

ронката е поставена уплътнителна шайбичка от кожа, каучук или олово, която създава необходимата плътност. В някои случаи се уплътнява ключът, а външната част с коронката се прави двуделна (фиг. 127-б). Разглобяването става чрез силно измъкване на ключа, тъй като разрязаната част пружинира.



## ПОПРАВКИ ПРИ МЕХАНИЧЕСКИТЕ ЧАСОВНИЦИ

## Глава VII

## РАБОТНО МЯСТО И ИНСТРУМЕНТИ

## 32. Организация и поддържане на работното място

Навсякъде днес се говори за културно работно място. Във всяко учреждение, завод или фабрика работниците и служителите са в непрекъснато съревнование за поддържане на културно работно място. Защо ли е необходимо това? От практика е установено, че за успеха на производството, за спестяване на време и снижаване себестойността на продукцията най-съществено значение има организацията и поддържането на работното място. Ако това е така, то още по-важен е редът в работното помещение на часовникаря. Може би, всеки е виждал в какво жалко положение е изпадал часовникарят, когато търси някакъв инструмент или част от часовник. Върху работната маса обикновено са натрупани всевъзможни инструменти и предмети, част от масата му е заета със стари резервни части или износени непотребни такива, друга част се заема от няколко разглобени часовника с разпилени по масата части, а като венец на всичко това непосредствено до него върху работната му маса стои пепелник със запалена цигара. Такова работно място естествено не би вдъхвало доверие за успешно и качествено справяне с работата и на най-големия оптимист.

За правилната организация на работното място в часовникарската практика са създадени известни принципиални положения.

**Работно помещение.** Въпросът за работното помещение е първата и най-съществената грижа за организацията на работата.

Часовникарското работно помещение трябва да бъде на лицево място, достатъчно светло и просторно. Грижливо боядисаните стени и редовното поддържане на пода с подово масло или паркетин гарантират чистота на помещението. Отоплението трябва да бъде умерено, стайно (не повече от 16 до 18°). Проветряването на помещението трябва да бъде осигурено. Помещение с повече работен персонал е добре да се проветрява с вентилатор.

**Работна маса.** Повечето от времето си часовникарят прекарва над работната си маса. Височината на последната трябва да обезпечи нормално положение на тялото и на ръката, за да не се изморява бързо последната. Често се изпитва умора не от напрежението в работата, а

от неудобството на работното място. Височината на работната маса трябва да бъде съобразена с ръста на работника. Практически най-удобни се считат тия работни маси, повърхността на които отстои на 20—25 см от околото на работещия. Възприети са следните размери за работната маса: дължина от 80—100 см, широчина около 45 см, височина 80—90 см. От лявата страна масата трябва да бъде снабдена с достатъчно количество чекмеджета с различни размери. Те трябва така да бъдат разпределени, че да бъде удобна манипулацията през време на работа и да съхраняват всички по-рядко употребявани инструменти, предмети и части. Всеки инструмент, предмет или резервна част според това, доколко често се употребява през работното време, се съхранява в определено поред от горе на долу чекмедже.



Фиг. 128. Обикновена работна маса

Най-рядко употребяваните инструменти и материали трябва да стоят в най-долните чекмеджета. На фиг. 128 е показана обикновен тип часовникарска работна маса. По-модерните маси са снабдени със специална дървена рулетка и се затварят. Така масата се запазва от напращане и няма опасност от загубване на части. Външните ръбове на масата се оковават с тънки летвички, високи не повече от 1 см. Повърхността на работната маса трябва да бъде порядъчно чиста и подредена, за което обикновено се покрива с бяла хартия. През време на работа зрението на часовникаря е насочено постоянно върху масата. Тъй като зеленият цвят действа най-благоприятно на зрението, то препоръчва се работната маса да се покрие със зелена хартия. Бялата хартия (в размери на лист за заявление) се поставя в предната част на масата, непосредствено пред работещия. Препоръчва се вместо бяла хартия да се поставя дебело млечнобяло или матово стъкло. Стъклото има предимството, че може да се почиства бързо и всякога, работата е по-удобна, по-леко се придвижват и поемат инструменти и части от стъклото и дава по-приятен вид на работната маса. Добре е за поправка на будилници и стенни часовници да се използва отделна работна маса. Ако условията не позволяват това, то в никакъв случай не бива да се поправят стенни и будилници преди окончателното привършване на джобните и ръчните часовници. За струг, струг за полиране или други машини е необходима отделна маса.

Върху работната маса трябва да има образцов ред и чистота. Инструментите, и то само постоянно употребяваните — отвертки, пинцети, лупа, четка и др., трябва да бъдат наредени от дясната страна. В един ред към средата на масата трябва да се наредят купи за бензин, масленик с масло, панички със стъклени похлупачки, дървени пръстени-подложки и др. По-рядко употребяваните инструменти се на-



реждат в чекмеджетата. Всеки инструмент, предмет и материал трябва да има строго определено място и след свършване на работата с него да се поставя наново на това място. С това се спестява ценно време, привиква се на ред, запазват се инструментите от лошо и нехайно стопанисване. За предотвратяване на случайно изпадане или загубване на някоя част или предмет през време на работа е желателно предното чекмедже да бъде винаги полуотворено. Ако такова липсва, то на масата се закрепва бяла кърпа приблизително колкото площта на масата. През време на работата кърпата покрива скута на работещия, а след работа с кърпата се покрива масата, за да не се напраща.

Часовникарят прекарва почти цялото си работно време в седене. Трябва да се знае, че както постоянното движение и стоене, така и непрекъснатото седене на едно място изморява тялото. Ако седенето е неправилно и неудобно, след време то води след себе си редица телесни повреди и заболявания. Високото седене при ниска работна маса е вредно за здравето на часовникаря, защото постоянното свиване и изкривяване създава след време у него гърбича. Освен това изкривяването бързо изморява часовникаря и работоспособността и производителността му намаляват. Ниското седене е не по-малко непригодно за работа и е свързано с горните последици на неудобното седене. Правилно е седенето, когато седящият и неговите колени сключват прав ъгъл, а стъпалата му свободно стъпват на пода. При това седене лактите на ръцете, опрени върху работната маса, трябва да бъдат на едно ниво с гърдите.

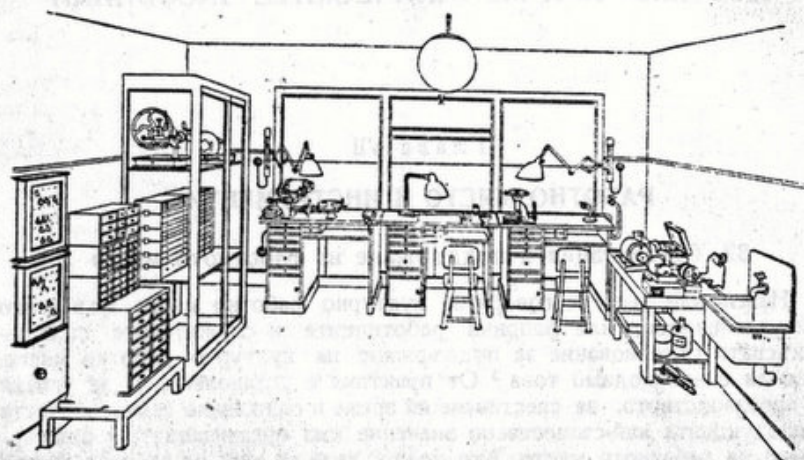
От практика е установено, че най-удобен за седене е дървеният стол с облегало. Седенето на тапицирани столове не се препоръчва. Върху стола е добре да се поставя вълнена покривка или възглавница, не по-дебела от 1—2 см.

Облеклото на работещия е също от значение. За по-удобна работа добре е да се работи със специални работни престилки с копчета отзад. Поради чистотата на работата се предпочитат белият или кремавият цвят.

Осветлението е от първостепенно значение както за правилната и добра производствена работа, така и за здравето на часовникаря. Нему се налага да борави понякога с много дребни части при честа употреба на лупа. Ясно е, че при такова напрежение лошото осветление силно вреди на зрението на работника. Почти всички случаи на повреда в зрението се дължат на неправилно осветление. Най-доброто осветление при работа е обилната дневна светлина, която осветлява изцяло работната маса. Добре е осветлението да пада отпред, непосредствено върху обекта на работа. При работа с електрическо осветление обикновено се ползват ламби за маса с непрозрачен абажур, който да насочва светлината направо към обекта. Добре е да се използват матови крушки. Слабата, както и много силната светлина са вредни за очите. Крушките трябва да бъдат от 40—60 вата. Най-добре е ламбата да бъде поставена така, че и тук светлината да пада отпред направо върху обекта на работа. По-неблагоприятно е светлината да идва от лявата страна, а никога не бива да идва от дясната страна,

защото сянката от дясната ръка при работа играе по наблюдавания предмет и вреди на зрението и на нормалната работа.

На фиг. 129 е показано правилно организирано работно място.



Фиг. 129. Правилно организирано работно място

### 33. Инструменти за поправка

В часовникарската практика освен почистване и смазване често се налага и изработване или преправяне на някоя част. Обработването на металите изисква инструменти и машини. Някои от тях къртят, дълбаят или режат, други спомагат за това, а трети измерват и контролират изработената част. Според службата, която изпълняват, инструментите обединяваме в три големи групи:

1. Инструменти за производство се наричат тези инструменти, които къртят, дълбаят или режат метала до получаване на желаната форма. Такива са всички видове пили, свредели, режещи ножове, триончета, ножовки, райбери и др.

2. Спомагателни инструменти — тези инструменти служат да допълнят действието на първите, като ги повдигат, задържат, завъртват или затягат: пинцети, отвертки, стиски. Към тая група се отнасят и някои машини — стругове.

3. Измерителни инструменти — те проверяват и контролират работата на първата група инструменти. Такива са шублерът, микрометърът, шаблоните, мерките за пружини, мерките за височината на осите и др.

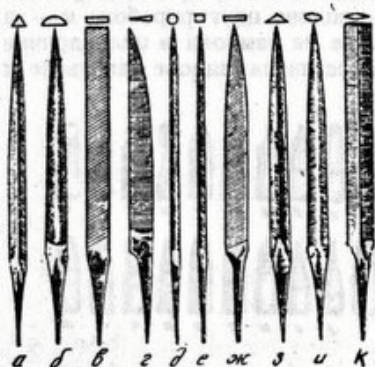
Средно място между спомагателните и производствени инструменти заема комплектът пробои.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> В практиката често ги назовават замби.



В прил. I и II са показани някои от по-често употребяваните инструменти.

Повечето от инструментите са добре познати и манипулирането с тях не представлява трудност. От инструментите ще разгледаме тези, манипулацията с които все пак изисква известна предварителна подготовка.



Фиг. 130. Видове пили:

а) триъгълна; б) полукръгла; в) плоска;  
г) ножовка; д) кръгла; е) квадратна;  
ж) плоско-остра; з) триъгълно-плоска;  
и) заоблена; к) плоска ножовка

форми, като се подбира и съответният номер по грапавина (фиг. 130).

За да може да се работи удобно, на пилите се поставят дървени дръжки. Острието на пилата се впесова в дървото със сила, като предварително се пробива, за да не се напука дървото и впесоването да стане по-плътно. Така приготвената пила се трие по повърхността на обработвания предмет и при постъпателното движение напред чрез зъбците си сменя стружки и предава желаната форма на предмета.

Изкуството да се владее добре пилата и работата с нея е твърде важно за часовникаря и се постига с дългогодишна практика. Финото шлоерство е една от основите, върху които се гради часовникарският занаят. Не минава работен ден, без да се употреби пилата. Правилното пилене допринася за бързото и качествено ремонтиране на часовниците и изработване на някои от частите им. От практиката са установени известни правила, които трябва да се съблюдават при пиленето.

При движение на пилата напред по обработваемата повърхност с дясната ръка се държи дръжката и се управлява пилата, а с лявата се натиска на края ѝ.

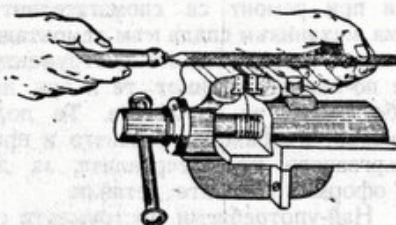
На фиг. 131 е показано положението на двете ръце при пилене на големи части. Правилното положение на ръцете при пилене на дребни части е показано на фиг. 132.

**Пили и работа с тях.** Пилите представляват различни по форма и размери много твърдо закалени стоманени инструменти, които служат да намалят частите чрез откъртване на материал във вид на стружки.

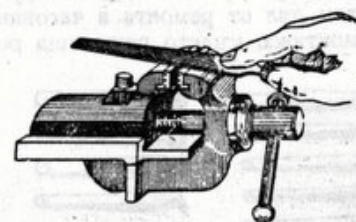
Пилите за часовникарство трябва да бъдат в достатъчен асортимент от различни видове както по размери, така и по форма и грапавина. Най-едрата повърхност започва с № 0, който съвпада със зъбци 1 мм. Номерата намаляват с по една десета от милиметъра (№ 1, 2, 3 и т. н.) и стигат до № 10 (най-фините пили със зъбци 0,1 мм).

В зависимост от обработваемите повърхности или отвори съответно се употребяват и различни видове пили — плоски, триъгълни, квадратни, кръгли, полукръгли и с други

Различават се два момента при работа с пилата: движение напред — работно движение, — когато при движение на ръката напред се натиска с определена сила върху пилата, която извършва работа чрез откъртване на стружки от обработваемата повърхност. Второто движение е назад, без натиск, като пилата леко се хлъзга по изпилената повърхност.



Фиг. 131. Правилно положение при пилене на големи части



Фиг. 132. Правилно положение при пилене на малки части

При неправилно манипулиране и съхранение пилите бързо се изхабяват и задръстват (запълват се браздите им). Не бива с една и съща пила да се пият различни метали, например месинг и стомана. След всяко изпиляване браздите им трябва да се изчистват от стружките. При съхраняване никога да не се поставят две пили една върху друга, защото при допир зъбите им се захабяват. Ако пилите няма да се употребяват по-продължително време, повърхностите им се смазват с по-гъсто масло.

При пилене на по-дребни предмети последните се задържат в ръчни стиски (вж. приложенияето) и се опират на дървена подложка, затегната на стиска за маса. За големи обработвани предмети задържането им при пилене става между челюстите на стиска за маса. За да не се повреди предметът, се поставят ламаринени месингови предпазители на челюстите.

**Свердели.** За пробиване на отвори в часовникарството се употребяват два вида свердели: остри или перовидни (едностранни и двустранни) и спираловидни. На фиг. 133 са показани няколко форми от тях. В повечето случаи такива свердели се изготвят собственоръчно от часовникаря. Формите а и б с остър профил се употребяват в повечето случаи при цветни сплави — месинг, бронз и др. Пробиването става с въртене в една или две страни (двустранните) посредством дрепка или универсален струг. Формата в — полукръгъл профил — се употребява за по-твърди метали (стомани, алуминиеви сплави и др.).



Фиг. 133. Перовидни свердели:

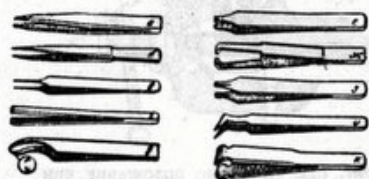
а) островърх едностранно заточен; б) островърх двустранно заточен; в) с полукръгъл връх двустранно заточен



При поправка на часовници спираловидните свредели се употребяват по-ограничено, и то предимно тия до 2 мм. Трябва да се отбележи, че изготвянето на свредели е свързано с губене на много време и се предпочитат готовите такива.

### 34. Спомагателни инструменти

Най-употребяваните инструменти при ремонт са спомагателните. Голям дял от ремонта в часовниковия механизъм спада към демонтажа и монтажа, където решаваща роля имат спомагателните инструменти.



Фиг. 134. Видове пинцети

Не по-малък дял имат те и при изработването на детайлите. Те помагат дълбането, рязането и претъргването на материалите, за да се оформят готовите детайли.

Най-употребяеми инструменти са пинцети и отвертки, различни видове клещи, лупа и др. (вж. приложения I и II). По-голям интерес от тях представляват видовете пинцети (фиг. 134).

Пинцети от вида *a* са груби и служат за монтаж и демонтаж на големи часовници — стенни и будилници. Пинцети *b* служат за по-фини работи при малки ръчни и джобни часовници. Пинцети *в* служат за много фина работа, за центриране и оправяне на спирали на баланс при малките часовници. Пинцети *г* служат за изправяне на шийки, пинцети *д* — за снемане на спирали от оста на баланса, а *ж* — за снемане на стрелки. Пинцети *з* служат за направа на спирали „Бреге“, а *е* — за изваждане колонки със спирали от моста. Пинцети *и* се употребяват при монтиране (наместване) на шийки в лагерите на мостовете при малки часовници.

Стиските са спомагателни инструменти, които служат да задържат, да закрепват и да направляват материала при оформяването му. Различаваме паралелни стиски за маса (вж. фиг. 131 и 132) със стомачени челюсти — 60 мм. Служат за задържане на по-големи детайли при пилене. Монтират се неподвижно за работната маса и имат устойчиво положение. За по-дребни детайли се употребяват подвижните стиски или както се казват още ръчни стиски. На фиг. 135 са показани четири начина за притискане на материала в стиските:

а) за груба работа — притискането на челюстите става с винтов-плъзгач; б) притискане чрез движещ пръстен; в) притискане на патронник чрез гайка — служат за по-дребни работи и фини детайли и г) притискане на челюстите чрез переста гайка и винт.

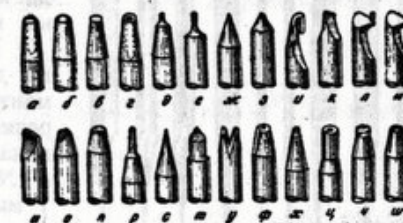
От горните видове ръчни стиски съществуват разновидности относно размерите на патронниците и челюстите им.

Едни от най-нужните и употребяеми спомагателни инструменти са така наречените пробои (поансони, замби). Те са обикновено комплектовани в кутии или стъкленици от 25 до 100 бр. с център наковалня с отвори. Тези пробои служат за най-разнообразни работи при ремонт

на часовниците както при монтаж и демонтаж, така и при оформяване или изработване на някой детайл. Направени са от доброкачествена стомана и са закалени. Обикновено имат от 3 до 5 мм диаметър. На фиг. 136 са представени най-необходимите пробои от такъв комплект: *a* — пробои за закрепване на колела върху пиньони и баланси за осите; *б* — за затягане на лагери и други работи; *в* — за изправяне на малки плоскости; *г, д, е* — за набиване на стрелки, колела и др.; *д, е* — за избиване на винтове, щифтове и др.; *з, с* — видове центърпробои; *к* — за отсичане; *л, м, р* — за избиване и набиване на тампони и цилиндрични оси. Пробоите *и, н, о, у, п, т* служат за различни видове занитване и



Фиг. 135. Видове стиски



Фиг. 136. Видове пробои

накатки; *ф* — за набиване на двойна ролка; *х* — за набиване на малки детайли; *ш* — за занитване на зъбно колело върху пиньон чрез накатка.

### 35. Мерки и измерителни инструменти

В часовникарството се борава с размери от порядъка на милиметъра и части от него — десети, стотни и хилядни.

Не са престанали да се употребяват и някои по-стари мерки, добили известна официалност и стандартност. Като единица мярка е възприета линията.<sup>1</sup> Подразделенията на линията се увеличават и намаляват с една дванадесета част, а съотношенията спрямо милиметъра са следните:

1 линия — 2,256 мм;

1 мм — 0,443 линии.

Линията като мярка в модерното часовникарство постепенно отстъпва място на по-удобното измерване с официалната мерна единица — милиметъра. В това отношение добър пример и тласък даде съветското производство на часовници, където линията е изхвърлена от употреба.

В много швейцарски часовници, внесени у нас, все още се употребява линията като мерна единица за измерване диаметрите на часовниковите механизми. Така например разпространени са следните часовници с диаметри, измерени в линии:

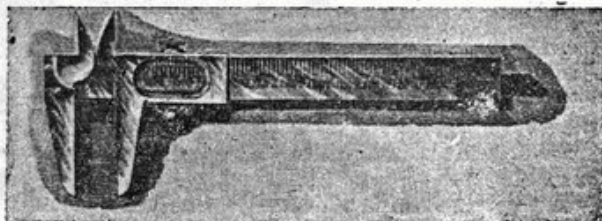
<sup>1</sup> От старата парижка стъпка.



Ръчни дамски часовници от 4 линии до  $8\frac{3}{4}$  линии. Най-разпространени са  $5\frac{1}{4}$  и  $8\frac{3}{4}$  линии.

Ръчни мъжки часовници от  $8\frac{3}{4}$  до 13 линии. Най-разпространени са  $10\frac{1}{2}$  и 13 линии.

Джобни часовници от 13 до 22 линии. Най-разпространени са  $16\frac{1}{2}$ , 18 и 19 линии.



Фиг. 137. Шублер

Тези големина не са отбелязани върху механизма, но се знаят от дългогодишна практика. Измерването на диаметъра става много лесно, като мярката се превръща от милиметри в линии.

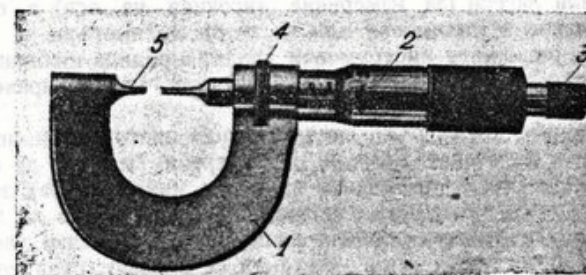
В часовниковия механизъм освен линията съществува и друга една мярка — така нареченият *калибрен номер*, често съпроводен с буквени инициали. Калибреният номер изразява конструктивните размери на всички части от механизма. Възприети веднъж, те се стандартизират и се отбелязват върху механизма. Калибреният номер е поставен или при баланса, или под цифреника върху платината. За по-голямо удобство напоследък (особено в съветските часовници) тези калибренни номера се поставят върху моста от горната страна на механизма и без много труд веднага може да се види калибърът на същия. Често калибренните номера са мерило за качественоста на механизма, а спомагат и за лесното заместване с резервни части.

За да могат да се стандартизират и преведат до заменяемост с резервни части механизмите на немаркираните часовници, чието разнообразие е извънредно голямо,<sup>1</sup> швейцарските фирми се групират в картели. Такъв известен картел е „Ебош-Сюис“, от който са внесени у нас в миналото повечето от часовниците. Такива са: ETA 761, AS 1051, ETA 717, AS 984, AS 530 и др.

Познаването на калибренните номера е много важно при поправката. Тези калибри улесняват замяната на повредени или изхабени части и за кратко време се дава много по-прецизна и доброкачествена поправка, отколкото при преправянето или изработването на отделни части. При това части с калибренни номера се намират лесно, дори могат да се поръчват, без да се дава оригинал, а и стойността им е по-ниска.

<sup>1</sup> От търговска гледна точка могат да се надписват марки по поръчка.

С измервателните инструменти се измерват размерите на всяка заменяема част или при направа на нова такава. За измерване на дебелини, дължини, широчини, диаметри, дълбочини и др. се употребява универсалната мярка — шублерът. На фиг. 137 е показан шублер,

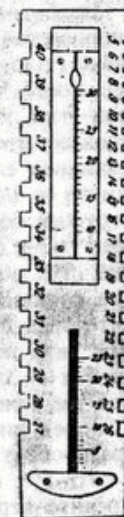


Фиг. 138. Микрометър

който измерва милиметри и десети от милиметъра, а за измерване на дълбочини от задната страна е снабден с едно езиче. В началната част е снабден с челюсти, които служат за измерване диаметъра на рамки или отвори.

На фиг. 138 е показан друг измерителен инструмент — микрометърът, с който се измерва с точност до стотна част от милиметъра. И микрометърът е съставен от една подвижна част — измерителен барабан 2 с микрометричен винт (вретено), който е снабден с малък барабан 3 за фино нагласяне. Неподвижната част (скобата 1) в единия край е снабдена с приспособление за застопоряване 4, а от другата страна — с петата 5. Предметът се притиска между петата и вретеното. Резбата на вретеното има  $\frac{1}{2}$  мм стъпка или при едно завъртане на барабана вретеното се измества на едно деление в неподвижната част, което съответствува на 0,5 мм. Отчитането на десетите и стотните от мм става по делението на барабана, което съвпада с хоризонталната черта на неподвижната част.

Мярка за измерване на ширината, дебелината и диаметъра на пружината е показана на фиг. 139. Чрез изрезките на измерителния инструмент се измерва ширината на пружината в линии. На този принцип се основават и други мерки, напр. *монтандон*.<sup>1</sup> Дебелината на пружините се измерва в отделна мярка — изрезка в средата на измерителния инструмент, разграфена на части от милиметъра. Диаметърът на пружината се определя в свито състояние (сгъната пружината



Фиг. 139. Мярка за пружини

<sup>1</sup> Тази мярка е стара и сега почти е изоставена.



в телено пръстенче) в долната част на мярката. Цифрите означават броя на милиметрите.

Прилагат се и измерителни инструменти за измерване на дебелини, височини и др., които имат форма на осморки, от едната страна с плоскости или лагери (за измерване височини на оси), а от другата страна — деления в милиметри или части от милиметъра.

Към измерителните инструменти спадат и редица шаблони и други видове приспособления за установяване или контролиране на размерите.

При пипане с потни ръце измерителните инструменти могат бързо да ръждясат и да станат негодни за употреба. Не бива да се пресилват и винтовете (микрометричният винт при микрометъра), защото фина винтова резба може да се повреди. Съхраняването на измерителните инструменти изисква особено внимание; след всяка употреба те трябва да се почистват и много леко да се смазват, след което да се приберат в предвидените за тях калъфи или кутии. Правилното поддържане и съхраняване на измерителните инструменти гарантира до голяма степен точността на работата с тях.

### 36. Стругове. Принадлежности към струга и работа с тях

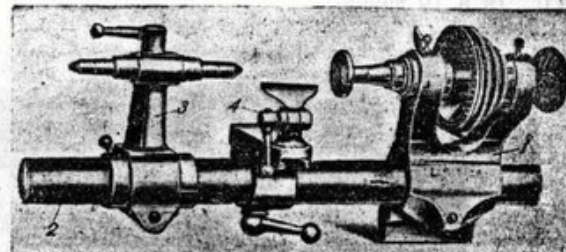
Изработването на части за механизма става чрез снемане на излишния метал във вид на стружки — ръчно или машинно. Ръчното обработване (шлосерството) изисква голяма опитност, внимание, търпение и време, което често оскъпява изработения предмет. Стремешът е да се замени (там, където е възможно) ръчната работа с машинна, която е по-производителна, по-точна, по-икономична и не зависи дотолкова от субективния елемент. Машините за студено обработване на метални предмети се наричат металорежещи машини, обработването чрез снемане на стружки се нарича стругуване, а машините — стругове. Като шлосерството, така и стругарството са основи, върху които се опира часовникарството. Не може да се изработи каквато и да е част от часовника, без да се владее добре стругуването. То се състои от фасониране на частите чрез снемане на стружки. Частите се затягат в патронника на струга, като получават въртливо движение. Режещите инструменти, движейки се пред въртящите се части, откъртват стружки от повърхността им, придавайки различна форма на предмета.

Според вида, предназначението и начина на работа съществуват най-разнообразни стругове, приспособления и режещи инструменти към тях. Тук ще се ограничим обаче с разглеждането само на часовникарските стругчета, които служат при непосредствен ремонт на часовниците.

В миналото при индивидуално организиране на ремонтни работилници за часовникаря-практик е било лукс да притежава часовникарско стругче. Стругчетата са били примитивни, с ръчно задвижване на маховик и имали ограничени възможности за работни операции. Те задоволявали само най-елементарните нужди при ремонта. Разглеждането на такива стругчета сега не представлява интерес.

В съвременния начин на колективна организация на модерни ремонтни работилници намериха място новите и усъвършенствувани машини и приспособления. Това налага в настоящото ръководство на кратко да се спрем на часовникарския универсален струг, на струга за полиране и на техните принадлежности.

Часовникарският универсален струг е комплектуван с редица принадлежности и приспособления, които позволяват освен основната стругарска работа да се извършват и комбинирани операции. Чрез универсални патронници и приспособления и

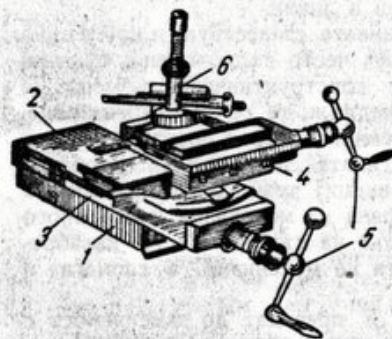


Фиг. 140. Часовникарски струг

чрез делителен апарат, фрезапарат и други принадлежности могат да се нарязват зъбни колела, да се прави пробиване, деление и заточване на върхове, да се шлифова и полира, да се правят капаци и други видове операции.

На фиг. 140 е представен обикновен часовникарски универсален струг. Върху тялото на паралелите 2 са монтирани неподвижното седло 1 със степенчатата шайба и шпинделът, на който се затягат универсалните патронници. Шпинделът на неподвижното седло се върти между два лагера, единият от които е цилиндричен, а другият — коничен, който обира осевата хлабина. Чрез коничния лагер и специалната шайба тази хлабина може да се регулира така, че да дава леко движение. Подвижното седло 3 с шпиндела му е монтирано върху паралелите 2

и може да се движи напред и назад. На паралелите е монтирано също опорното столче 4, което също може да се движи. На опорното столче през време на работа се опира подвижният стругарски нож. Съвременните часовникарски стругчета са комплектувани с кръстат супорт (фиг. 141). Същият се монтира на мястото на опорното столче. По паралели се движи супортът 2 за напречно подаване, а по паралели 3 — супортът 4 за надлъжно подаване. Дълбочината на подаване се контролира с деленията на барабана посредством микрометричен винт. Напречното или надлъжното подаване се извършва с ръчките 5. В ножодържача 6 посредством винт е закрепен неподвижно режещият



Фиг. 141. Кръстат супорт



нож. При кръстатия супорт, ножът не трепти и изработената повърхност е правилна, цилиндрична и гладка. Осигуряват се по-бързи обороти, без да има опасност да се разхлаби ножът в нождържача. Надлъжният супорт може да се завърти на даден ъгъл и може да се изработват различни конусни повърхнини и тънки конуси на оси.

Ясно е, че с кръстатия супорт за всички операции се осигурява голяма точност (0,01 мм) и сигурност, които при ръчния подвижен нож са неточни. За препоръчване е в повечето случаи часовникарят-практик да си служи с неподвижния нож, закрепен на кръстат супорт, а само там, където е невъзможно, да прибегва към работа с ръчния подвижен нож.

Стругът се привежда в движение от електромотор. Някои моторчета са снабдени с педален реостат, с който се регулират оборотите им. Обикновено движението на моторчето се предава до струга с объл, кожен или найлонов ремък и степенчатата шайба. Последната има за задача да променя броя на оборотите на шпиндела. В зависимост от диаметрите, броя на степените и начина на предаване можем да променяме и броя на оборотите. Така например, ако и моторчето, и шпинделът на струга са със степенчати шайби, то преводът от малката шайба на моторчето към голямата на струга намалява оборотите и обратно — от голямата към малката увеличава оборотите. По този начин могат да се получат в зависимост от броя на степените намалени и увеличени обороти от първоначалния източник — моторчето.

В зависимост от материала на обработвания предмет, от повърхността му и от времето за обработката му се дават и различни обороти. Например при твърда стомана оборотите трябва да бъдат помалки (по-бавни), при мека стомана — средни, а при месинг — бързи. Бързите обороти осигуряват шлифовани повърхнини и съкращаване времето на работната операция. Подборът на оборотите гарантира качествена и бърза работа, затова часовникарят-практик трябва бързо да пресмята и сменява оборотите според условията на работа.

Следният пример ще изясни нагледно това.

Оборотите на моторчето са 3000 в минута. Трябва да се изработи една ос от стомана. Оборотите на шпиндела в този случай трябва да се движат в граници от 800 до 1200 об/мин. Следователно трябва да се намалят оборотите, т. е. да се осъществи превод от малката степенчатата шайба на моторчето до голямата на шпиндела на струга. Измерваме диаметрите на степенчатите шайби. Ако най-малката шайба е с  $d=5$  см, а най-големият  $D=15$  см, то предавката им ще бъде

$$i = \frac{d}{D} = \frac{5}{15} = \frac{1}{3}$$

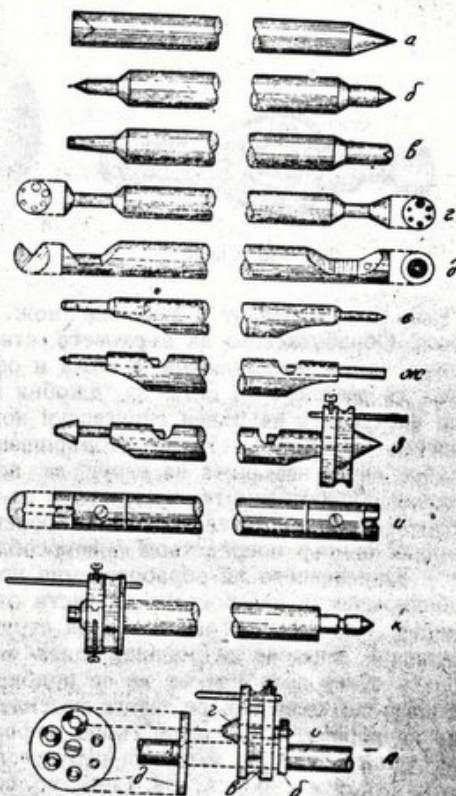
или при първоначални обороти на моторчето — 3000 в мин, те трябва да се намалят три пъти, или оборотите при шпиндела ще бъдат 1000 в минута. Тези обороти са вече подходящи за престъргване на стоманената ос.

Някои универсални стругчета са снабдени със скоростни кутии — т. е. чрез система зъбни колела се регулират скоростите. Такива струг-

чета (например „Шаублин“) намират приложение повече в производството на фини механични изделия или части; при поправките обикновеният универсален струг със степенчатата шайба задоволява всички изисквания. Трябва да се отбележи обаче, че не навсякъде универсалият комплектуван струг се използва целесъобразно и напълно. Често не се знае къде и как да се използват принадлежностите на струга и се пренебрегват ценни улеснения, с което се губи време и се оскъпява дадена поправка. Поради това че стругът е пръв и най-ценен помощник на часовникаря, то макар и накратко ще опишем няколко по-чести манипулации с него и употребата на някои от принадлежностите му.

За да се подложи на обработка даден металически предмет, той трябва да бъде закрепен върху струга. Закрепването може да стане между два центъра, в универсален или стисков патронник, в планшайба, монтирана върху ос, наречена дорник, и др.

Поставянето на обработвания предмет между два центъра е един от най-правилните начини за престъргване в часовникарството, особено когато въпросът се отнася за точна работа. При изработване на оси за баланс или други колела неточност или ексцентрицитет дори от порядъка на хилядни от милиметъра дава своето отражение. Това може да се избегне при работа между два центъра. За съжаление в практиката в повечето случаи се пренебрегва този начин, тъй като се смята, че е по-бавен. Всъщност то е въпрос на практика. За получаване на добра работа центрите трябва да бъдат в изправност. Острието на центъра обикновено сключва ъгъл  $60^\circ$ . Центрите могат да бъдат и с вдлъбнати конуси, а краищата на обработваемата част с изпъкнали конуси. Съществуват още множество видове центри (фиг. 142).



Фиг. 142. Видове центри:

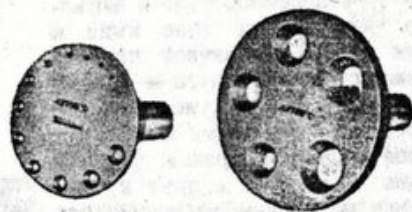
а, б, в) за различни работи; г) за полиране на шийки; д) за правене на конуси; е, ж) ексцентрични центри; з) за работа с хомутче; и) за полиране шийки на големи часовници; к) за работа с хомутче при големи часовници; л) за пробиване на отвори и полиране на шийки



Въртенето на предмета се осигурява посредством център-шайбата 1 (фиг. 142-к), закрепена върху оста на струга. Въртенето се предава чрез палеца, закрепен върху шайбата. Обработваемият предмет се свързва с палеца посредством сърце (фиг. 143). На закрепения на струга предмет се дава въртливо движение и с ножа се подава бавно.



Фиг. 143. Сърце



Фиг. 144. Люнети

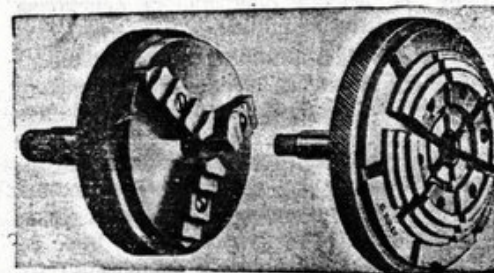
Правилно заточеният и закрепен нож гарантира прецизна и бърза работа. Обработването на върховете става много внимателно. Често за по-спокойно манипулиране с ножа и оформяне на криволинейния профил на раменете на оста за джобни и ръчни часовници се прибегва до употребата на ръчен стругарски нож, като се сваля супортът и се поставя подпорно столче. Довършването (шлифование и полиране) е добре да се извършва на струг за полиране (жако). За да се предпазват обработваемите предмети с по-голяма дължина от огъване и трептене, се подпират с люнети. Люнетата (фиг. 144) се закрепва към задния център посредством приспособление.

Закрепването на обработваемия предмет в стисков патронник става обикновено за изработване на части от прътов материал с малък диаметър — до 10 мм. Този начин на стругуване е много бърз и при добре закалени, запазени патронници дава много точна и прецизна работа. Често обаче патронникът не се подбира за съответния диаметър и се втиква със сила или се затяга пресилено, а понякога и недобрата термична обработка (закалка) скоро деформира патронника и го изкарват от строя. При този начин на стругуване се работи само с неподвижното седло и супорта. За удобство подвижното седло се измъква от паралелите на струга.

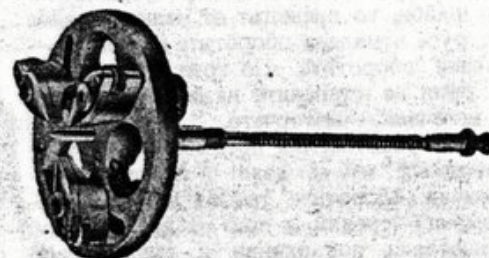
По същия начин се работи и с универсалния патронник (фиг. 145). Върху универсалния патронник могат да се затягат и кръгли предмети с по-голям диаметър (над 10 мм), които могат да се центрират бързо и точно.

Планшайбата (фиг. 146) служи за закрепване на по-къси несиметрични обработваеми предмети. Тя се навинтва на работното вретено. Представлява металически диск с определен диаметър и дебелина. В три кръстосващи се канала са поставени и съответно три челюсти. С помощта на тези челюсти се хваща обработваемият предмет. Всяка челюст се измества самостоятелно в радиално направление и по този начин осигурява центровката на предмета.

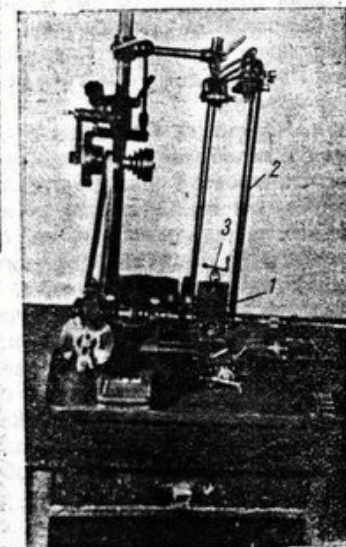
Закрепване върху дорник. Обстъргване на предмета върху дорник става, когато предметът има отвор, например изработване на втулки, лагери, поправка на зъбни козела и др. По предварително пробития предмет или по готовия отвор се престо̀ргва една ос, наречена дорник, на която се набива парчето. Разбира се, дорникът



Фиг. 145. Универсални патронници



Фиг. 146. Планшайба



Фиг. 147. Струг с фрезапарат

трябва да бъде добре центриран и да се върти правилно, без биене. Затягането на предмета се осъществява чрез завинтване на гайка в резбата на дорника. Недостатък на простите дорници е това, че за всеки случай е необходимо да се изработва отделен дорник. Напоследък се употребяват разширяващи се дорници, чиито диаметри се изменят в известни граници.

За нарязване или поправка на зъби от зъбни козела на универсален струг се монтира допълнително приспособление върху супорта — делителен и фрезапарат. На фиг. 147 е показан финомеханичен универсален струг с монтиран върху кръстатия супорт на мястото на ножодържача фрезапарат. Върху шпинделната глава на фрезапарата 1 се монтира на дорник фрезерът — зъборезен инструмент. Въртливото движение на фрезера се получава чрез допълнителния превод 2 по същия начин както и шпинделът на струга. Подаването на фрезера нагоре и надолу се осъществява чрез микрометричен винт с ръчката 3, а чрез кръстатия супорт се прави надлъжно и напречно подаване. Шпиндел-

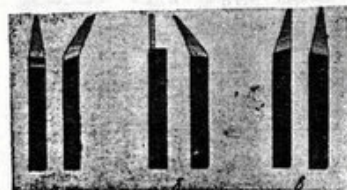


ната глава на фрезапарата има възможност да се извърта и по даден ъгъл, който осигурява нарязване на наклонени под ъгъл зъби.

Дорникът с обработваемия предмет (зъбното колело) се закрепва на шпиндела на струга и чрез монтиране на същия делителен апарат след нарязване на всеки зъб се превърта на съответното деление.

### 37. Стругарски ножове. Закрепване на ножа

Стругарските ножове, употребявани във фината механика и по-специално в часовникарството, могат да бъдат подвижни — ръчни, и неподвижни — закрепени за супорта. Употребяването на подвижните или неподвижните, както и формата и размерите на стругарските ножове зависят главно от: вида и свойствата на обработваемия материал, желаното качество на работата, степента на довършване на обработваните повърхнини, големината и предназначението на обработваемия предмет и др.



Фиг. 148. Стругарски ножове за супорт:

а и б) ножове за ляво и десно престъргване; в) нож за прерязване

чина на подаване стругарските ножове се групират:

1. Обикновени ножове (лицеви), които се изместват успоредно или под малък наклон към оста на въртенето на парчето и снемат материал посредством режещото ребро или върха на ножа.

2. Ножове за напречно рязане или прерязване, чието подаване е перпендикулярно към оста на въртенето на парчето. Режещият ръб или връх на ножа влиза в обработваемия предмет, като прорязва желания по дълбочина улей или прерязва парчето на необходимата дължина.

3. Ножове за специално рязане или вътрешно обстъргване. Монтирането на тия ножове става срещу оста на обработваемия предмет, а изместването им — по дължината на същата ос.

Съществуват още много видове ножове по начина и посоката на рязане (леви и десни или двупосочно режещи), според материала на обстъргване (стомана, бронз, месинг и др.), ножове за нарязване резби и др. Тъй като повечето от тях имат по-голямо приложение в производството, то ние ще разгледаме само някои от тях, необходими при преправяне или изработване на някои части от часовника.

На фиг. 148 са показани различни видове ножове за закрепване към супорта.

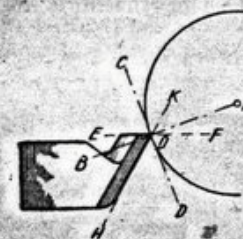
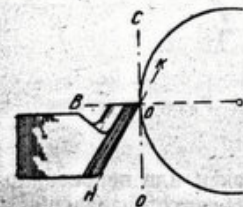
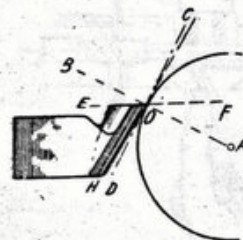
**Закрепване на ножа.** На фиг. 149 са показани три случая на закрепване ножа спрямо обработваемия предмет. И в трите случая ъгъл

ът  $EOД$ , заключен между режещата горна страна на ножа и прекараната нормално към радиуса  $AB$  допирателна  $CD$ , е така нареченият ъгъл на рязане. Лесно е да се види, че ъгълът на рязането зависи от положението на ножа. При случай 1 ножът е над центъра на

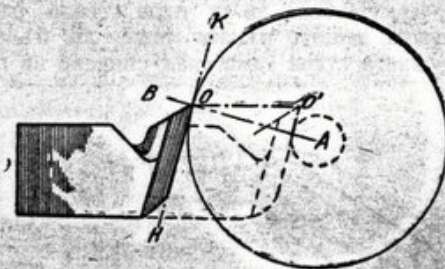
обработваемия предмет, при което ъгълът на рязането е най-малък. Малък е и ъгълът  $НОД$ , заключен между задния откос на ножа  $KN$  и допирателната  $CD$ .

В случай 2 и 3 ножът е нагласен съответно на центъра и под центъра на обработваемия предмет. При тези случаи се увеличава ъгълът на рязането и от остър той става прав, а в последния случай — дори тъп. С това се увеличава задният ъгъл  $НОД$ , който в последния случай има голяма стойност и не може да изпълни предназначението си като опора на ножа, а острието на ножа, останал без опора, може да се счупи.

Ясно е, че най-благоприятно е положението на ножа, когато той стои на центъра на обработваемия предмет. Ножът може да



Фиг. 149. Закрепване на ножа



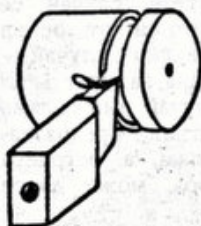
Фиг. 150. Зависимост между положението на ножа и диаметъра на обработваемия предмет

се постави и над центъра на обработваемия предмет, но до известни граници, тъй като задният ъгъл намалява дотолкова, че ножът може да опре с долната си част в обработваемия предмет и рязането ще стане невъзможно.

На фиг. 150 е показана зависимостта в положението на ножа от диаметъра на обработваемия предмет. Докато първоначално ножът е поставен правилно, след намаляването на диаметъра (показано с пунктир) положението на ножа е вече неправилно.

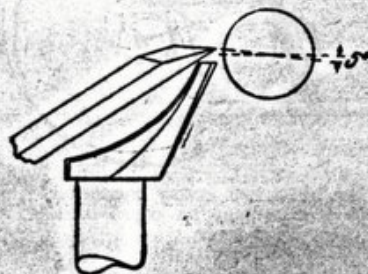


При рязане на жирави материали (мека стомана и др.) видът на стружката донякъде ориентира за правилното поставяне на ножа. При правилно рязане стружката трябва да бъде дълга и навита, а обработената повърхност да бъде гладка, дори полирана. Ако стружките се

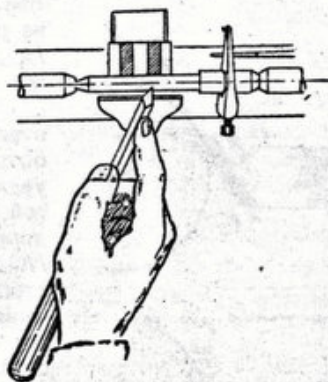


Фиг. 151. Нож за прерязване

чупят на малки парчета, ножът е неправилно поставен или неправилно заточен. Не бива да се пипа с гола ръка непрекъснато излизащата стружка, защото ръката може да бъде наранена. Пречупването на стружката става само след спиране на подаването.



Фиг. 153. Правилно положение на ножа при ръчно стругуване



Фиг. 152. Ръчно стругуване



Фиг. 154. Обстъргване на челни плоскости

На фиг. 151 е показан нож за прерязване на стоманени парчета. Режещият ръб е под прав ъгъл и влиза в материала успоредно на оста на дръжката.

На фиг. 152 е показано ръчно престъргване с подпорно столче. Ножът се хваща с дясната ръка, а режещият връх се движи по обра-

ботваемата повърхност. Ножът се подпира върху подпорното столче, поставено на мястото на супорта. Правилно е положението на подпората, когато острието на ножа е около  $5^\circ$  над центъра на предмета (фиг. 153). Това положение на ножа дава добри резултати при какъвто и да е вид работа със струга. На фиг. 154 е показано правилното положение на ножа при обстъргване на челни плоскости.

Заточването на ръчните ножове става, като се трият върху дребнозърнести точилни камъни с помощта на масло. Начинът на държането и триенето обезпечава доброто заточване. Ножът се държи с дясната ръка между показалеца и големия пръст и се подпира с палеца. С лявата ръка се придържа точилният камък. Триенето върху него трябва да става плътно и със замах по цялата му повърхност, без ръката да трепти. Режещата повърхност на ножа след заточването трябва да бъде гладка и да има правилна ромбична форма. Ръбовете на режещата повърхност и плоскостта се заглаждат и полират на по-фин точилен камък „Арканзас“. Не бива да се пристъпва към работа със струга при недобре заточен нож.

Правилното заточване на основните ъгли и подпирането на ножа на необходимата височина върху подпорното столче, както и правилното положение на държането на ножа, гарантира бърза и точна обработка на дадения предмет.

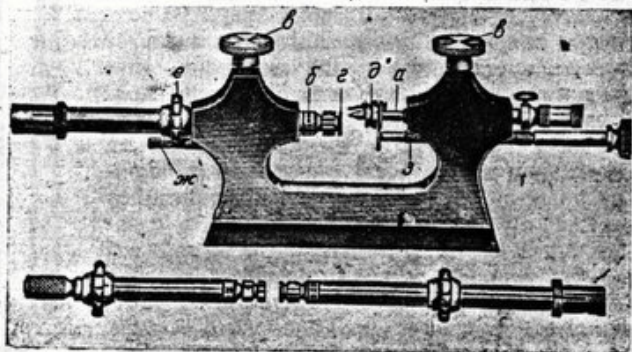
### 38. Полировъчен струг

Полировъчният струг (пиво, жако) служи за окончателно дообработване на шийките при изработване на нова ос или за полиране на шийки, които вследствие на дълга работа са загубили правилната си цилиндрична форма. Този струг е с по-проста конструкция, но при работа дава добра точност на изработената част. Затова той трябва да се използва винаги при споменатите по-горе поправки. Състои се от една рамка във формата на буквата П, обърната с отвора нагоре, като долната ѝ част е оформена така, че да се захваща удобно между челюстите на тиската (фиг. 155). В двете рамена са направени отвори, като в едното (на фигурата дясното) влиза плътно единият център *a*. На края му е пробит коничен отвор с малки размери, в който влиза едната шийка. Вторият център *b* (на фигурата левият) е с по-особена форма. Той завършва с една глава *г*, която погледната отпред, има формата на многоъгълник. Върху всяка страна на този многоъгълник е направено каналче с полуцилиндрична форма, като диаметрите на каналчетата са различни. Отворите на рамката са така пробити, че оста на каналчетата от главата *г* и оста на отвора на центъра *a* да съвпадат. При това положение, ако поставим едната шийка в коническия отвор на центъра *a*, а другата шийка оставим да лежи върху някое от каналчетата на главата *г*, осевата линия на изработваната част ще съвпадне с осевата линия на центрите. За да се получи въртливо движение на частта, тя се захваща с хомутче (сърце), а въртливото движение се предава от палеца на ролката *d* (когато оста е монтирана със зъбно колело, палецът на ролката влиза между спи-



ците му). Въртеливото движение на ролката се дава най-често с лък или при по-нови конструкции за по-лесно движение — чрез допълнителна ролка и ремък.

За осигуряване точното срещуположно положение на каналчетата спрямо центъра *a* служи главата *e*. Тя е закрепена неподвижно към



Фиг. 155. Струг за полиране на шийки

центъра, като по периферията ѝ са нарязани канали на брой толкова, колкото страни има главата *z*. Тези канали влизат в един водач *ж*, закрепен неподвижно към рамката. Положението на двете глави *z* и *e* е така установено, че при влизане на каналите от главата *e* във водача каналчетата от главата *z* идват точно срещу центъра.

За нагласяване на ролката по отношение на хомутчето (съобразно дължината на обработваемата ос) служи винтът *з*, който чрез една кръгла плочка в края си може да измества ролката по оста. За застопоряване на центрите служат винчетата *в*.

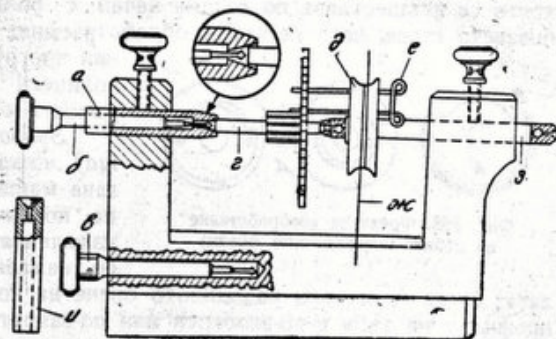
Едната шийка на оста се поставя в центъра, а другата лежи в каналче с подходящ диаметър (шийката трябва да се подава над каналчето не повече от  $\frac{1}{10}$  мм). Полирната пила се движи с дясната ръка, а лъкът — с лявата. Съгласуват се движенията на двете ръце така, че когато ролката се върти към работника, пилата се отдалечава от него и обратно. Шийката се пили дотогава, докато цялата потъне в каналчето и пилата не може да отнема материал. Ако е необходимо, центърът *б* се завъртва на каналче с по-малък диаметър и отново следва шлифоване с пила, докато се постигне желаният размер. След достигане на окончателния размер шийката се полира, за което служи тази страна на пилата, върху която няма зъби, а слабо забележими резки. За да се води по-добре пилата, отляво на главата *z* има същия многозъбник, така че при изпиляване на шийката пилата ляга върху него и работникът чувствава положението на пилата. За ориентиране при главата *z* са отбелязани с цифри различните диаметри на каналчетата.

След установяване на окончателния размер край на шийката трябва да се оформи в коническа или сферическа (при балансните оси) форма. За целта от другата страна на центъра *б* има друга глава (на фигурата тя е покрита с капачка). В тази глава вместо каналчетата са пробити отвори, в които влиза вече изработената шийка, така че край ѝ стърчи зад плочката, в която са пробити отворите. С пилата се оформя край на шийката в желаната форма, като при балансните оси сферическата част се полира по указания начин.

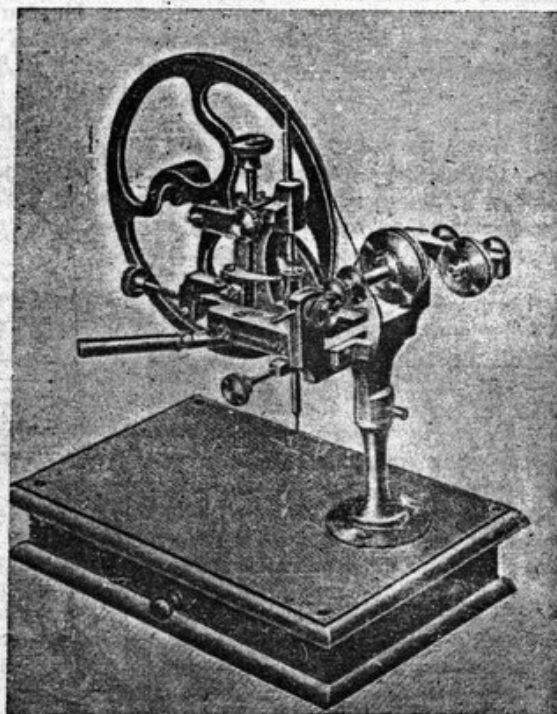
Към всеки полировъчен струг има по няколко центъра с оглед на диаметрите на шийките, които ще се полират. За полиране на шийките на оси на секундни козела (които са по-дълги) има специална глава, където съответно и каналчетата са по-дълги (на фигурата отляво, долу).

Такова приспособление за полиране на шийки може да се направи и към универсалния часовникарски струг.

Дообработването на изработените части, особено на ос за баланс или изхабени шийки, трябва да става върху струга за полиране. Не бива да се пренебрегва работата с него като метод за полиране на шийките, тъй като това



Фиг. 156. Машинка за пробиване на оси



Фиг. 157. Фрезмашина за дообработване на зъбите (рондирмашина)



дообработване дава далеч по-добри резултати, отколкото на който и да било друг вид струг.

На фиг. 156 е показана машина за пробиване, придвижването на която се осъществява по същия начин с ролката *д* и лъка *ж*. Пробиването става, като се върти обработваемият предмет *г*, а на пробивния инструмент се дава само праволинеен ход чрез натискане с ръчката *б*.

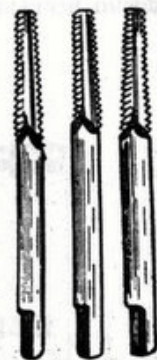


Фиг. 158. Фрези за дообработване на зъбите (корекционни фрези)

Зъбообработваща (коригираща) машина. На фиг. 157 е показана машина за коригиране зъбите на колелата. С нея могат да се изпълняват следните работи: 1) да се намалят диаметрите на колелата; 2) да се намали радиалното биене на колелата; 3) да се измени профилът на зъба в по-заострен или по-закръглен. Трябва да се отбележи, че до коригиране на зъби при поправки трябва да се прибегва в изключителни случаи, защото не всякога работата със зъбообработващата машина дава добри резултати. Най-съществено тук е правилният подбор и монтирането на фрезата. На фиг. 158 е показана такава фреза, където *А* е режещата повърхност, *Б* — входната ѝ част, *В* — изходната част, *Г* — регулировъчният винт и *Д* — водачът.

лито да се изготвят и от часовникаря. Нарязването с метчици в месинг става много бързо и лесно, но в стомана е необходимо голямо внимание. Метчиците се комплектуват от три бройки: първият — плитка резба, вторият — по-дълбока резба, и с третия се довършва. При нарязване с метчик диаметърът на отвора трябва да бъде по-малък от диаметъра на метчика.

Изработване на някои инструменти и пособия. Начинаещият часовникар, преди да почне да поправя часовници, трябва основно да овладее пилата и струга. Финото шлосерство и стругарство са най-важното условие за успешно справяне по-нататък с най-сложните поправки на часовника. С помощта на струга и пилата, подпомогнат от познанията за материалите и термичната им обработка и при правилно измерване с измерителните инструменти, часовникарят може да си изготви повечето от инструментите и пособията си (пинцети, отвертки, пробои, свредели, ножове, метчици, лостове за вадене на стрелки и др.).



Фиг. 160. Метчици

Изготвянето на перести свредели (вж. фиг. 133) се извършва много лесно. Подбира се доброкачествена стомана с приблизителен диаметър на свредела (използват се често игли, които предварително се отвържат), изпилва се един от краищата, дава му се една от формите, показани на фигурата, и се закалява. Закаляването става само на изтънената (работната) част и се откалява до сламеножълт цвят (220—225°). Понякога за изготвяне на шийки или оси са необходими свредели с много малки диаметри. Изготвянето на тези свредели става по същия начин. Работната част при тях трябва да бъде възможно по-къса, за да бъде по-устойчива. Така изготвеният свредел, ако не пробива добре или се чупи лесно, това може да се дължи на една от следните причини: лошо заточване или закаляване; неправилно подбрана (по-висока) работна част; недостатъчна широчина на работната глава; задръстване от стружки; лошо качество на стоманата; голяма твърдост и други. Като знае тези причини, часовникарят може лесно да ги отстрани и да предотврати неприятностите при пробиването.

Изработването на метчици за нарязване на вътрешни резби също не представлява трудност. Ръчка от инструментална стомана се престъргва до подходящия диаметър, след което върху нея се нарязва резба. Следва изпиляване на три плоскости в триъгълна призма. Така изработеният метчик се закалява и отпуска до сламеножълт цвят.

Резбата на така приготвения метчик е по ръбовете на стените (на триъгълника или четириъгълника) и при нарязване стружките излизат по плоскостите на стените навън. На горния край на метчика се запилва квадратна форма за поставяне на ръчка за по-удобно завъртане на метчика.

### 39. Нарязване на резби

Често при изработване на някоя част (ремонтар, винт и др.) се налага на последната да се нареже резба. В такива случаи се подбира и подходящ материал (стомана или месинг), който се престъргва на струг до диаметъра на винта. Нарязване на резба в часовникарството става с плашка, а най-често с винтонарезна дъска (фиг. 159). Винтонарезната дъска има отвори за различни размери на резбата, като за всеки диаметър има по два отвора. Нарязването става най-напред в отвора с прорези, а след това резбата се дооформя с другия отвор. Ако парчето се нареже направо с втория отвор на винтонарезната дъска, то материалът не ще издържи на силите на усукване и ще се счупи. С това не само че се унищожава изработената част, но може да се повреди и винтонарезната дъска. При нарязване трябва да се смазва с достатъчно масло. Нарязаният винт се прекарва няколко пъти последователно през крайния диаметър на винтонарезната дъска, за да може добре да се оформят и шлифват изпъкналите и вдлъбнатите стени. Съществуват винтонарезни дъски за леви и десни резби.



Фиг. 159. Винтонарезна дъска

Нарязването на отвори става с метчици (фиг. 160). Те са обикновено готови, номерирани по размери. При нужда обаче могат сполуч-



Изработване на ножове за стругуване — ръчно или със супорт — става от доброкачествена пръткова стомана (инструментална, бързорежеща или видия), на която обикновено се дава формата на квадрат.

Поради това, че често ваденето на стрелките става трудно, а понякога може да се случат и повреди в оста, то необходимо е часовникарят да има удобен инструмент за вадене на стрелки. От практика се знае, че много удобно се вадят стрелки чрез лостове. Изработването им става много лесно. Вземат се две парчета пръткова стомана с диаметър не повече от 5 мм и с дължина 10—15 см. От единия им край се запилва с полуобла пила полукръгла вдлъбнатина, а от другия край се поставят дръжки за държане на лостовите. Работната страна на лоста се закалява, а след това се отпуща на сламеножълт цвят.

## Глава VIII

### МАТЕРИАЛИ, УПОТРЕБЯВАНИ В ЧАСОВНИКАРСТВОТО

#### 40. Метали и сплави

Важно условие за изработване на отделни части от механизма или на някои инструменти е правилният подбор на доброкачествен материал (метал или сплав) и термичната му обработка (отгряване, закаляване и отпусчане). Часовникарят трябва да познава добре по-често употребяваните метали: желязо, мед, цинк, олово, калай, никел, хром, злато и др., и техните сплави (стомана, месинг, томбак, бронз, инвар и др.).

Благодарение на редица по-добри физико-химични свойства в съвременната техника и особено в часовникарството сплавите с право са изместили повечето от чистите метали.

Металите се разпознават по характерния метален блясък, по специфичните за всеки метал цветове, по ковкостта, по проводимостта на топлината и електричеството, по-високата точка на топене и интензивното окисляване на повърхността им при досег с атмосферата (кислорода).

Сплавите имат по-слаб метален блясък, повечето са бели, а тия на медна основа са с червеникавожълти цветове. Якостта и твърдостта им е по-голяма, а точката на топене е винаги по-ниска от тази на най-високо топимия метал от състава им. Сплавите се лят по-добре от металите. Повечето от металите при отливането след втвърдяването си стават тестообразни, а когато са стопени, поглъщат газове и при охлаждането си ги изпускат, на което се дължи шупливостта на отливките им. При сплавяване прибавеният метал се съединява с кислорода и образува неразтворим окис, което възпрепятствува поглъщането на газове и се получават плътни отливки. Леенето при сплавите е възможно и за метали, които иначе нямат ловкост (леярски свойства).

Сплавите имат и добри термични<sup>1</sup> качества и повърхностите им се окисляват много по-трудно.

Трябва да се отбележи, че в повечето случаи сплавите имат по-добри физико-химични свойства от тези на съставляващите ги метали.

Сплавите се получават чрез разтапяне или най-малко единият (по-трудно топимият) метал е в разтопено състояние и в него се разтваря другият метал. Сплавяване може да се получи и когато например цинкови пари действуват на твърда мед или когато те се вземат във вид на прах и чрез налягане и нагряване дифузират. Две твърди тела при допир и висока температура могат да се сплавят на известна дълбочина или ако повърхностите им са полирани, те се сплавят без налягане, но при нагряване до температура, по-ниска от точката на топене на по-лесно топимия от съставляващите ги метали.

Обработката на сплавите става пластично — чрез налягане (валцуване, изковаване, шанцоване), или по леярски начин — чрез разтопяване и отливане на фасонни части.

#### 41. Стомана

Всички оси заедно с пиньоните им, зъбните колела в навивателния механизъм, винтовете и някои от частите (ремонтарна ос, барабанна ос и др.), както и повечето инструменти в часовникарството са от стомана. При изработването им трябва да се подбере най-подходящата стомана, податлива на необходимата термична обработка.

Главни съставни части на стоманата са желязото и въглеродът. Желязото в разтопено състояние има свойството да разтваря в себе си значително количество въглерод и да задържа част от него при втвърдяването си. Когато въглеродът е повече от 2,30%, имаме чугун, който се получава направо от разтопените желязни руди в специални високи пещи. В зависимост от това, дали въглеродът е съединен с желязото във вид на карбид или сплавян като графит, различаваме бял и сив чугун. Чугунът като материал е твърде чуплив и необработваем, топи се при по-ниска температура (1000—1200°) и затова се употребява само за отливки на някои скелети на стругове, и то предимно сивият чугун.

Белият чугун не може да се лее добре. От него чрез повторна обработка (отнемане на въглерода) се получават различните видове стомани. През целия процес на обработване обаче не може да се получи химически чисто желязо, а се получават различни видове стомани, от които най-употребяваните са със съдържание на въглерод в границите 0,1 до 1,7%.

Стомана, получена в течно състояние, се нарича лята, а в тестообразно състояние — сварочна или пудлова стомана. Последната

<sup>1</sup> Термичните качества характеризират способността на металите и сплавите да изменят (подобряват) физичните и химичните си свойства вследствие термична (топлинна) обработка.



поради това, че се обработва лесно,<sup>1</sup> намира широко приложение във фината механика и специално в часовникарството.

Особено ценна и доброкачествена става пудловата стомана чрез допълнителна преработка (претапяне в отделни малки тигли<sup>2</sup>). Такава стомана, наречена тиглова, е получил най-напред английският часовникар Хундсман в 1740 г. Тя била предназначена за направа на пружини за часовници. Най-ценното ѝ качество се състои в това, че не съдържа примеси от сяра и фосфор, присъствието на които придава чупливост и ронливост на стоманата.

В часовникарството се употребяват стомани със съдържание до 0,9% въглерод във вид на плочи, тръби и пръти. Прътовият материал, който съдържа 0,1% въглерод, има малка твърдост и е известен като автоматна стомана.

Съставлящите метали и елементи на стоманата ѝ придават едни или други качества. Според вида на тези съставлящи стоманите се делят на въглеродни и специални.

Въглеродната или инструментална стомана в основата си се състои от желязо и въглерод. За изработване на оси, пиньони, винтове и други части на часовника или за направа на някои инструменти (свредели, метчици, пробои) най-подходяща е инструменталната стомана със съдържание на въглерод от 0,7 до 0,9%. В практиката такава стомана се употребява във вид на пръти за направа на винтове и гайки и е известна като винтова стомана. Особено известна е калиброваната прътова стомана, наречена сребърна стомана, от която се изработват части за часовника, изискващи високо качество; отличава се с добри термични качества и устойчивост на износване (оси, пиньони и др.); от сребърна стомана се изработват и различните видове пробои.

Специалните или както още се наричат благородни (легиrowани) стомани са железни сплави, които освен въглерод съдържат и някои от металите никел, хром, волфрам, манган, ванадий и др., които подобряват (облагородяват) свойствата ѝ.

Волфрамова стомана — съдържа до 18% волфрам, до 5% хром и от 0,6 до 0,8% въглерод. Нарича се още бързорежеща стомана. Има ценното свойство да не загубва твърдостта си при продължителна работа и нагряване. Това свойство се дължи на волфрамовия карбид, който при нагряване до 1200° и охлаждане придава голяма естествена твърдост; тя обаче е крехка и по-мъчно се кове и обработва. Прилага се за направа на режещи и пробивни инструменти, с което производителността се увеличава неколкостранно.

Хромовата стомана — съдържа 6,15% хром, 0,65% въглерод и много малък процент манган и силиций. Получава се много твърда стомана, която се отпуска мъчно. Такава се получава и с молибден и ванадий. Употребява се за направа на свредели, длета, триони и други инструменти или за някои машинни части. С присъствието на манган

<sup>1</sup> Строежът на пудловата стомана е неравномерен, от много заварени помежду си парчета, премесени с шлак, който позволява при обработка на металорежеща машина (стругване, пробиване и др.) да дава ситни стружки.

<sup>2</sup> Керамични формени съдове.

(10—15%) якостта и трайността на стоманата се увеличават, но се намалява твърдостта ѝ.

Никеловата стомана. Никелът придава на стоманата голяма якост, жилавост и трайност срещу окисляване. Съдържа 5% никел и 0,2% въглерод. Ако към никеловата стомана се прибави 10—20% хром, се получава хром-никелова или неръждаема стомана. Тя не ръждясва дори и от азотната киселина. Във висококачествените часовници капациите се правят от такава стомана.

Инвар — специална легиrowана стомана, която съдържа значително количество никел. При 36% никел и малко манган тя има много малък коефициент на разширение. От нея се изготвят компенсационни баланс и махала за стенни часовници. Инвар с 12% хром и известна част молибден се нарича елинвар. Тази сплав, която означава „неизменяема еластичност“, се прилага успешно за направа на спирали. В зависимост от процентното съдържание на отделните метали в сплавта тя носи номера, като например елинвар 1, елинвар 2, парелинвар 1 и т. н. Недостатък на елинвара е, че е по-малко еластичен от стоманата.

Ако към желязно-никеловата сплав освен хром и молибден се прибави известен процент берилий, се получава сплав с отлични качества, наречена ниварокс. Тази сплав е много еластична, не променя еластичността си от температурата, не е магнитна и не ръждясва. Може да се каже, че този материал отговаря на всички изисквания за качествен спирали на съвременните часовници.

Практически разпознаването на стоманите може да става с известно приближение по строежа. Твърдата въглеродна стомана има тъмен стъклен оттенък с малки кристалчета. По-меката стомана, обратно, има светъл стъклен оттенък с по-едри кристалчета. Разпознаване вида на стоманата може да стане и чрез цвета на искрата, която ще се появи при допиране до бързовъртящ се точилен камък. Инструменталната стомана дава жълта искра, стомана с голямо съдържание на въглерод дава бяла искра, а специалната (легиrowаната) стомана дава червена искра.

## 42. Термична обработка на стоманата

Най-ценното качество на различните видове стомана е, че могат да се отгряват до омекчаване и след обработка наново да се закалят до необходимата твърдост. Това свойство се обяснява с промяната на състоянието на въглерода в стоманата, когато я загреваме и охлаждаме бавно или бързо. На пръв поглед това е много лесно, но от нестабилността на закалената повърхност се създават вътрешни напрежения на незакалената стомана, на които се дължат многобройните дефекти и несигурността на закалката. За правилната термична обработка е необходимо да се спазват следните условия:

Преди да се обработи дадена част или инструмент, трябва да се отгрее стоманата, с което вътрешните напрежения се намаляват, а при закаляването се избягват изкривявания и напуквания.



Нагриването на предмета трябва да става постепенно и равномерно в средната част на пламъка на спиртната лампа.

След нагриване до необходимата температура времето за закаляване трябва да бъде много късо (мигновено), затова ваната с течността за охлаждане трябва да бъде непосредствено до ламбата за нагриване.

Температурата за нагриване трябва да съответствува на вида на стоманата. По-ниската температура не дава добра закалка, а по-високата може да предизвика изгаряне на метала. Температурата при закаляване трябва да бъде малко по-ниска от температурата за коване на предмета. За въглеродната (инструменталната) стомана нагриването не трябва да превиши 800°, а за специалните стомани — 1350°.

Нагриването трябва да започва от неработещата част към работещата (инструменти, свредели и др.), като се следи за цветовете на нагриването.

**Отгряване, закаляване и отпушване.** Ако нагреем едно стоманено парче до вишневочервен цвят (700—850°) и го оставим бавно да се охлажда на въздуха или го зарием в студена пепел, стоманата получава естествената си твърдост и се поддава на различни видове механическа обработка почти както мекото желязо.

Ако след механическата обработка искаме да предадем на предмета по-голяма твърдост, то трябва да го нагреем до червен цвят и да го охладим бързо във въздушна струя или течност за охлаждане (вода, масло и др.). При този случай стоманата придобива голяма (стъклена) твърдост и крехкост. Тогава казваме, че стоманеният предмет е закален. При тази голяма твърдост предметът в естествени условия (обикновена температура, налягане и др.) е много крехък и чуплив. Това се обяснява със създадените вътрешни напрежения, получени вследствие рязката промяна на температурата при закаляването.

Трябва да се внимава нагриването да не превиши нужната за дадена стомана температура. Най-подходящата температура за стомани с 0,9% въглерод е до 850°, а за такива с 1,2% въглерод нагриването може да стигне до 1000°. За въглеродна (инструментална) стомана най-подходяща е температурата 750—800° (светловишнев цвят), а за специалните благородни стомани — 1110—1200° (матовобял цвят).

За практическо ориентиране за температурата са дадени най-употребяваните цветове със 7 степени на нагриване за закаляване.

Степени на цветовете при закаляване

| Цвят            | Температура в °C | Вид на стоманата             |
|-----------------|------------------|------------------------------|
| 1. Ярочервен    | 525—600          |                              |
| 2. Тъмновишнев  | 660—700          |                              |
| 3. Светловишнев | 750—800          | инструментална стомана       |
| 4. Жълточервен  | 850—950          | стомана с 0,9% въглерод      |
| 5. Жълт         | 960—1000         | стомана с 1,2% въглерод      |
| 6. Матовобял    | 1110—1200        | сребърна стомана             |
| 7. Бледобял     | до 1500          | специални легиrowани стомани |

Тъй като такъв закален предмет вследствие на голямата твърдост не е годен за работа, налага се след закаляване предметът наново да се нагрее до строго определена за случая температура според твърдостта и жилавостта, която искаме да получим. Това нагриване на стоманения предмет наричаме отпушване. За да може да следим цветовете на нагриване, то закаленият предмет се почиства и полира добре, а нагриването става посредством подставка от желязна ламарина или малка лопатка с пясък, която предава топлината си върху предметите постепенно, бавно и равномерно. Степента на нагриване до определена температура за отпушване се следи с тъй наречените бегли цветове на отпушване. Всеки предмет (инструмент или част) се отпуша до определена температура, която се познава по беглите цветове на отпушване.

Степени на беглите цветове при отпушване

| Цвят              | Температура в °C | Предмети                           |
|-------------------|------------------|------------------------------------|
| 1. Бледожълт      | 210              |                                    |
| 2. Сламеноожълт   | 220—225          |                                    |
| 3. Златожълт      | 240              | ножове, свредели, фрези и др.      |
| 4. Кафявожълт     | 250—255          | метчици, пробои, отвертки и др.    |
| 5. Оранжев        | 260              | оси на зъбни козела и баланси      |
|                   |                  | ремонтна ос, барабанна ос, винтове |
| 6. Пурпурночервен | 270—275          |                                    |
| 7. Виолетов       | 280              |                                    |
| 8. Тъмносин       | 285—295          | закачки за пружина                 |
|                   |                  | части, които изискват твърдост,    |
|                   |                  | но същевременно и жилавост         |
| 9. Син            | 300              |                                    |
| 10. Светлосин     | 310              |                                    |
| 11. Гълъбовосив   | 320—325          |                                    |
| 12. Зеленосив     | 330              |                                    |

Закаляването и откаляването (отпушването) изискват голямо внимание, познание, опитност и набито око. Най-важни условия за доброкачествена и сполучлива термична обработка са начинът и степента на нагриване и начинът на охлаждане (бързо или бавно).

Нагриването при закаляване и отпушване може да стане, като предметът непосредствено се нагрива на спиртната ламба или пък пламъкът се отправя с духалка към предмета, поставен върху въгленна, тухлена или азбестова подставка.

Съществуват и други начини на нагриване в метални (оловни) или солени бани, които се употребяват при части с различни дебелини. Предимството на тези бани е, че нагриването става едновременно, равномерно във всички части на предмета, избягва се прегарянето, а поради липса на въздух — и окисляването.

**Охлаждане.** При закаляването е от значение начинът и скоростта на охлаждане. Съществуват около 16 степени за закаляване според начина на охлаждане. За практическите поправки са приложими само някои от тях, а именно:



#### Охлаждане

В спокоен въздух  
Във въздушна струя  
(течение)  
В масло (дървено,  
машинно)  
В петрол (газ)  
В прясна или дъждовна вода

#### За какви части

закачки на пружини  
тънки части, шийка и пр.  
  
малки, тънки, нееднакво  
дебели части  
различни части  
  
инструменти, части и др.

Солената вода увеличава закалителната способност с една степен, а сапунената и варовитата вода силно я намаляват. Изворната вода с киселини и соли закалява по-твърдо, а с прибавяне на спирт твърдостта се намалява за сметка на жилавостта. Мътната вода вреди на закалката и трябва да се избягва. За специални случаи на закалки се приготвяват разтвори по рецепта. За закаляване на стругарски ножове, шлосерски инструменти и др. се приготвява баня от 5 л вода, 1 кг готварска сол и 0,5 кг нишадър.

При нагряване предметите увеличават обема си, а при бързото им охлаждане обемът се намалява, вследствие на което се явяват изкривявания и пукнатини. За да се избягнат тези дефекти, трябва да се спазват известни условия, като потапянето на предметите, които ще се закаляват, трябва да бъде отвесно и всякога с тънкия им край надолу, и то в средата на съда, където охлаждането става равномерно от всички страни. Не бива предметът да се пуска на дъното на съда, преди да се е охладил, защото закаляването няма да бъде еднакво, а при падането може да се получи изкривяване, пукване или счупване. При по-дебели предмети се правят няколко движения в охладената течност, за да се попречи на образуваната пара да възпрепятства закаляването. Предметът се хваща със стари пинцети там, където не трябва да се закали или е безразлично каква закалка ще се получи. Ако се закалява целият предмет, то добре е предметът да се обвърже с тънък металически тел за най-тънката част и така да се нагрее и охлади.

#### 43. Сплави на медна основа

Медта като метал се употребява рядко в механическите часовници. Понякога от нея се правят плочи на емайлирани цифреници. За подобряване на механическите свойства и обработваемостта към медта се прибавя цинк, калай, алуминий, никел, олово и други примеси. Медно-цинковите сплави се наричат „месинги“, а сплавите на медта с калай, алуминий и оловото и др. — „бронзи“. Медно-никеловите сплави са известни като „ново сребро“.

Месинг. Тази сплав се състои обикновено от 3 части мед и 1 част цинк. Има златожълт цвят и голяма твърдост. Твърдостта се увеличава значително, ако се прибави малко калай и олово. Ако се нагрее и потопи във вода, става по-мек. Добрият месинг трябва да

бъде ковък и да не е твърд и чуплив. С увеличаване на цинка се увеличава и твърдостта, и чупливостта. В часовникарството месингът намира най-широка употреба. Всички платини, мостове и повечето от зъбните колела в часовниците са от месинг. Съществуват различни видове месинг според предназначението му. Коэффициентът на разширение е голям. На въздуха се окислява и тъмнее.

Бронз. Представлява сплав от 3 части мед и 1 част калай. Има по-светъл цвят и по-голяма твърдост и устойчивост. От бронз се прави понякога платината и моста на часовници „жокер“ или се отливат зъбни колела и камбани на кулни часовници.

Ново сребро (алпака, нойзилбер, пакфон). Представлява сплав с различни проценти. Мед до 63%, никел и цинк 18—20% и малко олово (около 2%). Има приятен сивосребрист цвят, откъдето носи и името си „ново сребро“. От тази сплав се правят украшения и предмети, които не се окисляват. В часовникарството от ново сребро понякога се правят платините и мостовете на механизмите. Употребява се и за направа на капаци.

#### 44. Часовникарски масла

Часовникарското масло за разлика от маслата в машиностроенето трябва да отговаря на по-други условия и изисквания: да не засъхва бързо и да не се сгъстява и окислява, да притежава постоянен и определен за даден случай вискозитет, да не замръзва при сравнително ниска температура, да не се поврежда под действие на въздуха и светлината, да не се изпарява, да се задържа в лагера или камъка и да не се разтича по осите и механизма на часовника. Ценно и необходимо условие е, щото часовникарското масло да не изменя първоначалните си свойства както в процеса на работа, така и през време на съхранението му.

Ясно е, че за да отговаря на тези условия, е необходима специална обработка и комбинации на видове масла, специални лабораторни изследвания и физико-химични анализи.

Маслата биват от животински, растителен и минерален произход. Животинските най-често се приготвяват от костената тлъстина на биков и волски крак или от делфинова тлъстина. Растителните — от рициново, маслиново, орехово и други масла. Минералните — от нефтените продукти и каменовъглените смоли. Всяко от тези масла поотделно има както положителни, така и отрицателни свойства. При комбиниране се получават часовникарски масла, които са известно приближение отговарят на изискваните свойства и качества на маслата. При това съществува голямо разнообразие при сортирането на часовникарските масла. Различни масла се употребяват за смазване на градски и стенни часовници, на будилници, на джобни и ръчни часовници. Всеки един сорт от тези масла се подразделя от своя страна на масло за смазване на ремонтара и пружината, за лагерите на зъбните колела, за ходовия механизъм, за баланса и др.



Часовникарските масла у нас се внасят от чужбина. Добри масла в последно време се произвеждат в СССР, които са сортирани в следните групи: А, С, Ф, С—1, С—2, С—3.

Маслото А се употребява за смазване оста на баланса и палетите на джобни и ръчни часовници. Маслото С—за лагерите на зъбните

козела на същите часовници и будилниците. Маслото Ф—за пружините и ремонтара, и маслата С—1, С—2 и С—3 са предназначени за часовникови механизми, които ще работят при ниска температура, т.е. те са мразоустойчиви масла.

У нас е по-известно сортирането на маслата според швейцарските норми (еднакво с това на германските норми). Според тях отделните видове масла са означени с номера от 1 до 5, като има и специално масло Fett B—O—X за намазване на ходовия механизъм.

Тази сортировка е на фирмата „Моебиус“.

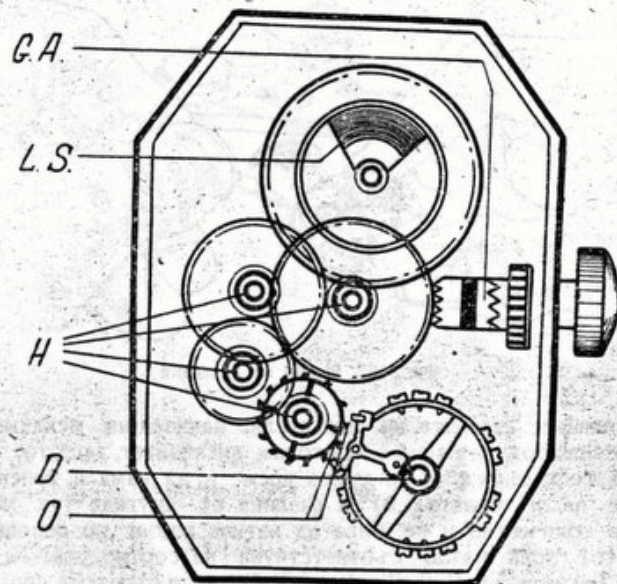
На фиг. 161 нагледно е показано употребата и сортирането на маслата от тази фирма.

Не по-малка известност у нас са добили и висококачествените часовникарски масла на френската фирма „Хронакс“. Тези масла са оцветени червено и са сортирани с буквени означения О, D, H и LSi, а за смазване на ремонтари и ремонтарни козела се предлага специална грес GA. На фиг. 162 е дадена схема на ръчен часовник и нагледно е показана употребата на маслата от тази фирма.

Освен качествата на маслата като база на сортировка служи и вискозитетът (гъстотата) им. Така например с най-малък вискозитет и с най-високи качества са маслата, които се употребяват за смазване на импулсните плоскости на палетите при малки часовници — джобни и ръчни. На фиг. 161 тази смазка е означена с № 1, а на фиг. 162 с буквата О. Смазването на палетите трябва да става внимателно, щото маслото да не изтича по повърхността на палета. Трябва да се подчертае, че неправилно смазваният палет с неподходящо масло в по-голямо количество може да причини смущение в нормалния ход на механизма, а при по-фините (малките) часовници и спирание.

Следващият поред вискозитет са маслата, които се употребяват за смазване на лагерите на балансната ос. На фиг. 161 тази сорти-

ровка съответствува на № 2, на фиг. 162 — на буквата D, а по съветската — на буквата А. Трябва да се подчертае, че и тук при неправилното смазване на лагерите на баланса последствията са неприятни. Особено при по-голямата дозировка маслото изтича по шийката на оста и често достига до спиралната пружина, като нарушава равно-



Фиг. 162. Сортиране на маслата по „Хронакс“

мерното ѝ свиване и разпускане, и часовникът започва да избързва с часове. За ръчни часовници се препоръчва с тези масла да се смазват и лагерите от предавателния механизъм.

Маслата за смазване на лагерите от предавателния механизъм (централно, посредно, секундно и ходово) са от вискозитет, който съответствува на № 3 от фиг. 161 и на буквата H от фиг. 162, по съветската сортировка — на буквата С. При смазване на лагерите от предавателния механизъм трябва да се знае, че количеството на маслото, поставено в чашката на лагера (камъка), трябва да е достатъчно, но в никакъв случай да не излиза извън нея и да не се разлива по моста или основната плоча. Както малкото количество масло, така и голямото еднакво вредят за вървежа на часовника. Особено големи неприятности създава голямото количество масло, поставено в лагера на централното козело. Оттам много лесно то изпада върху спиралната пружина. Наглед добре почистен часовник, но неправилно смазан, нарушава нормалния си ход.



При големи часовници: стенни, салонни, будилници и др., се препоръчва масло с по-голям вискозитет, което се задържа за по-дълго време в лагерите. Палетите при будилници и стенни часовници също се смазват с тези масла. На фиг. 161 тази сортировка съответствува на № 4, а по съветски — на буквата Ф.



Фиг. 163. Начин на смазване

За смазване лагерите на двигателя, навиващия механизъм и пружината се препоръчва масло с най-голям вискозитет, защото: а) маслото трябва да се задържа за по-дълго време и да намали триенето между навивките на пружината; б) за разлика от другите тук маслото е в по-голямо количество и не бива да изтича навън по основната плоча. На фиг. 161 това масло съответствува на сортировка № 5, на фиг. 162 — на буквите LS (Lubrifiant stabilisé), а по съветска сортировка на буквата Ф.

Съществуват и масла със специално предназначение, например на фиг. 161 сортировка Fett B—O—X за зъбите на ходовите колела. На фиг. 162 с буквите GA (Graisse active) е отбелязана специална грес, която се слага на навивателните и ремонтарни колела и на ремонтара. При поставяне на масло в навиващия механизъм маслото обикновено изтича по основната плоча и часовникът се замърсява по-бързо. Затова се препоръчва да се поставя грес вместо масло.

Смазването на часовниците става със смазвалки. В зависимост от големината на часовника за смазване трябва да има и различни смазвалки, които да дозират количеството на маслото. На фиг. 163 е показана смазвалка и начин за смазване на малък часовник. За смазвалки се използва неръждаем стоманен тел със съответна дебелина. Върховете на смазвалките трябва да бъдат запазени от напращване. Удобно е при такъв случай смазвалките да се забобждат в поставки с коркова тапа.

Маслото не бива да се използва направо от флакончетата. Необходимо е да има специална масленка — дървена или металическа, с отвори за различните сортове масла. Тези отвори трябва да са снабдени

със стъклени или емайлирани поставки, за да не се окислява маслото. Всеки отвор трябва да бъде закрит с капачка, за да няма маслото достъп до външната светлина и да не се напращва. Начинът за съхранение на маслото е важно условие за дълготрайността и качеството му. И най-качествените масла, ако са неправилно съхранени, стават непригодни за смазване и дават сериозни смущения върху механизма. Най-добре е маслото да се съхранява в стъклено флаконче с шлифована стъклена запушалка. Ако се държи в металическа опаковка, маслото може да взаимодействува с метала и да стане непригодно за употреба. Повишената температура и светлината също оказват отрицателно влияние. Маслото трябва да се държи на тъмно, при умерена температура, добре запушено с тапата, за да няма досег с въздуха и др. След 3—4 години маслото трябва да се замени с прясно.

Както видяхме, подборът на маслото и начинът на смазването на часовника са най-важните и решаващи условия за качествен ремонт и нормална работа на механизма. Отлично ремонтиран часовник, но неправилно смазан, може да изложи и най-добрия майстор. Затова смазването на часовника трябва да става най-внимателно, като се наблюдава с лупа за количеството на сложеното масло. На всяка цена трябва да се държи на сортировката, която съответствува за дадения часовник.

Трябва да се запомни, че при неправилен подбор на смазката или при смазване със застаряло масло (повече от 3—4 години) се губи само скъпо време и от ремонта на часовника няма да има резултат. В никакъв случай не бива да се пристъпва към смазване на недобре почистен часовник, защото остатъците от нечистотии бързо разлагат маслото и го окисляват. Триенето в механизма значително се увеличава и износването става чувствително, а това довежда до намаляване на експлоатационното му време.

## Глава IX

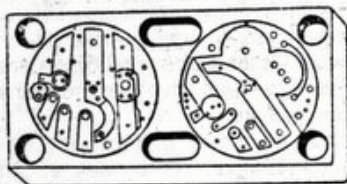
### ПОПРАВКИ

#### 45. Общо върху поправките

При поправката на часовници задачата на часовникаря е чрез правяне или смяна на повредените части да намали дотолкова триенето в движещите се части, че енергията, дадена от пружината, да бъде в състояние да поддържа колебанията на регулатора — баланс или махало. На първо място трябва да се определят повредите в часовника. Когато някоя част е счупена, повредата може веднага да се открие. Освен това вследствие продължителна работа някои от шийките и лагерите се износват и трябва да се поправят. Засъхването на маслото също може да бъде причина за спиране на часовника. В редки случаи при нови часовници могат да се забележат и фабрични дефекти, незабелязани при проверката в завода.



Най-напред много внимателно се преглеждат частите на предавателния механизъм — зъбните козела. За да се провери дали няма затягане в лагерите им, с тънък пинцет се проверява осевата хлабина, като при това пружината трябва да бъде освободена. Ако при това не



Фиг. 164. Подложка за поставяне на винчетата

се забележи дефект, пружината се навива малко и отново се проверява осевата хлабина на всички зъбни козела. При повдигане с пинцета всички оси трябва свободно да се движат в лагерите си. Ако се забележи затягане в лагерите на някое колело, трябва да се установи причината. Тя може да бъде в лагера или в зъбите на колелото. Освен това трябва да се провери и страничната хлабина на шийката. Естествено не всички дефекти могат да бъдат

установени при такъв преглед, който се извършва, без часовниковият механизъм да е изваден от капачите. За по-точно определяне на повредите налага се механизъмът да се извади от капачите, след което да се проверяват стрелките — да не се е получило при тях затягане или много големи хлабини, които могат да предизвикат сплитане на стрелките или триене на същите по цифреника на стъклото. Цифреникът трябва да се сваля и по същия начин да се провери състоянието на стрелковия механизъм — хлабини в лагерите и между зъбите на колелата.

Ако дотогава не се открие причината за спирането, часовникът трябва да се разглоби и да се прегледат всичките му части. Разглобяването при обикновените часовници (будилници, ръчни и джобни) става сравнително леко. При стенните часовници с биене или часовници за специални цели — автомати, секундомери, хронографи — разглобяването отнема повече време и изисква голямо внимание от страна на работника. На първо място трябва да се внимава, щото винчетата, които са с различни размери, да се поставят на съответните места. Когато разнообразието на винчетата е голямо, добре е те да се поставят на специални подложки, в които са пробити отвори (фиг. 164). При по-сложни системи може да се направи скица на разположението на отделните части, с която ще се улесни монтажът.

Правилно е поправката да започне след установяване на всички повреди, като по този начин се избягва загубата на време за повторно разглобяване при незабелязани дефекти. Начинът на поправката трябва да бъде обмислен добре, тъй като в противен случай една прибрзана поправка може да доведе до още по-големи повреди. Въобще работникът трябва да предвижда всички последствия от поправката.

Повредените части се сменят, шийките на осите се полират, оста на баланса се наостря, ако е необходимо се полира отворът на анкьра за елипсата, проверява се ходовият механизъм и въобще извършват се всички необходими работи. Това трябва да стане преди почистването на часовника. След почистването и сглобяването не трябва да се пра-

вят никакви поправки, тъй като има опасност механизмът да бъде отново замърсен.

Почистването на часовника може да стане по различни начини. Най-обикновеният, използван у нас, това е почистването с бензин или бензол. Особено замърсени части може да се изварят в сапунена вода, която се загрява до 80°. По този начин не трябва да се чистят месингови части с лакирана повърхност, тъй като лакът се поврежда. Напоследък се използват специални машини за почистване. Почистването при тях става с течност, съставена от няколко химикала. Този начин за почистване е най-качествен, най-бърз и най-икономичен. Почистването трае 5—6 мин и с едно пълнене на машината се почистват до 80 часовника. Освен това след почистването частите не се нуждаят от допълнително излъскване с дървена клечка.

Сглобяването на часовника трябва да стане по обратния път на разглобяването. Трябва да се обърне внимание върху намазването на онези лагери, към които няма достъп след сглобяването — например на барабана на пружината, долния лагер на посредното колело и др.

Преди сглобяването на ходовия механизъм се прави проверка на монтажа чрез слабо навиване на пружината (като при това е сглобен и механизъмът за стрелките), за да бъде часовникът напълно натоварен. Движението на зъбните козела трябва да бъде съвсем леко. Всяко колело трябва да има осева хлабина и ако се повдигне нагоре под действието на теглото си, само да слезне надолу.

Последната работа при поправката е намазването.

При изпълнение на отделните работи по поправката е необходимо да се знаят някои основни правила и работникът да има известен технически похват. В настоящата втора част са разгледани някои от по-често срещаните се поправки при часовниците и е указан начинът, по който трябва да се извърши поправката. В някои случаи е показан и инструментът за извършване на поправката. Трябва да се отбележи, че указаните начини за поправка са препоръчани в повечето от литературните източници, засягащи този въпрос. Въпреки това с оглед на условията, възможностите и сръчността на работника може да се предложат и други начини, усвоени в практиката. Не трябва обаче да се забравя и държи сметка, щото последствията от поправката да не предизвикат допълнителни нарушения в работата на механизма. Затова на някои места специално е упоменато, че показаният начин за поправка е единствено правилно.

В основата си работите по поправката са едни и същи за всички видове часовници, тъй като и устройството им е принципно едно и също. В повечето случаи разликата е само в големината и качеството на механизма.

С оглед на устройството на всички часовници може да се състави следният план за разглеждане на поправката:

|                                  |                        |
|----------------------------------|------------------------|
| Двигател . . . . .               | тежест или пружина     |
| Предавателен механизъм . . . . . | зъбни козела с пиньони |



|                             |                                                                                                                                  |                                      |        |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------|
| Лагеруване . . . . .        | лагери на предавателния механизъм, баланса, конусни лагери, месингови лагери, лагери от благороден камък, стоманени лагери и др. |                                      |        |
| Ходов механизъм . . . . .   | Грахов ход, ход с отстъпване, ход „Броко“ и др.                                                                                  | цилиндров ход, анкър ход, шифтов ход |        |
| Регулатор на хода . . . . . | махало                                                                                                                           | или                                  | баланс |

Освен това часовниците могат да притежават допълнителни механизми за звънене, биене на часовете, показване на датите и др. Тези механизми се срещат както при големи, така и при малки часовници.

#### 46. Поправки при будилниците

Голяма част от повредите, срещани се при будилника, могат да се определят, когато той още не е разглобен. Така например чрез навиване се проверява най-напред състоянието на пружините и спиралките. Ако при въртенето на ключа не се изпитва никакво съпротивление, в повечето случаи това показва, че пружината е скъсана. Ако ли пък, след като ключът се завърти на известен ъгъл, започне да се връща обратно, това означава, че е повреден механизмът за задържане оста на барабана. Проверява се движението на стрелките и стрелката за звънеца. Последната трябва да се върти сравнително трудно. В противен случай, както ще се уясни по-нататък, има опасност при въртене на стрелките да се движи и тази стрелка. Това ще нарушава правилната работа на механизма за звънеца. Ако часовникът е със скрит звънец, се проверява дали спиралният бутон действа добре.

След това се развиват всички външни части и се сваля задният капак. В някои случаи капакът е много стегнат и трябва да се извади, като се чука върху парче от твърдо дърво, поставено на ръба на капака. Не е правилно да се чука направо върху капака, защото се разваля добрият външен вид, а това в много случаи е от значение.

Следва изваждане на механизма от капачите и сваляне на стрелките и цифреника. Минутната стрелка може да се сваля със скоба, която обхваща от долната страна втулката на стрелката. Удобно е да се използват и лостове. Поради липса на специален инструмент за изваждане на стрелките може да се използват клещи-резци. При работа с тях трябва да се внимава да не се изкривят стрелките или повреди цифреникът.

Следва проверка на баланса и ходовия механизъм. Проверява се хлабината на баланса в лагерите и хлабината между шифта на баланса и устата на анкъра. Хлабината между предпазните рогчета на анкъра и оста на баланса трябва да бъде еднаква от двете страни. След това се проверява дълбочината на захващането на шифтовете в анкърното колело. Сваля се балансът, като най-напред с плоски клещи се изтегля шифтът на спиралата, и се развива долният (от страната на ци-

френика) винт на балансовата ос. Добре е при правилен монтаж да се отбележи върху периферията на баланса с лека черта къде е била закрепена спиралата в колонката. С това се спестява време по центровката на спиралата при монтажа.

Ако пружината е навита, трябва да се освободи от напрежение. При липса на специален инструмент най-правилно е пружината да се завърже с тел, което ще улесни и монтажа. Развива се най-близката до анкъра гайка, последният внимателно се изважда, като се повдига плочата и се остави пружината бавно да се развие.

След това се проверява движението на колелата в плоскост, зацепването между тях и осевата хлабина на шийките. Проверява се по същия начин стрелковият механизъм и откъм страната на цифреника се сваля шифтът на звънчевата ос.

При освободена пружина се прави проверка на страничната хлабина на осите в лагерите. Чрез натискане върху зъбите на барабана колелата се завъртват в една или друга посока. Тогава по клатушкането на осите веднага се забелязва къде са износени лагерите.

След така направените проверки и при освободена пружина се развиват останалите гайки и горната плоча се сваля. Часовникът се разглобява основно. За препоръчване е да се свалят и минутният пиньон.

Отстраняват се всички забелязани повреди по начините, указани в съответните глави — полиране на шийки, стягане или смяна на лагери, източване и шлифоване оста на баланса, подменяне износени шифтове от анкъра, смяна на пружина и т. н.

Почистване. След като всички части се приведат в изправност, трябва да се почистят. Потапят се в бензин, за да се разтворят мазнините — главно втвърденото масло. След неколкоминутно престояване в бензина частите се изваждат и подсушават с кърпа без мъх (хасе или тензук) и се изчеткват с твърда четка. Лагерните отвори се почистват с добре подострена дървена клечка. От външната страна на лагерите, където се намира вдлъбнатината за масло, се почиства с една заоблена клечка. С клечка се почистват и всички пиньони — зъб по зъб. В някои случаи бензинът не може да разтвори втвърдената мазнина (ако часовникът е намазан от несведущи лица с растително масло — олио). В такъв случай може да се използва спирт или сапунена луга при по-дълго престояване на частите в разтворителя.

Сглобяване на механизма. Сглобяването започва с поставяне на място на колелата, които имат дълги оси. Това са барабанното, секундното и средното колело. След това се поставят останалите колела без анкъра. Пружината е най-добре да бъде вързана с телена халка. Когато ще се сменява пружина и резервната пружина не е навита, поставянето ѝ може да стане след сглобяването на горната плоча. Горната плоча се поставя и притяга с гайките. Набива се минутният пиньон, като се внимава да не трие в плочата или пък да не е много далеч от нея. Положението на минутния пиньон се проверява с делителното колело. Поставят се колелата на стрелковия механизъм и колелото на звънчевия механизъм. Навива се малко пружината и се проверява дали при всички положения на механизма движението на ко-



лелата е леко. Още един път се проверява осевата и страничната хлабина в лагерите, като колелата при обръщане на механизма трябва под действие на теглото си да падат от едната към другата плоча. Поставя се анкрът, като се освобождава най-близката до него гайка и се повдига плочата. При съвсем малко навита пружина анкрът при бутане трябва да отскача от едното до другото си крайно положение. Ако анкрът не застава в крайното си положение, към което се избутва, а се връща веднага назад, това показва, че захващането е много плитко. В такъв случай лагерът на анкра трябва да се приближи малко към анкровоото колело.

По оставения белег се поставя спиралата върху балансвата ос и се проверява в плоскост и по форма. Балансът се поставя на място, като хлабината на оста му се регулира с долния винт. Тази хлабина трябва да бъде колкото се може по-малка, но да не се причини затягане в лагерите. В някои случаи може да се затяга и горният винт, но трябва да се държи сметка да не се разхлаби или затегне много регулирната стрелка. Спиралата се промушва през прореза на регулирната стрелка и се заклиня посредством шифта в колонката чрез почукване. Проверява се положението на спиралата след закрепването ѝ и ако няма незабелязани дефекти, балансът започва да се колебае — часовникът работи.

**Намазване.** При будилници трябва да се използват следните масла:

|                                     |             |
|-------------------------------------|-------------|
| за пружината и лагерите на колелата | — масло № 5 |
| за анкровоото колело                | — масло № 4 |
| за лагерите на баланса              | — масло № 2 |

Когато всички споменати работи са привършени, поставят се цифреникът и стрелките. Секундната стрелка се поставя в произволно положение. Центровката на останалите стрелки с оглед правилната работа на механизма на звънеца става по следния начин.



Фиг. 165. Наковалня за впресоване на стрелки

Стрелката за будилника се поставя на цифрата 6 и с помощта на пробой се впресова на оста. Навива се пружината на звънеца и средната ос се върти, докато будилникът започне да звъни. Часовата стрелка при това положение се поставя на 6, а минутната — на 12, като последната не се закрепва здраво. Чрез разместване на стрелките неколккратно се опитва дали будилникът ще звъни в определения час и ако е необходимо, се променя малко положението на минутната стрелка, след което тя се впресова здраво на оста. За целта средната ос се подпира на специална наковалня (фиг. 165) и с подходящ пробой чрез чукане става впресоването ѝ. В заключение трябва още един път да се провери звънчевият механизъм. При положение за звънене между лоста на чукчето и пружината, спираща звънеца, трябва да има достатъчна хлабина. При това анкрът на звънчевия механизъм не трябва да има голямо осево изместване. Като се превъртят стрелките, спирачната пружина трябва да спре чукчето най-късно след час и половина от времето за звънене. В противен случай спирането не е сигурно.

Ако цифреникът не е добре закрепен, може да се завърти и да се получат доста големи разлики при звъненето на часовника.

Капаците се почистват и механизмът се поставя в тях. Проверява се дали стрелките няма да опират в стъклото, поставя се задният капак и се монтират всички външни части на часовника.

**Проверка и сверяване.** Будилникът се сверява с точен часовник, като по възможност се изравняват и секундните стрелки. В зависимост от грешката става и регулирането. Ако се получат разлики, по-големи от 10—15 мин за 24 часа, налага се да се промени дължината на спиралата.

Звънчевата стрелка на будилника се поставя на цифрата 6. При проверката се следи дали тя не се движи с останалите стрелки, което не трябва да се допуска.

Грешките, които често се явяват при будилниците, могат накратко да се изброят по следния начин:

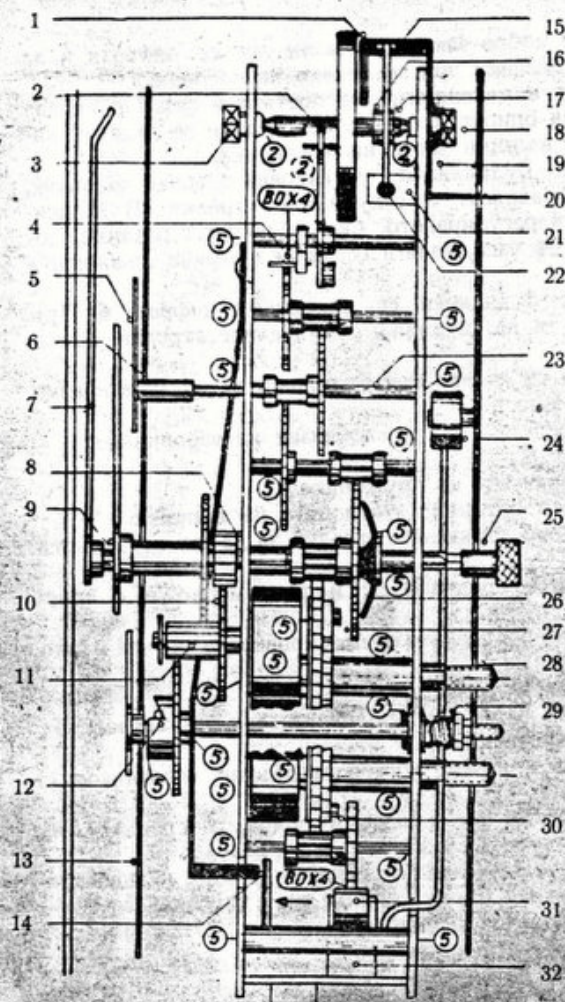
Дефекти, които се определят без разглобяване на часовника:

- дали пружините са здрави;
- в изправност ли са спирачките на пружините;
- не трият ли ключовете и бутоните в отворите на капака;
- има ли достатъчно триене звънчевата стрелка, за да не се завърти заедно с другите стрелки;
- достатъчно ли е стегната средната ос и равномерно ли е триенето ѝ;
- звъни ли будилникът в определеното време (проверява се най-малко за четири различни положения);
- бие ли правилно чукчето на звънеца;
- спира ли будилникът най-късно час и половина след иззвъняването;
- опират ли стрелките в цифреника;
- трият ли стрелките една в друга, когато се обърне часовникът с цифреника надолу;
- трие ли минутната стрелка в стъклото и опира ли средната ос в него;

- свободно ли се движи регулирната стрелка в отвора на капака;
  - не натиска ли задният капак върху горния винт на баланса;
  - здрав ли е закрепен бутонът за спиране;
  - здрав ли са завити винтовете и краката;
  - здрав ли е закрепен задният капак.
- Дефекти, които се забелязват, когато механизмът е изваден от капаците:

- има ли добър спусък анкрът; закрепена ли е здраво спиралата;
- движи ли се спиралата в плоскост и има ли правилна форма;
- играе ли (има ли хлабина) спиралата в прореза на регулирната стрелка при всички положения между + и —;
- не опира ли втората навивка на спиралата в регулирната стрелка или колонката;
- не се ли премества регулирната стрелка съвсем леко;
- не трие ли някъде балансът в колонката, в регулирната стрелка, в анкра;





Фиг. 166. Дефекти при будилника:

- 1 — има ли хлабина между баланса и регулирната стрелка;
- 2 — има ли анкерът еднакви хлабини от двете страни на оста;
- 3 — не се ли въртят много леко лагерните винтове на баланса;
- 4 — падат ли шифтовете добре върху зъбите на анкерното колело; сигурно ли е положението за почивка;
- 5 — не опира ли секундната стрелка в цифреника или часовата стрелка;
- 6 — не опира ли секундната стрелка в отвора на цифреника;
- 7 — не трие ли минутната стрелка в стъклото;
- 8 — има ли хлабина между минутния пиньон и плочата;
- 9 — има ли достатъчна хлабина между минутната и часовата стрелка;
- 10 — не закача ли делителното колело в съседните части;
- 11 — има ли делителното колело достатъчна осева хлабина;
- 12 — гладка ли е наклонената плоскост на звънчевото колело;
- 13 — правилно ли е поставен цифреникът;
- 14 — ще спре ли спиралната пружина звънеца най-много 1½ часа след извършването;
- 15 — „играе“ ли спиралата равномерно в прогеза на регулирната стрелка при всички положения между + и —;
- 16 — не опира ли ролята на спиралата в регулирната стрелка;
- 17 — не е ли много хлабава ролята на спиралата;
- 18 — няма ли балансовата ос много голяма хлабина;
- 19 — не се ли движат много леко регулирната стрелка и отвора на капака;
- 20 — свободно ли се движат регулирната стрелка и отвора на капака;
- 21 — закрепена ли е здраво колонката;
- 22 — здраво ли е закрепена спиралата с шифта във външния си край;

- 23 — има ли секундното колело достатъчна хлабина;
- 24 — правилно ли удря чукчето върху звънеца;
- 25 — не трие ли бутонът в задния капак;
- 26 — достатъчно ли е стегната средната ос и равномерно ли е триенето ѝ в средното колело;

- 27 — не опира ли нитът на спиралния палец в средното колело;
- 28 — не опира ли счте на барабаните в задния капак;
- 29 — достатъчно ли е триенето на звънчевата ос;
- 30 — не опира ли анкерното колело на звънеца в нита на спиралния палец;

- 31 — закрепен ли е здраво към оста звънчевият анкер;
- 32 — спира ли звъненето и осежда ли се звънчевият анкер при налягане на пружината, когато се натисне спиралният бутон.

закрепена ли е здраво колонката върху горната плоча; не се ли въртят съвсем леко винтовете на баланса; достатъчна ли е хлабината на балансовата ос; полиран ли е добре и не е ли много широк отворът (устата) на анкера; има ли анкерът еднакви хлабини от двете страни на балансовата ос; вертикални ли са шифтовете на анкера; не са ли износени; падат ли шифтовете добре върху зъбите на анкерното колело; сигурно ли е положението за почивка; притежават ли всички части осева хлабина и нямат ли затягане; дали не опира нитът на спиралния зъбец в близките коела; не трие ли минутният пиньон в долната плоча; правилно ли се движат коелата на стрелковия механизъм; не опират ли в близките части; има ли часовото колело достатъчна осева хлабина; здраво ли са закрепени стрелките и цифреникът; гладка ли е наклонената плоскост от звънчевото колело.

На фиг. 166 са показани нагледно някои правила за изправната работа на часовника, като същевременно с цифри, заградени в кръгчета, е отбелязано къде и с какво масло е необходимо да се намазват различните части.

#### 47. Звънчев механизъм

Предназначението на този механизъм е да дава сигнал в определено, предварително нагласено време. Обикновено сигналът се дава от звънец, откъдето идва и названието на механизма, а в по-редки случаи механизмът изсвирва мелодия. Задействването на сигналния механизъм и в двата случая е едно и също.

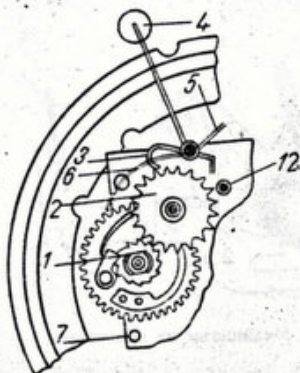
Звънчевият механизъм обикновено се поставя на часовници за маса (будилници), понякога на стенни и джобни, а напоследък и на ръчни часовници.

Обикновено механизмът се задвижва от отделен двигател с подходящ предавателен механизъм. При джобни и ръчни часовници и при някои типове будилници поради липса на достатъчно място звънчевият механизъм може да се задвижи и от един двигател едновременно с механизма за работа. В такъв случай при звъненето пружината за кратко време се развива на доста голям ъгъл — повече от  $\frac{3}{4}$  оборота, и двигателният момент намалява бързо (вж. диаграмата на фиг. 18). Това се отразява неблагоприятно на точността, тъй като се изменя амплитудата на баланса. Поради тази причина, не е за препоръчване звънчевият механизъм да се задвижва от един общ двигател.

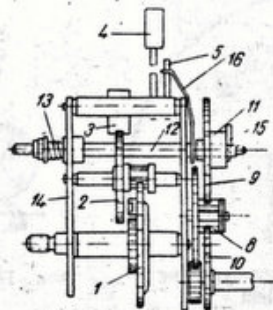
Звънчевият механизъм е показан на фиг. 167. Състои се от двигател 1, като към барабанното колело се зацепва обикновено пиньонът на ходовото колело 2. Ходовият механизъм е с отстъпване и обикновено се изпълнява като шварцвалдски ход — котвата 3 е от стоманена пласина. На оста на котвата е закрепено чукчето 4 на звънеца. На съ-



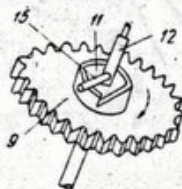
щата ос е закрепено и лостчето 5, посредством което става освобождаването на звънчевия механизъм в определения час. Когато пружината се развие достатъчно, тя увеличава диаметъра си, при което има опасност да опре в някое от колелата на механизма за работа и часовникът да спре. Затова тя се ограничава при развиването си. Това може



Фиг. 167. Звънчев механизъм при будилника



Фиг. 168. Командуване на звънчевия механизъм



да стане по различни начини. Най-често към оста на котвата е закрепено едно телче 6, което при колебанията ще опре в пружината, когато тя се е развила достатъчно, и механизмът ще прекъсне действието си. За да не се повредят останалите части при евентуално скъсване на пружината (когато тя увеличава диаметъра си), служи шифтът 7, закрепен върху плочата на механизма.

При този ходов механизъм, който по начало не е прецизен, е от съществено значение да може да се регулира разстоянието между оста на котвата и ходовото колело. Затова лагерът на котвата може да се огъва (висещ), чрез което се постига желаното регулиране на междучентовото разстояние.

По форма зъбите на ходовото колело са обикновено триъгълни, но може да са и наклонени, каквито са при механизма за работа на непреносимите часовници.

При някои конструкции между ходовото колело и барабана има още едно междинно колело, поради което оборотите на ходовото колело са по-бавни. Така се постига по-благозвучно звънене, а освен това и натоварването на котвата става с по-малки сили. Такъв е случаят при будилниците Junghans-Extra. При тях развиването на пружината е ограничено с помощта на малтийски кръст.

Командуването на звънчевия механизъм става от стрелковия механизъм. Към пиньона 8 на делителното колело (фиг. 168) се зацепва т. нар. звънчево колело 9, чийто брой на зъбите е еднакъв с този на часовото колело 10. Това означава, че звънчевото колело ще прави

същите обороти, както и часовото, т. е. ще се завърта един път на 12 часа. От главината на звънчевото колело е образувано късо цилиндърче 11 (вж. фигурата вдясно), известна част, от челото на което е изрязана по винтова линия, така че полученият изрез има една вертикална стена. Звънчевото колело лагерува свободно на звънчевата ос 12. Последната с триещата връзка 13 е закрепена към задната плоча 14 на часовника. Когато работи часовникът, звънчевата ос трябва да е неподвижна. При нагласяването на будилника в определен час звънчевата ос се завърта с ръка, което е възможно благодарение на триещата връзка. В предния край на оста е впесована звънчевата стрелка. В отвор, направен на подходящо място отпред на оста, е поставен шифтът 15, който със стърчащия си край опира върху челната повърхност на цилиндърчето 11. Под главината на звънчевото колело се намира една плоска пружинка 16, наречена спирачна пружина, чието предназначение е да освобождава котвата в определения за звънене час. Когато шифтът 15 се намира върху несрязаната част от цилиндърчето 11, колелото 9 е приближено към плочата, при което изкривеният край на спирачната пружина опира в лостчето 5 и механизмът не може да работи, въпреки че двигателната пружина се намира под напрежение. Колелото 9 заедно със стрелковия механизъм се върти в означената посока (по часовата стрелка). Тъй като звънчевата ос, а заедно с нея и шифтът 15 са неподвижни, ще настъпи момент, при който шифтът ще попадне в срязаната част откъм вертикалната стена. Спирачната пружина ще отдалечи звънчевото колело от плочата, а заедно с това ще освободи котвата и часовникът ще започне да звъни. Моментът, в който започва звъненето, е падането на шифта 15 в изреза на главината на звънчевото колело. Ако променим положението на шифта, ще се промени и часът, в който часовникът ще звъни. За отчитане и нагласяване на желания час служи звънчевата стрелка, закрепена неподвижно към оста. Центровката на звънчевия механизъм става по указания в предната глава начин.

Триенето между шифта и звънчевото колело трябва да е по възможност по-малко. Поради това както шифтът, така и челната част на цилиндърчето трябва да са много гладки, грижливо полирани и намазани с масло.

При по-нататъшното завъртане на колелото 9 шифтът се хлъзга по наклонената плоскост на изреза и постепенно отново приближава колелото към плочата, т. е. отново спирачната пружина ще спре котвата. Но това ще стане, след като механизмът е изпълнил предназначението си.

Звънчевата ос не трябва да се движи много леко. В противен случай силата на триенето, което съществува между шифта и колелото, ще завърти оста, а заедно с нея и шифта. В резултат будилникът няма да звъни в определения час. Когато се забележи такава повреда, притяга се пружинката, намираща се на звънчевата ос откъм страната на задния капак.

Изрязаната част от звънчевото колело обхваща една четвърт от окръжността на цилиндърчето, което отговаря на три часа работа на



часовника, тъй като звънчевото колело се завърта един път на 12 часа. За да действа звънчевият механизъм сигурно, плоската пружина (спирачката) под колелото трябва добре да захваща телчето на анкѐра. Ако се пусне звънецът в определения час и след това се завъртат стрелките за работа, звънецът трябва да спре най-късно час и половина след започване на звъненето. Останалите един час и половина се оставят в резерва за сигурно спиране. Такова регулиране се постига много лесно с изкривяване на телчето, в което опира спирачката на звънеца.

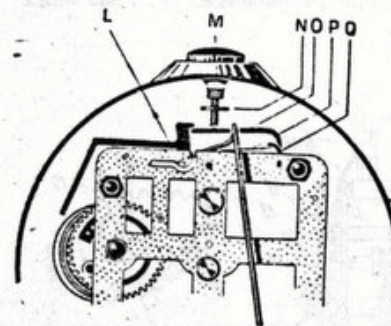
За да звъни будилникът при всяко положение точно на поставения час, звънчевата ос трябва да се намира в центъра на отвора на цифреника и последният да бъде здраво закрепен. В противен случай часовникът ще звъни точно само в часа, при който са поставени и центровани стрелките (напр. 6), а при други положения (напр. 10 или 4) ще звъни по-рано или по-късно.

В някои конструкции (главно будилници „фантази“) звънчевото колело е поставено в центъра на цифреника и не се демонтира. В такъв случай звънецът се командува от часовото колело, на което е оформен издатък (шифт), който трие по втулката на звънчевото колело. При тази конструкция мястото за осево изместване на часовото колело (което освобождава спирачката) е малко и центровката на звънеца трябва да се проверява много добре. В случаите, когато шифтът на часовото колело е оформен от самия материал на колелото чрез избиване, е възможно полученият издатък да се сплеска малко и тогава действието на звънеца не е сигурно. В такъв случай трябва с подходящ пробой да се повдигне издатъкът или когато е счупен — да се направи нов. Нов издатък се прави най-добре чрез изрязване с трионче, тъй като тогава колелото не се деформира. Височината на издатъка не трябва да бъде много голяма, понеже съществува опасност в такъв случай часовото колело да се заклини между минутния пиньон и звънчевото колело, което ще предизвика спиране на часовника.

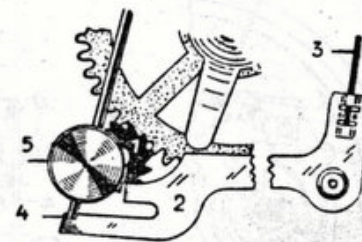
При тази конструкция известно затруднение представлява впредването на часовата стрелка, тъй като часовото колело се повдига към цифреника вследствие действието на спирачната пружина и при набиване на стрелката колелото пружинира. Затова между часовото колело и минутния пиньон се поставя едно плоско метално парче или в краен случай кръгли клещи. В такъв случай колелото няма да „подава“ при набиването на стрелката. Още по-добре е, ако се използва едно U-образно парче месингов тел, чиито краища се пхвват между часовото колело и минутния пиньон.

Когато часовникът не трябва да звъни, се използва спирачка, която при обикновените будилници е един лост с издатък, поставен под звънеца. Когато лостът се завърти с ръка, издатъкът му опира в чукчето и часовникът не може да звъни. При часовници със скрит звънец (чукчето бие по един шифт на задния капак) спирачката се задейства от един бутон (М), който натиска върху един извит лост (О) (фиг. 169). При натискане на бутона край на лоста О влиза в

зъбите на анкѐровото колело и будилникът спира да звъни. Освобождаването става, като се навие малко пружината за звънеца. Лостът О се държи нагоре от пружината Р, която опира върху издатъка Q. Бутонът се предпазва от изпадане чрез шайбичката N. Ако е необходимо да се регулира спирачката, това става чрез огъване на лоста О.



Фиг. 169. Спирачка при будилник със скрит звънец



Фиг. 170. Механизъм за повторение

Някои часовници са снабдени с допълнителен механизъм за „репетир“, т. е. за повторение. При тях часовникът звъни няколко пъти през равни промеждутъци от време. Механизмът за повторение се състои от следните части:

На посредното колело е впредовано колело с остри зъби 1 (звездичка), както това личи от фиг. 170. Между зъбите на звездичката се намира край на лоста 2, който се върти около ос. Пружината 3 държи лоста 2 притиснат към звездичката. Когато някой от зъбите на звездичката повдигне лоста, край му 4 освобождава чукчето 5 и часовникът звъни. След 10—20 секунди лостът попада в междוזъбие и чукчето спира, докато лостът се повдигне отново. Чрез един допълнителен лост действието на репетира може по желание да се изключва.

В някои съвременни конструкции при започване на звъненето чукчето не удря в шифта на капака и издава по-тих звън (бръмчене). След няколко секунди чукчето получава възможност за по-големи колебания и тогава се чува нормалният звън на часовника. Такъв е случаят с будилниците Junghans-Duett.

При часовниците с музика механизъмът за командване е същият, а за регулатор се използва въздушна перка. Тя осигурява на барабана с шипчетата една постоянна скорост, необходима за дадената мелодия.

#### 48. Поправки при големи (непреносими) часовници

Часовникът, който се носи на поправка, е работил повече или по-малко време. При това обикновено клиентът изчаква дотогава, че износването и замърсяването при продължителна работа да предизвика спиране и чак тогава донася часовника за поправка.



Поради това е необходимо да се определят не само повредите, които се виждат от пръв поглед, но да се издирят и повредите, получени вследствие продължителната работа. Обикновено тези повреди не се забелязват откън и за установяването им трябва да се разглоби часовникът основно и да се прегледат всички части поотделно.

**Разглобяване.** И тук най-напред се проверява дали са здрави пружините, като същевременно се следи ключът за навиване да лежи добре върху квадрата на барабанната ос и сигурно да действа спирачката на пружината. Проверява се дали минутната стрелка лежи добре върху квадрата на средната ос, достатъчно ли е триенето на средната ос в минутния пиньон, навреме ли се включва механизмът за биене, в изправност ли е биещият механизъм. Снема се цифреникът и последователно се разглобяват всички части, намиращи се под него.

Анкърът на ходовия механизъм се свъля, след като е освободена пружината. При часовници със силни пружини, каквито са тези на големите часовници, освобождаването трябва да стане с най-голямо внимание: ключът се хваща с едната ръка, с другата механизмът се придържа здраво към масата и едновременно с някой от пръстите се повдига спираният палец. Ключът бавно се отпуска на половин оборот и спираният палец се зацепва в колелото. Ключът се хваща отново в удобно положение и се отпуска още на половин оборот. Това продължава до пълното развиване на пружината.

Следва проверка на хлабината на осите, като се отбелязва кои лагери ще трябва да се притегнат или заменят с нови. Проверката на хлабината става по същия начин, както е указано при будилника.

При големите часовници много често двата барабана са еднакви. За да се различават, трябва върху дъната им внимателно и чисто да се напише *X* (ход) и *B* (биене). Надписването трябва да стане с букви, за да се улеснят и следващите ремонти. Разбира се, трябва да се провери дали такива означения не са били вече направени.

**Поправка.** Полират се върховете на осите, проверява се зацеплението между колелата, при поправка на лагерите се проверяват по двойки зъбните колела за зацеплението между тях.

Пружините трябва да се извадят от барабаните и се почистват грижливо от втвърденото масло.

Извършват се всички необходими за възстановяване на часовника поправки, новите части се пригаждат. Проверява се ходовият механизъм, ако е необходимо, шлифоват се палетите на анкър а и се отстраняват всички забелязани повреди.

**Почистване.** Освен с бензин много замърсените полирани части (зъбни колела, лостове) могат да се изварят в сапунена вода. За целта всички части се завързват с тел, като поставянето и изваждането им става едновременно. Частите се измиват след това с вода, после със спирт, като подсушаването може да стане с топъл въздух или като се поставят на слабо нагрятa плоча. Лакираните части (плочите и някои месингови лостове) се почистват само с бензин, като всяка част се изчетква с твърда четка, за да се отстранят всички замърсявания.

Лагерите се почистват с дървена клечка, като се почистват същевременно и легенчетата за маслото.

**Сглобяване.** Най-напред се поставят колелата, които имат най-дълги оси, като с това се улеснява сглобяването. Въобще, когато при разглобяването трябва да се определи коя от двете плочи да се свали, избира се тази, от чиято страна има повече дълги оси.

По правило се поставят всички колела от механизма за работа и биещия механизъм. От последния не се поставя само перката, тъй като тя ще пречи на центровката му.

Особено важно е частите от биещия механизъм да бъдат поставени правилно, така че след поставяне на плочата да не се наложи промяна във взаимното им положение.

Поставя се плочата, която се закрепва върху колонките с щифтове или винтчета, и внимателно се наместват в лагерите им всички върхове на осите, като последователно се започне от колелата до барабаните и се завърши с ходовото колело и последното колело от биещия механизъм. При това плочата (платината) трябва леко да се притиска, за да няма възможност поставените на мястото си оси да излязат отново.

Докато монтажът на механизма за работа не създава особени грижи, взаимното положение на частите от биещия механизъм трябва да бъде точно спазено, за да бие часовникът правилно. (Въпросът за биещия механизъм е разгледан в следващите страници.)

След центровката на биещия механизъм се поставя вилката на ходовия механизъм. Вилката се поставя последна, за да може да се провери при напълно събран механизъм, т. е. при най-голямо съпротивление, дали движението на зъбните колела е достатъчно леко.

#### Намазване

|                                      |                            |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Металните лагери                     | масло № 3                  |
| Пружината                            | специално масло за пружина |
| Ходовия механизъм (анкърното колело) | масло № 4                  |
| Лостове от биещия механизъм          | масло № 3                  |

При часовници с биене положението на часовата стрелка зависи от биещия механизъм, т. е. колко удара са дадени при определено положение. Минутната стрелка трябва така да се постави, че биенето да започне, когато тя се изравни с цифрата 12 или 6 (при часовници, които бият и четвъртинките, стрелката трябва да бъде на 3 или 9). Ако биенето започва, когато минутната стрелка е малко преди или след правилното си положение, то най-удобно е стрелката да се превърти около месинговата втулка. За целта в квадратния отвор на стрелката се поставя опашката на една плоска пила и стрелката с по-голямо усилие се завърта в желаната посока. Ако стрелката е хлабава по отношение на втулката, чрез леко почукване трябва да се занити. Закрепването на стрелката към оста трябва да бъде много сигурно. Щифтът трябва да бъде впресован добре в отвора на оста, за да не изпада при сверяване на часовника. Между щифта и стрелката



винаги трябва да има изпъкнала шайбичка, която много добре поддържа стрелката в правилно положение.

При големите часовници особено внимание трябва да се обърне и на външния вид. Добре е всички видими части от месинг да се полират с паста. Стъклата да са чисти, дървената част почистена и в добро състояние, а когато е необходимо, да се прибегне и до услугите на мебелист.

След поставяне на часовника в кутията трябва да се провери центровката на махалото по отношение на ходовия механизъм. При отвесно положение последователните удари трябва да следват през равни промеждутъци от време. Когато е необходимо, центровката се извършва чрез завъртане на втулката на вилката. Подробности по центровката на махалото са дадени в глава XII. Не е правилно центровката да се извършва чрез изместване кутията на часовника от средно положение.

**Проверка и сверяване.** Добре е и проверката на часовника да стане преди поставянето му в кутията, тъй като евентуалните допълнителни работи ще се извършат по-лесно. За целта се използват пробни стойки. Когато няма такава, проверката става в кутията.

При поставянето се нагласява звукът на биещия механизъм. Проверката за точност се извършва чрез систематично наблюдаване и сверяване с точен часовник.

#### 49. Биещ механизъм

В стенните и някои часовници за маса се поставя биещ механизъм, който отчита часовете и половинките им, а в някои случаи и четвъртинките. Отстраняването на обикновените повреди в биещия механизъм става по същия начин, както и при предавателния механизъм — полиране на шийки, стягане и смяна на лагери, поправка на зъби, смяна на пружина и др.

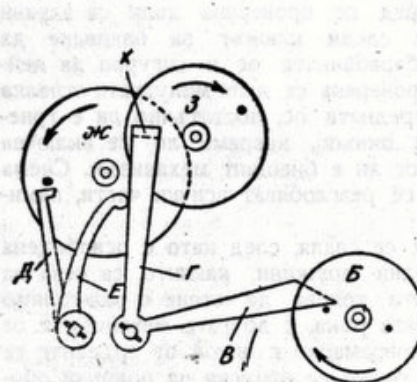
По-трудно се отстраняват повредите, свързани с неправилната центровка на механизма, поради това ще се разгледа действието на често срещаните се биещи механизми и на място ще се укажат начините за отстраняване на дефектите.

Принципно биещите механизми биват два вида — с разпределително колело и с гребен.

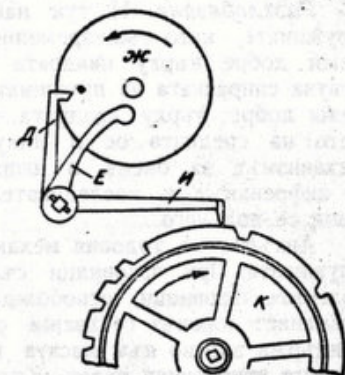
**Механизъм с разпределително колело.** Той е по-прост по устройство и се използва при по-стари конструкции. Принципно устройство на този механизъм е показано на фиг. 171. На минутния пиньон *Б* са закрепени два щифта, които повдигат един лост *В*, наречен повдигач. Рамото *Г* на повдигача опира в рамото *Е* на друг двосен лост, който се нарича спирачен. Рамото *Д* на спирачния лост опира в щифт, закрепен към пусковото колело *Ж*. Върху следващото колело *З* също е закрепен един щифт.

Когато щифтът на минутния пиньон повдигне малко повдигача, той от своя страна с рамото си *Г* ще избута наляво спирачния лост. Щом рамото *Д* на спирачния лост освободи щифта на пусковото ко-

лело, зъбният механизъм ще се завърти малко, но скоро ще спре, тъй като щифтът от колелото *З* ще опре в края на лоста *Г*. Краят на рамото *Г* има извивка *Х* под прав ъгъл. Това е така наречената „подготовка“ и при нея чукчето от биещия механизъм не дава удар. Биенето започва, когато минутният пиньон се завърти дотолкова, че по-



Фиг. 171. Механизъм за биене с разпределително колело



Фиг. 172. Разположение на лостове-те върху разпределителното колело

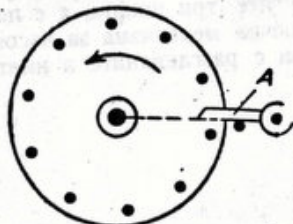
вдигачът падне от щифта и лостовите се върнат в първоначалното си положение. Тъй като щифтът на колелото *Ж* е минал спирачния лост, а извивката *Х* няма да пречи на колелото *З*, биещият механизъм ще се задвижи. На всеки оборот на пусковото колело *Ж* съответствува един удар на чукчето. Колелото *Ж* ще направи само един оборот, тъй като щифтът му ще опре в края на спирачния лост, през което време чукчето дава един удар. Механизмът ще заеме изцяло първоначалното си положение.

За отброяване на ударите служи разпределителното колело *К* и един лост *И*, закрепен здраво върху оста на спирачния лост (фиг. 172). Колелото *К* има по периферията си единадесет канала и единадесет издатъка, като последните са с постоянно увеличаваща се дължина. Колелото *К* прави един оборот за 12 часа, за които чукчето трябва да даде 90 удара (78 удара за часовете + 12 удара за половинките = 90 удара).

Когато биещият механизъм даде „подготовка“, лостът *И* остава в съответния канал на разпределителното колело и не влияе върху движението на спирачния лост. Но когато пусковото колело направи един оборот, разпределителното колело се е завъртяло и лостът *И* не може да попадне отново в канала, а опира в съответния издатък. Това означава, че спирачния лост не може да се върне в изходното си положение. Щифтът на пусковото колело не опира в спирачния лост и биенето продължава, докато разпределителното колело не се завърти дотолкова, че лостът *И* да попадне в следващия канал и спирачният



лост да спре шифта на пусковото колело. Броят на ударите, които ще даде при това биещият механизъм, зависи от дължината на издатъка, върху който се намира лостът *И*. Каналите на разпределителното колело са с достатъчна дължина, така че при биене на половин час лостът *И* да не излиза от канала.



Фиг. 173. Повдигане на чукчето от биещото колело

Повдигането на чукчето се командва от биещото колело, по периферията на което са впресовани определен брой равномерно разпределени шифтове или е закрепена шайба с остри зъби (фиг. 173). При всеки оборот на пусковото колело биещото колело се завърта на ъгъл, който съответствува на един шифт, т. е. получава се един удар на чукчето.

Механизмът при правилно положение е показан на фиг. 171 и 172. Когато шифтът от пусковото колело опира в спирачния лост, шифтът от колелото *З* трябва да бъде срещу извивката *Х* на лоста, така че при „подготовката“ колелото *З* да прави половин оборот. Лостът *И* трябва да лежи в канала на разпределителното колело и по възможност по-близо до десния ръб на канала. Биещото колело трябва да е в положението, показано на фиг. 173. Шифтът, който ще повдигне чукчето, трябва да се намира близо до лоста *А*, но при „подготовката“ чукчето да не се повдига. След последния удар пусковото колело не трябва да се завърти повече от една осма оборот.

Каналите на разпределителното колело са с ширина съответна на един удар, тъй като тогава часовникът бие половин час. Затова и върху минутния пиньон са поставени два шифта.

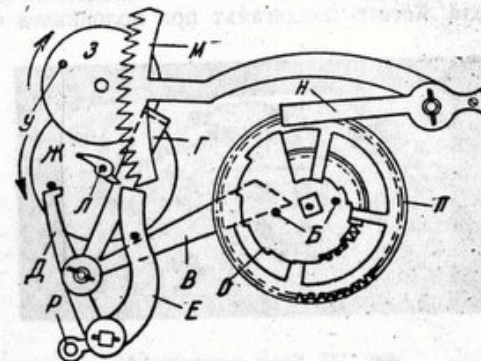
При неправилно биене най-напред трябва да се провери разположението на колелата и след това, ако се забележат дефекти, може да се прибегне към оправяне на лостовете.

Този механизъм има неудобството, че разпределителното колело се движи независимо от механизма за работа. Поради това при сверяване на часовника той трябва да се изчака да бие на всеки цял или половин час.

**Биещ механизъм с гребен.** Този вид механизъм се използва в съвременните часовници. Разпределителното колело е заменено със степенчатата шайба, която е закрепена неподвижно към часовото колело (фиг. 174).

Върху минутния пиньон са поставени два шифта в различно разстояние от центъра. Когато единият от шифтовете (по-отдалеченият от центъра) повдигне рамото *В* на повдигача, последният отклонява наляво спирачния двурамеен лост (рамената *Д* и *Е*). Рамото *Д* освобождава шифта на пусковото колело. В рамото *Е* опира гребенът *М*, който има около 15–16 зъба. Когато рамото *Е* се отклони достатъчно, гребенът под действието на теглото си пада надолу. Двете рамена на спирачния лост трябва да имат такова разположение, че

най-напред да се освободи пусковото колело, а малко след това да падне гребенът. Към гребена е закрепен лостът *Н*, извит под прав ъгъл в предния си край. Когато гребенът падне, извивката на лоста *Н* опира в съответното стъпало на степенчатата шайба. Степенчатата шайба



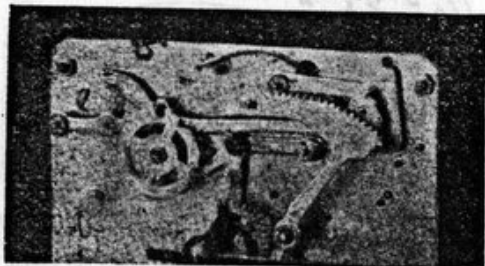
Фиг. 174. Биещ механизъм с гребен

ко следващо равномерно се приближава към центъра. Когато рамото *Д* освободи пусковото колело *Ж*, колелото *З* се завърта, докато шифтът *У*, закрепен върху него, опира в рамото *Г* на повдигача. Това е „подготовката“. Тя започва няколко минути преди биенето. След около една или две минути пада гребенът. Когато минутната стрелка дойде в 12, шифтът на минутния пиньон освобождава повдигача и последният пада надолу. При това рамото *Г* на повдигача освобождава шифта *У* от колелото *З* и механизмът започва да се върти. На оста на пусковото колело срещу гребена е закрепен зъбецът *Л*. При всеки оборот на *Ж* зъбецът повдига гребена с един зъб нагоре. Същевременно край на лоста *Е* е остър и влиза в зъбите на гребена, като при това рамото *Д* не пречи на шифта. Когато гребенът се повдигне нагоре, съответният зъб избутва лоста *Е* наляво. Когато зъбецът *Л* не е в зацепление с гребена, край на лоста *Е* опира в зъбите му и гребенът не може да падне надолу. Понеже на всеки оборот на пусковото колело съответствува един удар, часовникът ще даде толкова удара, колкото оборота е направило пусковото колело. Тъй като пък на всеки негов оборот съответствува повдигане на гребена на един зъб, ударите ще са толкова, с колкото зъба нагоре е повдигнат гребенът. А той ще се повдигне нагоре толкова, колкото е паднал надолу при освобождаването му от спирачния лост. Така че ударите ще зависят от това, колко надолу е паднал гребенът. Понеже падането му се ограничава от степенчатата шайба, броят на ударите ще зависи от реда на стъпалото, върху което е паднал гребенът. Например при първото най-високо стъпало ще има един удар, а при най-ниското дванадесето стъпало — 12 удара. Когато гребенът се повдигне напълно, спирачния лост отива надясно, гребенът попада върху горната част на рамото *Е*, а рамото *Д* спира пусковото колело. И при този механизъм на всеки оборот от пусковото колело се дава по един удар, като биещото колело трябва да има разположение също както при механизма с разпределително колело.

Биенето на половинките-часове се командва от шифта на минутния пиньон, който е по-близо до центъра. В такъв случай повди-



гачът се повдига по-малко и измества спирачния лост дотолкова, че се освобождава само пусковото колело, без да падне гребенът или трябва да падне само първият зъбец на гребена, който зъбец при някои конструкции е по-къс от следващите, както е показано на фигурата. Когато повдигачът при половината час падне, пусковото колело



Фиг. 175. Биещ механизъм  $4/4$ .

прави само един оборот — получава се един удар. Правилното разположение на механизма е показано на фигурата. След последния удар пусковото колело трябва да направи още една осма оборот. Въпреки че различните фирми имат различно оформени части и лостове, принципното действие на биещите механизми е едно и също и при сглобя-

ването на механизма трябва да се спазват споменатите правила. Обикновено неправилното биене се дължи на неправилен монтаж и разположение на щифтовете. Стрелките на часовника не трябва да се връщат назад, защото това ще предизвика изкривяване на щифтове и лостове.

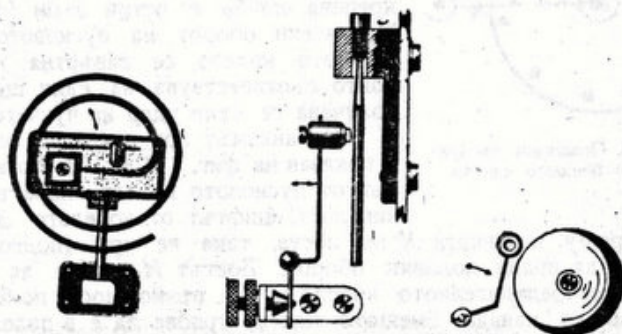
Степенчатата шайба, която е закрепена върху часовото колело, трябва да се постави така, че лостът *H* да може свободно да пада на най-ниското стъпало, а след един оборот на стрелката да пада по средата на първото стъпало.

При този механизъм степенчатата шайба, която командува ударите, е свързана с механизма за работа, понеже е закрепена неподвижно за часовото колело. Поради това часовникът, един път центрован, може да се сверява, без да се изчаква биенето на часовете.

Понеже съществуват много конструкции, трудно е да се опишат всички срещани се повреди при биещия механизъм. Но след внимателна проверка и разсъждения работникът сам може да открие повредата и я отстрани.

Механизъм с биене четвърт часове ( $4/4$ ). При някои часовници биещият механизъм отбелязва и четвърт часовете. В действителност такъв механизъм се състои обикновено от два биещи механизма — един за четвърт часовете и друг за целите часове. В такъв случай всеки механизъм се задвижва от отделен двигател, така че общо в часовника има три двигателя. Обикновено в такива механизми има по няколко чукчета, задвижвани от назъбен барабан, свързан подходящо с биещия механизъм (на фигурата барабанът не е показан). Всеки механизъм може да бъде с разпределително колело или с гребен. Много често за четвърт часовете се използва механизъм с разпределително колело, което има четири канала, а за целите часове — механизъм с гребен. Това личи от фиг. 175, където се виждат лостовите системи

на двата механизма. Обикновено минутният пиньон има четири щифта, които командуват четвъртинките. И тук четвъртият щифт е разположен по-далеч от центъра, отколкото другите три щифта, а с подходяща лостова система механизмът  $4/4$  включва механизма за часовете. Принципно и двата механизма са еднакви с разгледаните и имат същите части.



Фиг. 176. Правилно положение на чукчето

Възможно е да се осъществи механизъм  $4/4$ , който да се задвижва само от двигателя на биещия механизъм. Това се постига с доста сложна лостова система, което затруднява центровката на механизма. Затова се предпочитат конструкциите с три барабана. Конструктивно има много разновидности, но правилата за монтажа в общи линии са същите. Пред вид сложната конструкция на механизма с него трябва да се работи много внимателно. Преди всичко е необходимо да се разбере най-напред действието му и тогава да се извършат съответните поправки и центровката.

Няколко думи за правилното разположение на чукчето спрямо тоновата пружина (гонга) и звънеца. За да бъде звукът ясен и добър, чукчето трябва да удари с необходимата сила върху пружината или звънеца и след това да няма допир с тях. На фиг. 176 е показано правилното положение на чукчето. Ако се наложи регулиране, това става чрез изкривяване на чукчето.

## 50. Поправки при малки (носими) часовници

Преди да се отвори капакът на часовника, може да се установят някои дефекти — лежи ли добре и не затяга ли ключът в капачите, правилно ли е поставена и не е ли изкривена коронката, изправна ли е спирачката, не е ли скъсана пружината, в изправност ли е навивателният механизъм. По-нататък: лесно ли се сверява часовникът чрез изтегляне на коронката или натискане на щифта за сверяване. При сверяване на часовника задържа ли се ключът, изтеглен навън, или



сам се връща обратно. Достатъчно ли е триенето между минутния пиньон и средната ос. Не закачат ли стрелките една в друга, в стъклото или цифреника. Затварят ли се добре капачите и рамката на стъклото. Добро ли е стъклото, а когато е нечупливо, има ли нужда да се полира с полирна паста или полиррот.

Такъв преглед не отнема много време и опитният работник го извършва за не повече от половин минута, но се спестява ценно време за повторно поставяне на ключове, винтове, стрелки и други.

След като се отвори капакът, проверява се най-напред дали задният капак и средният пръстен на капака не опират в някои от частите и по този начин да нарушават правилната работа на механизма. Например задният капак може да притиска реглажната стрелка или средната ос, което може да предизвика спиране на часовника.

От страната на цифреника се проверява положението на стрелките една спрямо друга, дали те са здраво закрепени на осите и дали в различните положения шийката на часовата стрелка не трие в средния отвор на цифреника. Правилно е при задвижване с пинцет на минутната стрелка тя да задвижва и часовата. Проверява се състоянието на цифреника и дали той е здраво и правилно закрепен.

След това часовниковият механизъм се изважда от капачите и най-напред се проверява дали има счупени части — балансова или някоя друга ос. Проверява се положението и състоянието на спиралата. Движи ли се достатъчно стегнато реглажната стрелка, закрепена ли е здраво шайбичката на подложния камък или се измества при движение на реглажната стрелка. Не бие ли балансът в плоскост и по окръжност.

Свалят се стрелките чрез лостове или със специален пинцет. Развиват се винтовете на цифреника. Когато те са поставени от задната страна, трябва да се въртят по посока на завинтането им. В такъв случай цифреникът се освобождава по-лесно. След снемането на цифреника се проверява подробно навивателният и сверяващ механизъм.

Следва проверка на ходовия механизъм и зацеплението на колелата. Най-напред се освобождава пружината. Часовникът се държи в лявата ръка с цифреника надолу, така че коронката на ключа да се хване с палеца и показалеца. С пинцет се освобождава спираният палец и ключът се отпуска бавно, докато пружината се развие. Проверят се страничните хлабини на осите — централното колело се хваща за спицата с пинцет и се побутва наляво и надясно. Ако хлабината е голяма, осите на колелата се клатушкат в лагерите си. Сваля се мостът с баланса, като при поставянето върху масата трябва да се обърне така, че балансът да лежи върху моста, а не обратното. Внимателно се сваля анкърът и се прави проверка на зацеплението между зъбните колела. Ако има съмнение, че някое колело не е в изправност, то трябва отделно да се провери как се зацепва със съответното колело. Не трябва да се забравя и проверката на зъбите и лагерите на барабана. Разглобява се основно часовникът.

**Поправка.** При малките часовници е особено необходимо проверката да се извършва щателно, тъй като вследствие малките размери

на частите някои дефекти се забелязват много трудно. Ако не се открие навреме дефектът, това често води до голяма загуба на време, а може и напълно да опорочи поправката.

Начинът за извършване на отделните работи по поправката е почти еднакъв с този при будилника. Започва се с полиране на шийките, стягане или смяна на лагерите. Новите части, например ключ, балансова или друга ос, се пасват на местата си, подбира се подходяща пружина, поправят се повредените зъби. При поправката не трябва да се пренебрегнат и най-малките забелязани повреди. Отстраняването им трябва да стане, като се използват правилни начини за работа, така че впоследствие да не се появят нови дефекти.

**Почистване.** Става по същия начин както при будилника. Трябва да се има пред вид, че колкото е по-малък часовникът, толкова по-внимателно трябва да се почиства. При малки часовници е достатъчно да бъдат недобре почистени лагерите на баланса и това да причини спиране на часовника.

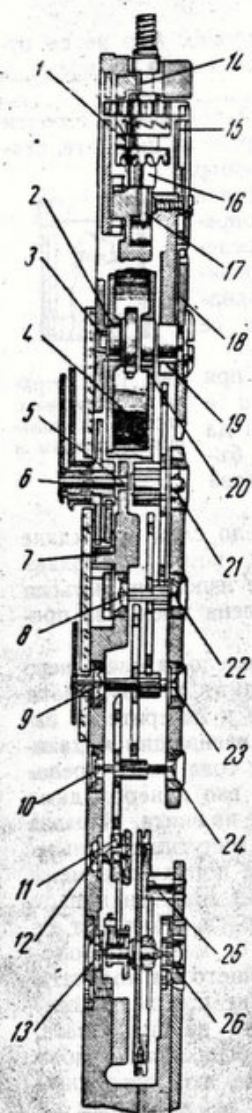
Добре е спиралата, анкърът и анкърното колело след изваждане от бензина да се подсушат в дървени стърготини, които премахват всички нечистотии. За подсушаване е удобно да се използва кръгла кутийка с два капача, по средата на която има телена мрежа за пресвяване на стърготините (фиг. 177).

**Сглобяване.** Най-напред се поставя средното колело, а след него се нареждат останалите колела и барабанът. Барабанът и пружината са основно почистени, правилно сглобени, пружините и лагерите на барабанната ос — намазани. Поставят се колелата от навиващия механизъм, след което се закрепват горните мостове. При това не се препоръчва мостовете да се натискат отгоре с пръсти, а ако е необходимо да се натисне мостът, това става чрез леко завиване на винта. Намазва се долният лагер на средното колело и се поставя минутният пиньон. Трябва да се внимава при поставянето му зъбите да попаднат в междוזъбията на делителното колело. Добре стоящият минутен пиньон трябва при леко натискане да застане на мястото си. Поставят се всички колела от стрелковия механизъм. Преди да се монтира ходовият механизъм, се изпробва зацеплението и движението на колелата. За целта леко и бавно се навива ремонтарът, така че при всяко прескачане на спирания зъбец се изчаква развиването на пружината. В този случай механизъмът получава много малко енергия, която трябва да е достатъчна, за да движи колелата. Нещо повече, ако прекъснем навиването, ходовото колело трябва известно време да продължи да се върти свободно и след това да се върне малко назад. Тази проверка да се направи не само за няколко зъба, а за цял оборот на барабана, и то при различни положения на механизма. При това натоварването на механизма трябва да бъде пълно, т. е. не само стрелковият механизъм, но и всички допълнителни механизми, ако има такива, трябва да бъдат монтирани.



Фиг. 177. Кутийка за почистване частите на ходовия механизъм и баланса





Фиг. 178. Напречен разрез на преносим часовник с анкър ход с обозначение на местата, които се нуждаят от смазване

Ако при тази проверка не се забележат дефекти, се пристъпва към поставяне на анкъра. И тук след почистване на часовника е наложително повторна проверка на функциите на анкъра. Следва намазването на всички лагери и триещи се повърхности, като не трябва да се забрави преди монтажа да се постави масло върху палетите на анкъра. На преносим часовник, снабден с анкър ход, при намазването трябва да се постави масло на 26 места. На фиг. 178 нагледно са показани местата, нуждаещи се от смазване. Относно вида на маслото, необходимо за съответното място, може да се използва указанието на фиг. 161. Монтират се подложните камъни на балансовата ос. Ако спиралата е свалена, балансът се поставя без нея, за да се проверят хлабините и се определи по-точно положението на спиралата.

Сваля се балансът и спиралата се поставя в определеното положение. Колонката на спиралата се поставя в отвора на моста, така че спиралата да лежи в една равнина. Монтира се балансът заедно с моста и се проверява положението на спиралата и реглажната стрелка за всички положения на последната.

Поставя се цифреникът, като не трябва да се забравя пружиниращата шайба между него и часовото колело. Когато винтовете на цифреника са закрепени от задната страна, затягането става, като се въртят в посоката на развиване.

Поставят се стрелките, като леко се почукват с подходящ пробой, при положение че средната ос е подпряна на наковалня. Опасно е стрелките да се натискат или набиват, когато часовниковият механизъм е поставен направо на масата.

**Поставяне в капците.** За качеството на поправката клиентът съди по външния вид на часовника. Затова един добре поправен часовник трябва да се постави в изправни и с добър вид външни капаци. От капака, доколкото е възможно, трябва да се отстранят всички нечистотии чрез изчегъртване с твърдо дърво и лъскане с паста. Когато е необходимо, трябва да се прибегне до услугите на златар. Механизмът внимателно се поставя в капака, така че отворите за ключа да съвпадат. Поставя

се ключът и се закрепва, след което механизмът се затяга с винтчета, когато има такива. Проверява се дали стрелките са монтирани правилно и дали няма да опират в стъклото на цифреника.

**Проверка и сверяване.** Тъй като малките часовници променят положението си през време на работа, проверката им трябва да бъде по-грижлива. В част I е споменато как е най-добре да се проверява часовникът.

## Глава X.

### ПОВРЕДИ И ПОПРАВКИ В ДВИГАТЕЛЯ И НАВИВАЩИЯ И СВЕРЯВАЩ МЕХАНИЗЪМ

#### 51. Причини за скъсване на пружината

Пружината като източник на енергия е важна част в часовниковия механизъм. Тя трябва да отговаря на редица конструктивни изисквания, да предава необходимия въртящ момент, а едновременно с това да притежава здравина и дълготрайност. Капризите на пружината са често явление. Изготвянето ѝ изисква голямо умение. Подборът на висококачествен материал, подаващ се на сложна термична обработка, и съхраняването на пружината са важни условия за нейните качества.

Констатирано е, че най-чести повреди в часовника са случаите на износване или скъсване на пружината. За съжаление повечето случаи са по независещи от някоя причина. От дългогодишни наблюдения и опити са изяснени някои от причините за скъсване на пружината. Трябва обаче да се отбележи, че скъсването на пружината най-често се предизвиква от съвкупността на множество по-големи или малки причини, които действуват разрушително върху материала. Някои от тях трудно могат да се наблюдават и отстранят, а други са дори неотстраними.

Понякога се приема, че скъсване на пружината става при навиването, което може да се обясни така: приложената външна сила при навиване представлява неравномерно и бързо огъване и опъване на пружината. Материалът не всякога е подготвен да поема резките напрежения. При това нежелан, но неизбежен спътник на пружината са дефектите на материала, допуснати при термичната му обработка, и др. Стигайки своя предел на навиване, материалът на пружината рязко минава в зоната на опасно големите напрежения и в даден момент се разрушава — скъсва. Това особено ясно личи при смяна на стара пружина с нова. Често при смяна на пружина часовникарят навива пружината докрай. Новата пружина, която още не е „свикнала“ с резките огъвания, не може да понесе създадените напрежения и може да се скъса (фиг. 179). Особено чести случаи на скъсване се наблюдават в по-силните (твърдите) пружини и тия за будилниците и стенните часовници. Под действието на акумулираната сила пружината в момента

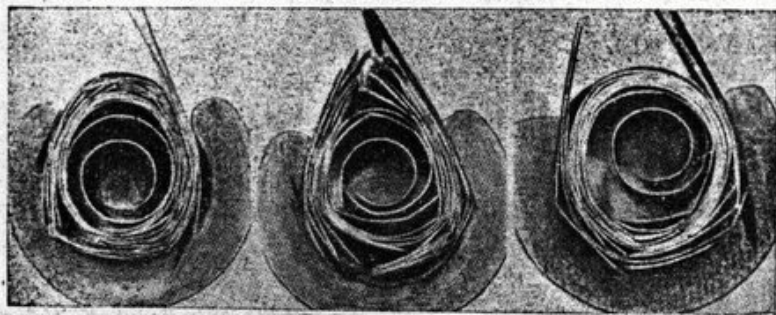


на счупване може да предизвика счупване или изкривяване на зъби на барабана, на зъбните козела или пиньоните им. Тези случаи на счупване се дължат обикновено на конструктивни грешки. Пример: в един от реномираните и качествени часовници „Сима“ 793 (джобни) почти винаги скъсването на пружината е съпроводено със счупване на върха на посредното колело. Скъсване на пружината може да се предизвика и от пренавиване. В този случай пружината се къса на мястото на закачането за барабана и тогава може да се употреби същата, като ѝ се направи нова закачка.



Фиг. 179. Счупена пружина от вътрешния ѝ край

Причините за скъсване на пружината понякога са свързани с недостатък на материала, дефекти при изработката или некачествена термична обработка. Това са трудно забележими „фабрични дефекти“. Такова счупване на множество отделни парчета обикновено става през време на работа на механизма. Дори понякога нова пружина се изважда от пакета вече счупена на няколко парчета. Това показва, че пружината е недоброкачествена, с пукнатини, не е добре съхранявана или е твърде закалена (фиг. 180).



Фиг. 180. Счупена пружина вследствие фабрични дефекти

и ако тази граница е рязка, счупването е неизбежно. При това там съществуват най-големи напрежения на огъване, т. е. това е най-чувствителното място, където действуват и останалите фактори на скъсването.

След дългогодишна употреба на пружината при постоянно свиване и разпуцане по полираните стени на пружината се появяват безлежни петна, лесно податливи на окисляване. Това явление е известно като умора на пружината. Ръждясването унищожава еластичните свойства на пружината и я прави негодна да предаде необходимия въртящ момент и накрая причинява скъсване (фиг. 181).

Ръждясване и скъсване се предизвикват и от пипането на пружината с потни пръсти, от недоброкачествена смазка, от засъхване и окисляване на стара смазка, от проникване на влажен въздух и др. Някои автори смятат, че атмосферните влияния и резките температурни колебания не могат да се окажат сериозни причини за скъсване на пружината.

От дългогодишна практика и от специални наблюдения в тая насока е установено, че атмосферните влияния, съчетани с останалите фактори, предизвикват най-често скъсване на пружината. Така например влажният въздух, който лесно може да проникне до пружината, предизвиква ръждясване и скъсване.

От практиката се установи, че измежду всички повреди най-често се среща скъсване на пружината. При това най-голям брой часовници със скъсани пружини бяха поправени през месеците октомври, ноември, декември, март и април. Особено характерни са масовите случаи с будилниците. През тези месеци повечето от будилниците идват за поправка със скъсана пружина. Характерно е, че тези месеци у нас са с променливо време и влажен въздух. При това будилниците с по-простата си и откритата конструкция на пружинния двигател са изложени по-силно на тези влияния. Същото може да се каже и за температурните колебания. Знае се, че стоманата вследствие резки изменения на температурата се свива и разширява. Освен това твърде ниската температура придава голяма крехкост и чупливост на пружината.



Фиг. 181. Счупена пружина вследствие корозия (ръжда)

## 52. Подбор и смяна на пружината

Най-важни фактори, които характеризират пружината, са нейните размери — ширина, дължина и дебелина. Всяка часовникова конструкция има предварително изчислен и установен въртящ момент на двигателя, а оттам и съответни размери на пружината. При скъсване на пружина, която е била фабрична — оригинал, не е трудно размерите да се установят чрез измерване. Измерването на пружината става или с обикновени мерки — шублер или микрометър, или със специално пригодени уреди за измерване на пружини. Най-подходящо и разпространено е измерването с микрометър. Върху пакета обикновено са отбелязани и милиметровите размери за ширината и дебелината на пружината, и диаметърът. Има специални мерки „монтадон“ (вж. фиг. 139),



с които пружините се класират по номера. В някои пакетчета са отбелязани и тези номера.

Еластичността на пружината се установява по-трудно. Обикновено на практика това се проверява с приближение по нейната „твърдост“ — чрез извиване на пружината между пръстите.

Горните манипулации се избягват, когато се заменя счупената пружина с оригинална такава (фабрична за дадена конструкция). Такива обикновено са от реномирани марки и по-прецизни и доброкачествени часовници, които имат съответни резервни части.

По-труден е въпросът, когато пружината на двигателя е заменяна един или няколко пъти и поставената такава не е подходяща. В този случай часовникарят може да се заблуди и да повтори първоначално направената грешка. Същата грешка може да се случи при загубена пружина. Като се има пред вид, че размерите са най-характерни за въртящия момент на пружината, а всяко нарушение на този момент води със себе си големи неприятности — спиране, неточна работа и нови повреди в механизма, часовникарят трябва да бъде особено внимателен при замяна на пружината на двигателя.

**Отражение на неподходящата пружина.** Неопитният часовникар често пъти, случайно или съзнателно, поставя пружина с голям въртящ момент. Вместо да търси други дефекти в часовниковия механизъм, той се задоволява с по-силна пружина, като смята, че предава на механизма „по-сигурен“ вървеж. С увеличаване на въртящия момент обаче бързо се увеличава и триенето на всички движещи се части в механизма, а оттам и износването им. Моментът за поддържане на колебателното движение на регулатора е по-голям от номиналния и нормалният вървеж на механизма се нарушава. Навиването е много по-трудно, особено при джобни и ръчни часовници, които имат навивателен механизъм, а силната пружина може да предизвика счупване и бързо износване на навивателните зъбни колела и в кратко време да направи часовника напълно негоден за работа.

Колкото повече неприятности създава силната пружина през време на работа, толкова по-опасна е тя при скъсване. Силната пружина в навито състояние при скъсване дава такъв тласък на барабана, че често изкривява или счупва част от зъбите на барабанното колело. Счупване може да стане също и на пиньона на централното (средното) колело, на шийката на оста или пиньона на посредното колело. В добри иначе часовници силната пружина може бързо да изкара механизма от строя.

Пружината с малък въртящ момент не дава такива опасни последствия, но тя също е неподходяща. Моментът, необходим за колебателното движение на регулатора, е недостатъчен и рязко нарушава нормалния вървеж на часовника. Особено ясно се констатира това във втората половина от вървежа на часовника. Докато навитата в крайно напрегнато състояние пружина отначало поддържа добре колебателното движение на регулатора, впоследствие не може да преодолее триенето на движещите се части и силата ѝ се губи в тях. Часовникът бързо изостава, а след това спира.

За горните два случая най-голямо значение има дебелината на пружината. За съжаление малко часовникари обръщат внимание на дебелината, а някои дори и не я измерват. Най-трудно се определя дебелината на загубена пружина или сменена преди с неподходяща такава. За да не се изпадне в заблуждение и се замени с неподходяща по дебелина пружина, ще опишем начина за ориентировъчно намиране на дебелината на загубена пружина със следния пример:

брой на зъбите на барабана 84;  
брой на зъбите на пиньона на централното колело 14;  
диаметър на барабана 16 мм.  
Следователно

$\frac{Z_B}{z_k} = \frac{84}{14} = 6$  часа за един оборот на барабана. В продължение на 36 часа барабанът ще направи

$$\frac{36}{6} = 6 \text{ оборота.}$$

Вътрешният диаметър на барабана, разделен с броя на навивките на пружината (12,5), дава числото

$$\frac{16}{12,5} = 1,28, \text{ което разделено на броя на оборотите, ще даде}$$

$$\frac{1,28}{6} = 0,213 \text{ мм дебелина на пружината.}$$

Горните данни са взети от джобен „Сима“ 793.

По-точни данни за дебелината на пружините се получават по формулата на П. С. Шапиро така:

За кръгли механизми дебелината  $v$  на пружината се определя по формулата

$$v = \frac{D}{200} - (0,01 \div 0,02) \text{ мм.}$$

За продълговати механизми

$$v = \frac{D}{200} - (0,02 - 0,03) \text{ мм,}$$

където  $D$  е калибърът на механизма в мм.

Например по формулата на Шапиро пружина за ръчен часовник 8  $\frac{3}{4}$  линия или калибър  $D = 20$  мм ще има дебелина

$$v = \frac{20}{200} - (0,01 \div 0,02) = 0,09 \div 0,08 \text{ мм,}$$

а в горния пример за джобен „Сима“ с  $D = 42,9$  мм формулата на Шапиро дава по-точен резултат:

$$v = \frac{42,9}{200} - (0,01 \div 0,02) = 0,204 \div 0,194 \text{ мм.}$$

Даденият пример е за изчисляване дебелината на пружината на джобен часовник „Сима“ 793, който изисква доста силна пружина.



Често явление при него е при скъсване на пружината да се счупва и горният връх на посредното колело, което е сериозен конструктивен недостатък.

От значение за подбора на подходяща пружина е и нейната ширина. Тук работата на часовникаря се улеснява от непосредственото измерване. Ако се предположи, че скъсаната пружина е с неподходяща за случая ширина, то непосредственото измерване от дъното на барабана до капачката на същата дава ширината на пружината. При това през време на развиването пружината трябва да има хлабина. За нормално широка пружина трябва да се приеме тази, която да има 0,1 мм по-малка ширина от измерената от дъното на барабана до капачката. Всяко нарушение на ширината на пружината дава отражение върху вървежа на часовника.

Така например по-широката от допустимите граници пружина прилепва плътно към дъното на барабана и неговата капачка и предизвиква голямо триене, развиването ѝ става скокообразно и неравномерно. При това положение, макар че пружината е с иначе добри качества, голяма част от силата ѝ се губи, дава непостоянен въртящ момент, а оттам и неточен вървеж или спиране на часовника.

По-благоприятен е случаят, когато пружината е малко по-тясна от нормалната. Ако другите размери и качества са добри, то такава пружина ще действва отначало нормално, но след известна работа ще добие конусен вид и ще предизвиква голямо триене между навивките на пружината и дъното на барабана и капачката му. Такава пружина губи голяма част от силата си, бързо се износва и след време става неподходяща за работа.

Друго условие за подбор на подходяща пружина е дължината ѝ. И тя като ширината се установява лесно чрез измерване. Вътрешният диаметър на барабана се измерва с шублер и се търси такава, дадена по стандарт. Нормалната дължина на пружината трябва да обезпечи определения брой обороти на барабана. Практически нормално дългата пружина трябва да има в барабана от 10 до 12 спирални навивки, за да обезпечи на оста на барабана от началото до края на навиването 5—6 оборота. В действителност барабанът прави един оборот за 6 часа — или за 24 часа му са необходими 4 оборота. Останалите 1—2 оборота са запас за всяка нормална пружина, която трябва да издържа 36 часа. Но с този запас часовникът не бива да работи, защото както видяхме от диаграмата на въртящия момент (част I, фиг. 18), тези 1—2 оборота дават най-непостоянния въртящ момент, по-малка двигателна сила и неравномерен вървеж на часовника. Затова се препоръчва навиване на всеки 24 часа.

Ако броят на спиралните навивки на пружината в барабана е по-малък от допустимия, това показва, че пружината или е по-къса (с по-малък диаметър), или е по-дебела от нормалната. Ако спиралните навивки са повече на брой, следва, че пружината е по-слаба („мека“ или тънка).

Пружини с по-голяма дължина от нормалната, макар и да при тежават иначе добри качества, са неподходящи. Дългата пружина за-

пълва вътрешността на барабана, не дава възможност за навиване на цялата пружина и намалява оборотите на барабана. Както късата, така и дългата пружина не е в състояние да изкара нормална 24-часова работа.

Не по-добър е случаят с къса пружина. Наистина при скъсване на пружината често продължителността на вървежа достига 24 часа. Тук обаче липсва запасният въртящ момент — именно той, който дава неравномерен вървеж. Ако проследим работата на такава къса пружина, която изкара 24—25 часа, ще забележим, че в последните 5—6 часа от вървежа (когато пружината се развива към края си) тя действва с отслабваща сила, колебанията на регулатора постепенно замират и часовникът остава назад, а понякога при по-стари механизми или при голямо триене — спира.

Понятно е, че при смяна на пружина размерите ѝ са едно от най-важните условия за правилен подбор.

### 53. Изработване на закачка

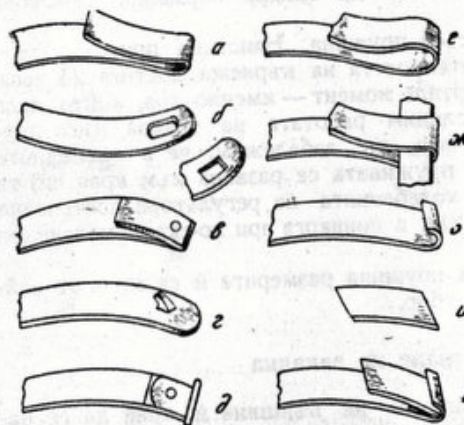
При смяна на пружина налага се на външния ѝ край да се направи своеобразна закачка, с която тя да се закачи за кукичката на барабана. Неправилно изготвената закачка може лесно да се счупи в мястото на извиването. При изготвяне на такава закачка голямо значение имат опитността на часовникаря, неговото чувство към нагряване, познанията му по закаляване и откаляване.

В практиката се прилагат няколко начина за изготвяне на закачки за пружини. На фиг. 182-а е посочен най-обикновеният и прост начин за изработване. Този начин е твърде разпространен на практика, обаче изготвените по него закачки са най-лесно чупливи. Такъв вид закачка не се препоръчва, защото лесно се отчупва в мястото на извиването, особено когато изпълнението е неправилно. Независимо от конструкцията на часовника по правило закачката на пружината при извиването ѝ трябва да се отпуска постепенно, като добива всички цветове, и при пурпурночервения цвят трябва да се извие. Дължината на извивката трябва да бъде съобразена с калибра на часовника. Дългата извивка се деформира бързо при навиване и развиване и не може да изпълни предназначението си. Същото се отнася за късата извивка. Често явление в този случай е откачането. Прието е за ръчни часовници извивката да не бъде по-малка от 2,5 мм и по-голяма от 5 мм и за джобни — от 5 мм до 10 мм. Ориентировъчно дължината на закачката се приема около  $\frac{1}{3}$  от вътрешния диаметър на барабана. Трябва да се внимава издърпването от пламъка на спиртната ламба да не става изведнъж, защото закачката се закалява повече, отколкото е необходимо и лесно може да се счупи.

На фиг. 182-б е показан друг начин за изработване на закачка. Този начин дава много по-добри резултати. При това и изготвянето не представлява особена трудност. Краят на пружината се нагрява до пурпурночервен цвят и се извива във вид на закачка (като се подлага парче от пружина), излишният край се отчупва и се запилва на дъл-



жина около 1,5 мм. В извития край се поставя предварително приготвена от същата пружина отрезка с подходяща дължина (в зависимост от калибъра). Такава закачка позволява по-свободно движение (не затруднява свиването и развиването на пружината в кръг). В практи-



Фиг. 182. Изработване на закачки

ката почти не се среща счупване на такава закачка.

За някои часовници (стенни и за маса) закачките на пружините представляват кръгли, полукръгли или продълговати отвори, които се закачат за куката на барабана (фиг. 182-б).

При качествените часовници изготвянето на закачките става със занитване (фиг. 182-в). Такава закачка се препоръчва и при обикновените случаи, тъй като дава много добри резултати и изготвянето ѝ не изисква много труд. Приготвя се предварително отрезка от пружина. Пробива се отвор на края

на пружината и отрезката се занитва за пружината. Часовниците с реномирани марки — швейцарските „Лонжин“, „Зенит“, „Омега“ и др., а също и съветските „Победа“ имат закачки с по-подходяща конструкция. В тях барабанът вместо кука има отвор, в който влизат рогчетата на закачката (фиг. 182-г и д). Такава закачка позволява пружината да се развива равномерно, а скъсването на закачката се избягва. На фиг. 182-а е представена закачка на пружина „Лонжин“. Особеността в нея се заключава в това, че триенето между навивките на пружината в процеса на развиването се намалява до минимум. Езичето б се опира на края на пружината във външната ѝ извивка, с което позволява концентрично развиване на навивките на пружината, предизвиква най-малка загуба на енергия и гарантира здравина на закачката.

Трябва да се отбележи, че някои часовничари в стремежа да си улеснят работата, вместо да занитят старата закачка на края на новата пружина, прибягват до пробиване и направа на кука на барабана, а с това нарушават правилната работа на часовника.

Кърпенето, лепенето и занитването на скъсани парчета пружина не бива да се допуска в никакъв случай. Такава пружина не само че



Фиг. 182-а. Специална закачка на пружина за висококачествени часовници

не дава необходимия резултат, но влече след себе си големи неприятности от окисляване, повторно скъсване, неправилно развиване и неравномерен въртящ момент.

#### 54. Повреди и поправки в барабана

Откачането на капака на барабана обикновено става при падане на часовника, при повреден ръб на капака, от сплескване или при дефект в улея на стената на барабана, в който се монтира капакът му. И при трите случая навиването се затруднява, триенето се увеличава и часовникът спира.

Първият дефект се отстранява лесно. Мостът на барабана или целият часовник се разглобява и внимателно се затваря капакът на барабана. Вторият и третият случай са по-сложни. Получават се от износване, изкривяване или сплескване на капака или барабана. Изправянето трябва да става внимателно, да се почисти или дооформи улеят в стената на барабана, където се монтира капакът. Тези манипулации често са рисковани и свързани с нови повреди.

Счупване на куката на барабана става обикновено от внезапно скъсване на пружината, от пресилване и др.

Отстраняването на този дефект се състои в изработване на нова кука чрез колче със своеобразна форма, което трябва да се занити в стената на барабана. Запояването не е желателно. За малките барабани (за джобни и ръчни часовници) кукичката се прави чрез прищипване стената на барабана със специални клещи.

Изкривяване и счупване на зъби на барабана може да стане също от внезапно скъсване на навита докрай или много силна пружина. Същото може да се случи и при внезапно изпускане или счупване на навивателния механизъм. Изправянето на такива зъби е възможно, ако наклонът на изкривяването не надминава 45°. В противен случай се пристъпва към направа на нови зъби.

Липса на хлабина на барабанната ос може да се яви в случаите, когато барабанът е затворен неправилно с капачката си. Обикновено мястото на фабричното затваряне на барабана с капачката е означено с точка. Ако такава липсва, то трябва да се има пред вид, че отворът (прорезът) на капачката при затварянето трябва да сочи мястото на закачване на пружината. Неправилно поставената барабанна капачка причинява лъкатушене на барабана, особено при старите часовници.

Затягане може да се получи и при изкривен, деформиран барабан. При такива случаи, преди да се монтира пружината, в барабана се поставя оста на барабана и се затваря капачката му. Чрез ръчна стиска се задържа барабанната ос и се проверява дали барабанът се върти свободно около оста си. Ако се окаже, че някъде затяга, то внимателно се пристъпва към оправяне или увеличаване на хлабината. След неколнократни опитни завъртвания се намира най-подходящото място на затваряне барабана с капачката му.



При разширени лагери на барабанната ос същите се затягат и се проверява след затягането по гореописания начин дали барабанът се върти свободно около оста си.

Счупването на винт на барабанната ос е често явление. Обикновено барабанното навивателно колело е монтирано на квадрата на барабанната ос и се закрепва с винт. Понякога този винт е с дясна резба; ето защо ако не е добре затегнат, след време при навиване може да се отпусне навивателното колело и да причини големи повреди в часовника. За да се избегне този дефект, при повечето съвременни часовници този винт се прави с лява резба. При силно затягане или ръждясал винт и неудачно избрана отвертка при отвиване главата на винта може да се счупи много лесно. Тази повреда създава много неприятности, тъй като такъв останал в барабанната ос винт без главичка се изважда трудно, губи се време и често пъти въобще не може да се извади. Ако счупеният винт стърчи поне с един нарез над барабанната ос, то с остър пинцет-секач внимателно се захваща този нарез и се върти обратно на винтовата линия. Този начин често е неуспешен, тъй като обхващането с пинцета е твърде несигурно. В такива случаи може да се пристъпи към нарязване с ножовката на улейче на винта и с отвертка да се опита отвиването.

Ако винтът е ръждясал и горните манипулации не дадат резултат, поставяме малко масло или пък нагриваме една металическа пръчка до пурпурночервен цвят, след което я допираме до винта. Това повтаряме няколко пъти, докато се нагрее главичката на винта. Така нагрят, винтът може да се отвърти по-лесно. Ако и този начин не помогне, тогава в така отвърнатия винт пробиваме със свредел отвор. За да не се развали резбата на барабанната ос, а да се засегне само счупеният винт, свределът трябва да бъде с по-малък диаметър от този на винта.

## 55. Повреди и поправки в навиващия и сверяващ механизъм

Едно от най-уязвимите места в часовниковия механизъм е навиващият и сверяващ механизъм.

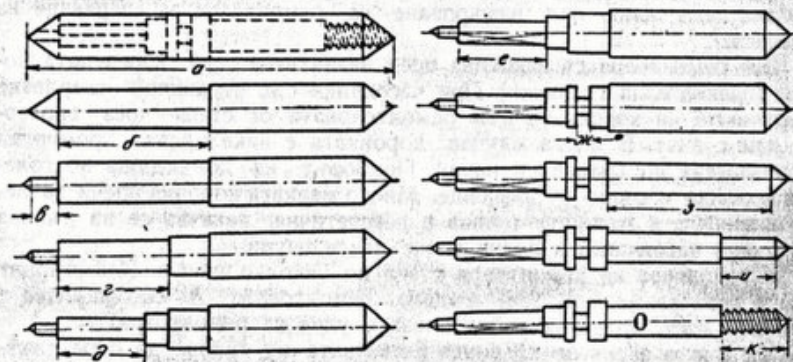
Навиващият механизъм понася непосредствено големи усилия при навиването на пружината. При неправилно подбрана, силна пружина повредите се пренасят най-напред върху навиващия механизъм. Често при слаби конструкции и лоша термична обработка на стоманените колела (незакалени или твърде много закалени) повредата на навиващия и сверяващ механизъм влече след себе си редица повреди в счупване, износване, изкривяване на зъбните колела или повреди в мястото на закрепване на ремонтара от износване на платината и моста. Повредена една от частите на навиващия и сверяващ механизъм, повредите бързо се пренасят и върху другите части и ако не се вземат мерки за поправянето им, могат да изкарат от строя часовниковия механизъм.

Но най-съществени и с най-сериозни последствия са повредите на ремонтара. Известно е, че ремонтарът изпълнява сравнително проста

функция, изразена в навиване на пружината и сверяване на стрелките. Но и най-малкият дефект в ремонтара може на стане причина за повреди в ремонтарните колела, грешки при сверяването, откачане на преводен лост и др. При заменяване или изработване на нов ремонтар всяко неспазване на оригиналните размери причинява нови повреди и неприятности.

**Изработване на нов ремонтар.** Като се има пред вид голямото значение и последиците от грешките в ремонтара, в случай на констатиране на такива без колебание трябва да се пристъпи към заменяването му с нов или към изработване на ремонтар по мястото на лагерирането му. При това налага се строга последователност и голямо внимание при изработването на нов ремонтар или преработване на такъв с по-големи размери. Тук трябва да подчертаем, че изработването на ремонтар трябва да става на струг. По този начин се обезпечава правилна и точна работа, повърхностите са гладки, квадратът е еднакъв от всички страни и е с плоски повърхности. Времето, необходимо за изработването му, се намалява до минимум.

За материал обикновено се избира доброкачествена прътова стомана с дебелина, близка до тази на най-дебелата част от ремонтара. Ако счупеният ремонтар е оригинален и добре запазен, то той може да послужи за модел при изработването на нов. Често обаче ремонтарът е загубен, износен или точността на размерите му ни съмнява.



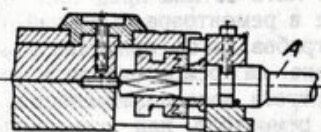
Фиг. 183. Последователни операции при изработване на ремонтарна ос

Тогава изработването става по размерите на мястото на ремонтара. На фиг. 183 са показани последователно процесите, през които преминава материалът до изработването на готов ремонтар.

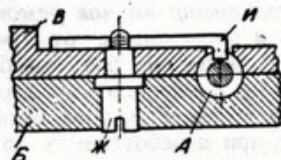
В началото се определя общата дължина на ремонтара *а*, след което се уточнява работната му част *б* и елементите от тая част *в*, *г* и *д*. Следващите процеси оформят квадрата *е* и дълбочината на каналчето (улей) *ж*. Размерите *з*, *и* и *к* се отнасят към извършената част на ремонтара, т. е. към мястото на закрепване на коронката. Ка-



налът се изработва със специален профилен нож. След окончателното оформяне на размерите повърхностите се полират добре с полирна пила. Запилването на квадрата трябва да става върху струг при използване на делителен кръг с дупки. Правилното разделяне на квадрата може да стане и чрез хомутче, закрепено на оста. При първо



Фиг. 184. Закрепване на ремонтара с винт



Фиг. 185. Закрепване на ремонтара с преводен лост

положение хомутчето сочи нагоре. След това се запилва срещуположната страна на квадрата (хомутчето сочи надолу). За останалите две страни хомутчето сочи наляво и надясно. По този начин се гарантира правилно разделяне на квадрата, което при ръчно оформяване може да излъже и най-опитното око. Повърхностите на квадрата трябва да бъдат плоски, без гърбици и гладко полирани. В противен случай се получава задържане при издърпване на ремонтара за сверяване на часовника.

Към ремонтара се закрепва чрез завинтване тъй наречената коронка (навивателна главичка). При часовници със странично сверяване закрепването на коронката към ремонтарната ос става чрез впресване или с винт. В много случаи коронката е никелирана, хромирана или позлатена по специален начин. Подборът на подходяща по големина коронка е също от значение. Много малката коронка пречи за лесното навиване, а голямата такава е неестетична, закачва се на ръкава (при ръчни часовници) и лесно може да се счупи.

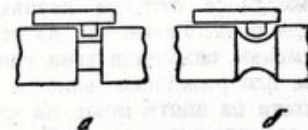
Закрепването на ремонтара става по няколко начина. Най-старият начин е показан на фиг. 184, където ремонтарът А се закрепва с обикновен винт, край на който влиза в улея на ремонтара.

При пълно завиване на винта главичката му трябва да опрے плътно до моста, като край му трябва да бъде достатъчно дълъг, за да влиза в улея на ремонтара, но да не трие в дъното му.

В повечето съвременни часовници закрепването на ключа става чрез водещ преводен лост и винт. Предназначението на преводния лост е да сверява часовника. На фиг. 185 ремонтарът А се задържа от куката на водещия преводен лост И, който се придържа от своя страна към платината В посредством степенчатия винт Ж, преминаващ през отвора на моста Б и платината.

Повредите, които могат да произлязат при тоя начин на закрепване, се изразяват в затрудняване при издърпване, отвинтване на степенчатия винт, разваляне на улея на винта поради малките размери на главичката му, измъкване на ремонтара при издърпване и др.

Причините за тези повреди произлизат от плътното притягане на преводния лост, където при издърпване и връщане обратно се получава голямо триене между него и платината. Това поражда затрудняване и при всяко издърпване поради породилите се съпротивителни сили, обратни на винтовата линия на степенчатия винт Д, последната започва постепенно да се отвинтва и настъпва момент, когато при издърпване за сверяване ремонтарът се измъква. Измъкване на ремонтара може да стане и при неправилно изработване на улея. На фиг. 186-а и б са представени правилен и неправилен улей на ремонтар.



Фиг. 186. Улей за ремонтара. а) правилен; б) неправилен

Изработване на степенчат винт и преводен лост. При счупване, повреда или загубване на степенчатия винт и преводния лост последните трябва да се заменят. Най-целесъобразният начин със загуба на най-малко време е замяната да става с нови калибровени сменни части. Ако липсват оригинали, намират се подходящи части и с малка преправка се нагаждат. Когато горните начини не са възможни, може да се пристъпи към изработване на частите.

Степенчатият винт се изработва на струг. Материалът е от доброкачествена прътова стомана. Ако винтът липсва, определянето на размерите става по мястото в моста и платината на часовника. Улеят на главата на винта се оформя с ножовка, а резбата — с винтонарезна дъска.

Изработването на преводен лост обикновено става ръчно. За материал се използва парче от пружина на стенен часовник или плътно парче въглеродна стомана. Стоманата се откалява до тъмносин цвят, очертават се контурите на модела или той се залепва за материала. С трионче се изрязва формата в близост до очертанията и се дообработва с пила. Резбата се прави с метчик, който трябва да съответствува на резбата на степенчатия винт. Най-голямо внимание трябва да се обръща при извиване на кукичката. То може да става само при нагряване и с постепенно извиване. При невнимание чести са случаите на счупване. За избягване на извиването се препоръчва на мястото на кукичката да се пробие малък отвор и в него да се занити стоманен шифт или да се направи от дебело парче стомана, като се изпили изцяло до окончателната форма, за да се избегне всякакъв риск. В съвременните качествени часовници преводният лост е направен по такъв начин.

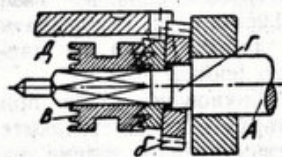
## 56. Повреди и поправки в навивателните козела

В навивателния и сверяващ механизъм важно място заемат и ремонтарните козела. Както споменахме в глава II, т. 12, те служат за навиване на пружината. Те са стоманени зъбни козела, чийто брой се колебае от 4 до 8 в зависимост от конструкцията и системата на часовниковия механизъм.

Трябва да се отбележи, че в часовниковия механизъм едни от най-честите повреди (счупвания на зъби, изхабяване и др.) се срещат в



тези зъбни козела. Повредите на тези козела са най-неприятни, тъй като отстраняването им в повечето случаи е невъзможно. Повредените или износени зъби на едно от козелата бързо предават повредите на останалите зъбни козела. При това навивателните и ремонтарните козела понасят твърде големи напрежения поради непосредствената им връзка с пружината.



Фиг. 187. Неправилно зацепване на навивателните козела

себе си още по-големи повреди (счупване, износване и др.).

Неправилно подобраният (с неточни размери) ремонтар или разширеното място в моста и платината са винаги първоначална причина за повреди в навивателните и ремонтарните козела.

На фиг. 187 е показано положението на зацепване, когато кръглият отвор на ремонтарното козело *б* е по-голям от диаметъра на степенката *Г* на ремонтара *А*. Същото неправилно зацепване на зъбите се получава и при по-широк квадрат на ремонтарното козело *В*. Разширяването на мястото на ремонтара в платината и моста освен неправилното зъбно зацепване, а оттам износване и счупване може да причини и измъкване на ремонтара при сверяване.

При изработването, подменяването или преправянето на каква да е част, особено от двигателния или навивачия и сверяващ механизъм, часовникарят трябва да се придържа строго към първоначалните (оригиналните) форми, размери и материали на подменяните части. Съвестният часовникар не бива да допуска нови форми и размери или необмислени „рационализации“, изразени в запояване с припой, изкривявания, изпилвания, даване нови профили на зъбите и др. С това ще се избави часовникът от нови, още по-сложни повреди, които след време стават непоправими, а часовникарят ще избегне нежелателни и излишни разходи, ще спести ценно време и ще издигне на нужната висота мнението за съвременния социалистически майстор-часовникар.

## Глава XI

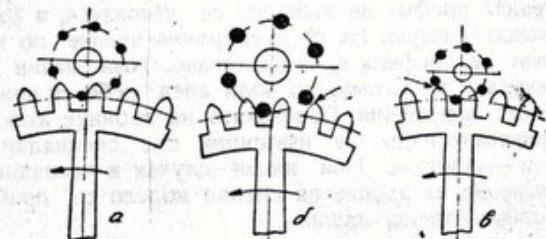
### ПОВРЕДИ И ПОПРАВКИ В ПРЕДАВАТЕЛНИЯ МЕХАНИЗЪМ

#### 57. Грешки в зъбните зацепления и изправянето им

Часовниковите зъбни зацепления трябва да гарантират плавно и продължително зацепление — без задръжки или заклинявания на зъбите, лесна и бърза заменяемост и др.

Всяка грешка в зъбните зацепления увеличава триенето и ускорява износването на зъбите на козелото. Причини за такива грешки понякога са неправилното изготвяне и нарязване на зъбните козела, неправилното им сглобяване, недостатъчното полиране на главата на зъба и радиалното биене на козелото.

Повечето от тях са „фабрични грешки“. Те произлизат от недобро центроване на режещия инструмент, който нарязва несиметричен профил на зъбите. При шлифоването и полирането могат също да изменят профила на зъба. Фрезите за нарязване на много малки зъби често имат



Фиг. 188. Правилно и неправилно зъбно зацепване при щифтови пиньони

приблизени до епициклоидата профили и също могат да изменят профила на главата на зъба. Понякога зъбите на такива козела при работа с добре изготвени пиньони дават удовлетворителни резултати.

Най-трудно отстраними грешки обаче са грешките в стъпката на зъбите. Тези грешки произлизат от деление с делителния кръг или небрежност при фрезоването. Тези грешки са почти неотстраними.

При поставяне козелата могат да бъдат впресовани на осите им косо или ексцентрично, а при допуснати грешки в междуцентрието на осите се проявява и дефект на твърде дълбоки и твърде плитки зацепления.

Повечето от тия грешки са неотстраними, пък и инструментите, и машините, с които разполага часовникарят при ремонт, ограничават неговите възможности. Дори ако такива условия биха били налице, то не е целесъобразно часовникарят да губи ценно време за закръгляване, фрезоване на зъбни козела или коригиране на зъбните профили на фабрично изготвени зъбни козела.

В такива случаи най-удобно е заменяването с резервни сменни козела. Дефекти в зъбните зацепления могат да се явят и след продължителна работа на часовника. В по-простите преносими и непреносими часовници осите на козелата лагеруват в металически лагери. Тези лагери се износват ексцентрично и изменят първоначалното междуцентрие на зъбното зацепление. Налягането на главата на зъба върху основата на пиньона се увеличава — поражда се голямо триене и главата на зъба се износва. Това се наблюдава често в барабанното козело на будилниците. На фиг. 188 са показани правилни и неправилни зъбни зацепвания при будилниците (щифтови зацепления). При положение *а* е показано правилно зацепление. При *б* — неправилно зацепление, където зъбът на водещото зъбно козело е заклинен в цевния зъб (щифт) на пиньона в момента на зацепването му. При поло-



жение в е показано също неправилно зацепление, където върхът на зъба на водещото колело е заклинен в шифта на пиньона в момента на отцепването му.

Отстраняването на горните повреди става чрез затягане и центриране на лагерите, загладяване и полиране на върховете на зъбите, а при случай на силно износване на профила на зъбите се препоръчва колелото да се обърне на обратната страна. При това обръщане износеният профил на зъба не се използва, а работна част на зъба е здравият профил. Не се препоръчва чукане по износения зъб и оформяване на профила чрез изпилване. Този начин дава краткотрайни положителни резултати, но води след себе си нови грешки и повреди в зъбните зацепления. Проверката на зъбните колела за ексцентрицитет, изкривяване и др. се извършва със специални центриращи инструменти — осморки. При някои случаи в часовникарската практика при коригиране на зъбите на сменно колело се прибегва и до работа със зъбообработваща машина.

### 58. Повреди и поправки в зъбните колела и пиньоните

Повредите в зъбните колела, изразени в изкривяване или счупване на зъби или върхове, се дължат обикновено на падане на часовника или внезапно скъсване на навита пружина. Най-уязвимите места при отделните зъбни колела и пиньони са:

**Секундно колело.** Често при падане на часовника на ръб цифреникът се измества от първоначалното си положение, натиска върху оста на секундарника и я изкривява. Тя може да се изкриви и при небрежно и неправилно вадене или поставяне на секундната стрелка. До счупване на секундната ос при тези случаи почти не се стига, защото при изкривяване на оста секундната стрелка опира плътно до цифреника. При това опиране триещите сили дотолкова се увеличават, че часовникът спира. Спиране може да причини и нарушаването на нормалната хлабина на върха на секундарника в лагера.

Изправянето на секундната ос изисква голямо умение и сигурна и спокойна ръка. Извършва се със специален плосък пинцет (вж. приложението), като изправянето става постепенно към обратната страна на изкривяването. При чувствително изкривяване закалената ос се откалява. Откаляването обаче не бива да става с пряко нагриване, а с нагрят до червено желязна пръчица, която трябва да се допре няколко пъти до изкривената ос. Откаляването на оста отчасти влияе и за откаляване на пиньона, с което бързо се ускорява износването му. Затова към откаляване трябва да се прибегва само при изключителни случаи.

**Посредно колело.** Повредите в това колело в повечето случаи се изразяват в счупване на връх или зъби от пиньона (при внезапно скъсване на пружината). Най-бързият и резултатен начин за поправка в тия случаи е заменяването с резервни колела. При ремонт изработване на пиньон не се практикува, а изработването на връх на посредното колело е по-сложен процес, който изисква повече време и следи етапите на общата изработка на оси и шийки.

**Централно колело.** Често наблюдаваните повреди от износване, счупване и изкривяване на зъбите и оста на централното колело се дължат на големите триещи усилия, които се пораждат в това колело. Засъхването на смазката в случая е достатъчно, за да се породи такова триене и износване, че да се образува така наречената „шапчица“ на върха на оста, а там, където тя лагерува — каналче. Тази повреда се отстранява чрез шлифование и полиране на оста. Последната обаче се изтънява и за да може да лагерува добре, прави се специална втулка по така изтънената от полирането шийка.

Счупване на оста на централното колело обикновено става при силен страничен удар или падане от високо върху оста на стрелките след счупване на стъклото. Неправилното и невнимателно вадене на стрелките и минутния пиньон също може да предизвика счупване на централната ос. За вадене на стрелките се препоръчва инструментът, описан в т. 39, който всеки може да си изготви лесно от две стоманени пръчици; ваденето на минутния пиньон става чрез специални малки секачи (вж. приложението).

Направата на централна ос се подчинява на общата схема на изготвяне на оси и шийки на предавателния механизъм, описана в т. 56.

При изваждане на барабана, при демонтиране и монтиране или някакъв случаен натиск средното колело може да се изкриви. Понякога това изкривяване е толкова значително, че при въртенето си централното колело опира на места о барабана, поражда голямо триене, разстройва нормалния вървеж на механизма и причинява спиране на часовника. Триене едно о друго е възможно и между перифериите на централното и посредното колело. Отстраняването на това биене за месинговите колела е по-лесно, какъвто е случаят с централното колело.

Но най-голям интерес представляват повредите в централното колело, които имат за причина неправилно осъществено съединение на централното колело със стрелковия механизъм, по-точно с минутния пиньон. Тази връзка подробно е разгледана в глава III, т. 16 (вж. фиг. 34). Установено е, че триещата връзка между централната ос и минутния пиньон трябва да е достатъчна, за да може при завъртане на централната ос да се завърти и минутният пиньон, а от друга страна, тая триеща връзка да позволява без големи усилия да се превъртат стрелките. На фиг. 189 са дадени правилните връзки между централното колело и минутния пиньон на различните видове конструкции. Всяко нарушение на горните връзки нарушава нормалния ход на часовника и по-специално вървежа на стрелките.

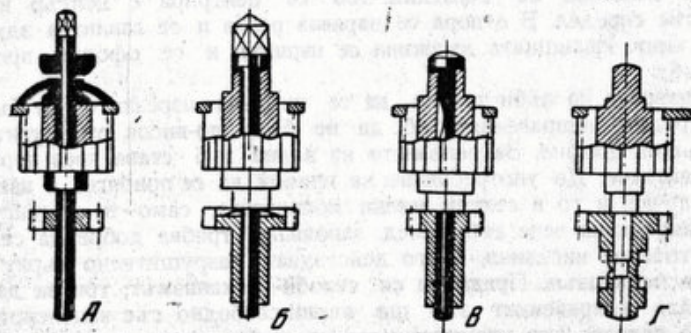
При всички случаи повредите се проявяват така: часовникът има добър вървеж, а стрелките не се движат или колебанията в точността на вървежа варират в широки граници и са непостоянни. Например ако през първото денонощие е констатирана една разлика с 10 минути, то през следващото е 25 мин, след това — 5 мин и т. н. При редуване на такива разлики всяко регулиране по-нататък е безсмислено. В такъв случай повредата се констатира много бързо и точно. Когато сверяващият механизъм предвижда стрелките, последните се движат



много лесно и не се чувства никаква триеща връзка (т. е. никакво съпротивление при отместване на стрелките).

В зависимост от конструкцията на триещата връзка има и различни начини за отстраняване на такава повреда.

На фиг. 189 в конструкция А централната ос е отделна и за увеличаване на триещата връзка между зъбното колело и оста се под-



Фиг. 189-а, б, в, г. Правилна връзка между оста на централното колело и минутния пиньон

силва с пружинката или пластинката. Подобен начин на подсилване на триещата връзка може да се осъществи и в конструкция Б, където шайбата между минутния пиньон и основната плоча се избива и с набиване на минутния пиньон се деформира и създава триеща връзка.

В конструкция В оста се върти около отвора на колелото и грапавата ѝ повърхност създава триеща връзка. Естествено е, че при нарушаване на тази повреда и за създаване на триене оста се поставя между две пили от средна големина и чрез противоположно движение една към друга се създава грапавата повърхност на оста.

Ако така създадените грапавини по оста не са достатъчни, за да се затегне плътно оста за тръбичката на пиньона, то трябва да се пристъпи към изработване на нова ос. Изработването ѝ е сравнително лесно и подробно описание на работата не е необходимо. Трябва да се провери затягането на оста, тъй като силно затегнатата ос (поправена или изработена) може да причини редица нови повреди на зъбните колела (зъбите) на стрелковия и навивателния и сверяващ механизъм. За нормално затегната ос може да се смята тая, с която подкарването на стрелките става без особени усилия.

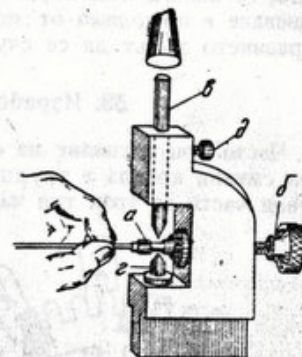
Всякакъв друг начин за отстраняване на тази повреда е неправилен и не дава трайни и добри резултати. В никакъв случай не бива да се сплесква оста или тръбичката на пиньона, защото това влече след себе си нови повреди и усложнения. Поставянето на косъм в тръбичката на пиньона не дава желаните резултати и не бива да се допуска. При

създадения ексцентрицитет не може да се очаква нормален вървеж на часовника.

В съвременните преносими часовници средната ос представлява едно цяло с пиньона на централното колело.

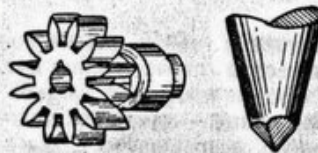
Минутният пиньон е монтиран плътно на оста на централното колело, като триещата връзка е осъществена чрез вдлъбнатината на оста и прищипнатата част на минутния пиньон. При сверяване минутният пиньон се завъртва около оста плътно, но не много стегнато.

При продължителна работа на часовника без почистване и смазване уплътняването между оста и минутния пиньон бързо намалява и се появяват повредите, описани при другите конструкции. За отстраняването им вдлъбнатината се притяга с фини секачи или със специален остър пробой. На фиг. 190 е показано такова приспособление. Лек удар с чукче по пробоя в образува на шийката на минутния пиньон а необходимата вдлъбнатина. Винтът б регулира положението на пиньона, а винтът д служи за затягане на пробоя. Пробоят г е неподвижно закрепен за стойката и служи за долна подпора.



Фиг. 190. Приспособление за затягане на минутния пиньон

За да се избегне опасността от прерязване на минутния пиньон в мястото на вдлъбаването, в отвора на пиньона се поставя игла или стоманен шифт с по-малък диаметър от диаметъра на оста на централното колело. Затягането на минутния пиньон от долната страна е показано на фиг. 191. С лек удар по пробой с триъгълен край се образуват три резки върху долната страна на пиньона.



Фиг. 191. Затягане на минутния пиньон чрез триъгълен пробой

Този начин дава само кратковременни резултати, тъй като специално предназначенията за това вдлъбавания в оста на централното колело и минутния пиньон не се засягат от тая поправка.

Ясно е, че поправката на минутния пиньон не представлява особена трудност, но привеждането му в изправност е от съществено значение за доброкачествения ремонт. Ако е допуснато по-леко въртене на минутния пиньон около оста, не може да се очаква точен и редовен вървеж и може да се компрометира иначе прецизно извършеният ремонт. От друга страна, силно затегнатият пиньон около оста на централното колело поражда големи усилия при сверяване и може да причини сериозни повреди (изкривяване, счупване, износване) на зъби от колелата на навивателния и сверяващ и стрелковия механизъм. Голямо внимание е необходимо и при мон-

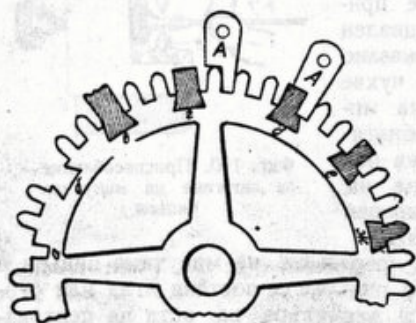


тирането на минутния пиньон върху оста на централното колело. Чести са случаите, когато при набиването зъбът на пиньона не попада в междузъбието на делителното колело, а се насочва върху зъба му, като причинява изкривяване или счупване на последния.

Изправянето на зъби във всички зъбни козела става по един и същ начин. С по-голяма отвертка, която може да влиза в междузъбието, се наляга към обратната страна на изкривяването. Ако това изкривяване е по-голямо от половината на правия зъб, възможно е при изправянето зъбът да се счупи.

### 59. Изработване на отделни зъби

Често при счупване на отделни зъби от колелата заменяването с нови сменни козела е трудно, особено ако не са доставени оригинални сменни части за този тип часовник. В такива случаи изработването и поставянето на отделни зъби дава добри резултати. Процесът на изготвянето и оформяването на зъба е показан на фиг. 192.



Фиг. 192. Изработване зъби на колело



Фиг. 193. Изработване зъби на барабан

По венца на колелото в мястото на счупения зъб с плоска ножовка се изпилва изрезката *a*, в която се впесова парче месинг със същата форма на изрезката. Чрез пилене се оформя профилът на зъба.

Ако колелата имат по-широки, но тънки венци — например междинно, централно, посредно или секундно колело, изпилването става с тригълна пила, а изрезката се прави във форма на трапец *b*.

По същата форма се изготвя и месинговото парче, което се впесова и занитва *в*. При по-нататъшното дооформяване на зъба е добре да се приготви и използва шаблонът *A* за междузъбното разстояние (*г*, *д* и *е*). Пълно оформяване на профила на зъба показва *ж*, където височината на зъба не бива да надвишава останалите зъби. По този начин могат да се изготвят 2—3 и повече зъба едновременно.

Често се налага да се изготвят отделни зъби от барабана, устойчивостта и здравината на които са от голямо значение. Процесът на изработване на такива зъби е показан на фиг. 193. В барабана се изпилва изрезката *a*, която обхваща венца и част от дъното на барабана. Приготвява се и месингово парче със същата форма на изрезката,

заклинва се здраво към предварително приготвения отвор и се занитва. Така направеният зъб гарантира достатъчна здравина и устойчивост. Оформяването на профила на зъба става по същия начин (описан по-горе), като се използва шаблонът *A* за мярка.

По-рядко се правят зъби и чрез резби. Такива зъби се правят най-лесно при барабани, на които венецът им е достатъчно дебел и широк. Мястото на счупения зъб се центрира с център и се пробива със свредел. В отвора се нарязва резба и се завинтва здраво месингов винт. Излишната дължина се изрязва и се оформя профилът на зъба.

При направа на зъби трябва да се внимава изрезките да бъдат точно в средата, направеният зъб да не бъде по-висок от другите и да има същия профил. Закрепването на новия зъб става чрез впесоване и занитване. До употребяване на припой да се прибегва в изключителни случаи, и то в съвсем малки количества, само за подсибяване на закрепения вече зъб. След запояване трябва добре да се зачисти мястото от киселини, които действуват разрушително върху часовниковия механизъм. Преди да се сглоби механизмът, трябва да се провери дали направеният зъб ще върви свободно със зацепеното с него зъбно колело. Ако преминаването на зъба става трудно, той се дооформя и полира.

От описаните по-горе начини се прилага този, който подхожда на вида, дебелината и широчината на венца на колелото, устойчивостта и предназначението му.

### 60. Повреди и поправки в цифреника и стрелките

Цифреникът обикновено се монтира към платината, като положението му се определя от две, а понякога и три колчета — крачета, които се закрепват с винтове.

Често при удар някое от колчетата на цифреника може да се счупи, при което цифреникът се разиграва, разместват се отворите за секундната и часовата стрелка, а при слагане на рамката незакрепената страна на цифреника се надига и стрелките трият по него. Тези повреди рязко нарушават нормалния вървеж на часовника, а често причиняват спиране на механизма.

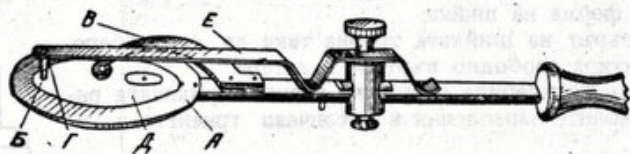
Поправката на счупено колче при емайлирани цифреници не представлява трудност. Мястото на колчето се почиства до появяване на бакърената основа. В мястото на отчупването се занитва или запоява колчето при помощта на специално приспособление, показано на фиг. 194.

При запояване мястото се почиства добре, за да не се окислява, след което се залива наново с емай.

Запояването на металически цифреник е неудобно, защото дори при слабо нагряване на огъня цифреникът потъмнява. В такива случаи добре е закрепването да става с винтче. Не бива да се залепва цифреникът с различни видове лепила, защото при засъхване последното пада в механизма и може да причини спиране. Поставянето на различни подпорки по рамката също не дава желания резултат.



Чести повреди и спирания на часовниковия механизъм се предизвикват от стрелките. В добре ремонтиран часовник поради небрежното и невнимателно поставяне на стрелките може да се явят редица нарушения в нормалния вървеж. Така например, когато часовата и минутната стрелка не са поставени паралелно, те могат да се закачат и ме-



Фиг. 194. Приспособление за запояване на колчета:

А — диск за цифреника; В — колче, което ще се запоява; С — пружина с коничен шифт; Д — найкрайник за притискане на колчето; Е — пружина

ханизмът да спре. Закачане е възможно и между тях и секундната стрелка. Възможно е край на минутната стрелка да трие по стъклото. Ако минутната стрелка е набита така, че не съществува никаква хлабина между нея и часовата стрелка или една от стрелките трие по отвора на цифреника, спирането на механизма е неизбежно.

Свалянето и поставянето на стрелките трябва да става със специални инструменти (лостове) или с остър пинцет за стрелки, а набиването да се извършва върху наковалня.

Подбирането и заменяването на стрелки на часовника, ако липсват оригинални такива, изисква много труд и време. При набиване на стрелките трябва да се внимава да не се повреди балансът, осите на средното колело и секундарника. Макар че поставянето на стрелка по същество да е малка и незначителна работа, по невнимание или несъобразителност може да се причинят сериозни усложнения и нови повреди в механизма.

## 61. Практически пресмятания в предавателния механизъм

Често пъти при поправките става нужда да се изчисли броят на колебанията (вибрациите) на регулатора, броят на зъбите на някое колело или пиньон на предавателния механизъм или тия от стрелковия механизъм (минутерията). В тия случаи се използват теоретичните формули от 1 до 11, гл. III, т. 16. Изчисляването за всички видове часовници е едно и също. Дадените по-долу примери са от известните у нас часовници „Зенит“ — джобен.

Пример 1. Изчисляване броя на колебанията на регулатора. Когато е необходимо да се постави нова спирала и не е известен броят на колебанията на регулатора, то той може да се изчисли. Преброяват се зъбите на всички зъбни колела от централното до ходовото и се изчислява предавателното число по формула 4 (ч. I). Това предавателно

число, умножено с удвоения брой на зъбите на ходовото колело, дава броя на колебанията  $N_*$  за час, т. е.

$$N_* = \frac{Z_U \times Z_{II} \times Z_C \times Z_X \times 2}{z_n' \times z_c' \times z_x'}$$

При:  $Z_U=80$ ;  $Z_{II}=75$ ;  $Z_C=80$ ;  $Z_X=15$ ;  $z_n'=10$ ;  $z_c'=10$ ;  $z_x'=8$ ,

$$N_* = \frac{80 \times 75 \times 80 \times 15 \times 2}{10 \times 10 \times 8} = 18\,000 \text{ колеб/час}$$

или

$$N_* = \frac{18\,000}{60} = 300 \text{ колеб/мин.}$$

Ако часовникът има секундарник, колебанията се изчисляват много бързо. Предавката  $i_{x3}$  (формула 8), умножена с удвоения брой на зъбите на ходовото колело, дава колебанията за минута:

$$N_* = i_{x3} \times 2 \times Z_x = 10 \times 2 \times 15 = 300 \text{ колеб/мин,}$$

$$\text{защото } i_{x3} = \frac{Z_c}{z_x} = \frac{80}{8} = 10.$$

Пример 2. Изчисляване броя на зъбите на загубено или неизвестно колело и пиньон от предавателния механизъм.

а) Неизвестно е само секундното колело С; за решаването се използва формулата за колебанията, като броят на зъбите е същият както в горния пример:

$$N_* = \frac{80 \times 75 \times Z_C \times 2 \times 15}{10 \times 10 \times 8} = 18\,000 \text{ колеб/час,}$$

откъдето

$$Z_C = \frac{18\,000 \times 10 \times 10 \times 8}{80 \times 75 \times 2 \times 15} = \frac{18\,000}{225} = 80 \text{ зъба на секундното колело.}$$

б) Ако е неизвестен само пиньонът, по същата формула

$$N_* = \frac{80 \times 75 \times 80 \times 2 \times 15}{10 \times z_c \times 8} = 18\,000,$$

откъдето

$$z_c = \frac{80 \times 75 \times 80 \times 15 \times 2}{18\,000 \times 10 \times 8} = \frac{14\,400\,000}{1\,440\,000} = 10 \text{ зъба на пиньона.}$$

Пример 3. Секундното колело е загубено, т. е. неизвестен е броят на зъбите на секундното колело  $Z_C$  и пиньона му  $z_c$ . Тук се явяват две неизвестни. Решаваме задачата така:

$$N_* = \frac{80 \times 75 \times Z_C \times 2 \times 15}{10 \times z_c \times 8} = 18\,000, \text{ или}$$

$$\frac{2250 Z_C}{z_c} = 18\,000,$$



откъдето

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

От друга страна, предавателното число между секундното колело и пиньона на ходовото колело при часовник със секундна стрелка е (вж. ч. I, гл. III)

$$i_{x3} = \frac{Z_c}{z_x} = 10,$$

откъдето  $Z_c = 10 \times z_x = 10 \times 8 = 80$  зъба на секундното колело.

Тогавъ от полученото отношение  $\frac{Z_c}{z_c} = 8$  определяме  $z_c$ :

$$z_c = \frac{Z_c}{8} = \frac{80}{8} = 10 \text{ зъба на пиньона.}$$

По същия начин се изчислява броят на зъбите и на другите колела от предавателния механизъм.

Пример 4. Изчисляване броя на зъбите на зъбните колела в стрелковия механизъм (минутерията).

а) Определяне броя на зъбите на часовото колело. Известни са  $Z_d = 30$ ,  $z_k = 10$  и  $z_o = 8$ .

Използува се формула (10)

$$i_{c2} = \frac{z_o}{Z_c} = \frac{1}{4},$$

откъдето  $Z_c = z_o \times 4 = 8 \times 4 = 32$  зъба на часовото колело.

б) Определяне броя на зъбите на минутния пиньон. Известни са (за същия пример)  $Z_d = 30$ ,  $z_o = 8$  и  $Z_c = 32$ . Използува се формула (9)

$$i_{c1} = \frac{z_k}{Z_d} = \frac{1}{3},$$

откъдето  $z_k = \frac{Z_d}{3} = \frac{30}{3} = 10$  зъба на минутния пиньон.

в) Определяне броя на зъбите на делителното колело и пиньона му. Известни са (за същия пример)  $z_k = 10$  и  $Z_c = 30$ . Използува се формула (9)

$$i_{c1} = \frac{z_k}{Z_d} = \frac{1}{3},$$

откъдето  $Z_d = z_k \times 3 = 10 \times 3 = 30$  зъба на делителното колело, и по формула (10)

$$i_{c2} = \frac{z_o}{Z_c} = \frac{1}{4},$$

откъдето  $z_o = \frac{Z_c}{4} = \frac{32}{4} = 8$  зъба на пиньона му.

За улеснение в приложение 3 е дадена таблица за механизмите колела в джобните часовници.

## 62. Поправки на осите в предавателния механизъм

Осите в предавателния механизъм обикновено представляват едно цяло с пиньона. Изработват се от доброкачествена стомана. На края осите завършват с добре полирани шийки. На фиг. 195 е показана правилната форма на шийка.

Диаметърът на шийката трябва така да се подбере, че да гарантира свободно въртене в лагера.

По-голямата хлабина нарушава рязко нормалната работа при зъбните зацепления и увеличава триенето и износването.

По-малката хлабина влияе също отрицателно: трудно въртене и затягане, заяждане на шийката в лагера.

За правилна работа на оста нормалната хлабина на шийката трябва да варира от 0,01 до 0,02 мм. Осевата хлабина между платината и моста е необходимо да бъде с допустима най-малка стойност, но в никакъв случай дотолкова малка, че при едно слабо натискане хлабината да изчезне. В зависимост от типа и конструкцията тази хлабина варира в широки граници — от 0,05 до 0,5 мм (от ръчни до стени часовници).

Дължината на шийката трябва да бъде няколко пъти по-голяма от диаметъра ѝ (обикновено 3 пъти). При това допиране между шийката и лагера се поражда триене, а последното е причина за износване както на шийките, така и на лагерите в предавателния механизъм. Ясно е, че триенето представлява важна проблема в часовникарството. Неговото намаляване до минимум би гарантирало прецизност и дълготрайност на часовниковия механизъм. Това налага да се знаят добре причините за триенето и мерките за намаляването му.

Триенето е съпротивителна сила при движението на едно тяло по повърхността на друго тяло и е толкова по-малко, колкото тази повърхност е по-гладка (по-добре полирана). Триенето се подчинява на известни закономерности, а именно:

1. Силата на триенето се увеличава с увеличение на налягането върху триещите се повърхности.

2. Между несмазани повърхности силата на триенето не зависи от площта на триещите се повърхности и от скоростта на движение. Коэффициентът на триене за две дадени повърхности е величина постоянна.

3. Триенето между смазаните повърхности се увеличава с увеличаване на скоростта. Триенето между смазани повърхности е толкова по-голямо, колкото по-голяма е площта на съприкосновението.

В едни случаи триенето в часовниковия механизъм възниква при допиране на две твърди тела без смазка (сухо триене) между зъбите на месинговите колела, зацепени със зъбите на стоманения пиньон. Тези места никога не се смазват. Триенето и износването на зъбите вече разгледахме.

Тук ще разгледаме втория случай на триене в часовниковия механизъм, който възниква при допиране на две твърди тела, отделени едно от друго с тънка течна ципа — така нареченото мокро триене.

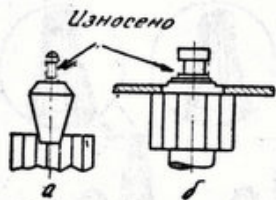


Фиг. 195. Правилна форма на шийка



Това триене се отнася за стоманената шийка, която се върти в месингов или бронзов лагер, а в по-добрите преносими часовници — в каменен лагер, намазан с масло.

При продължителна работа без систематично почистване и камаване на механизма шийките се износват и по цилиндричните повърхности се явяват вдлъбнатини от износването, а на петата (върхчето) се образува шапчица. На фиг. 196 са показани такива случаи на износване.



Фиг. 196. Износване на шийката

Износването е нежелан, но постоянен спътник при по-простите и евтини часовници, където се допуска по-голямо триене. След по-продължителна работа при ремонтване на такива часовници е необходимо щателно шлифване и полиране на шийките.

Шлифването цели да свали образуваната „шапчица“ на върха на шийката и да изравни вдлъбнатината на износената шийка до гладка цилиндрична повърхност. Шлифването и полирането трябва да се извършва на струг. При силно износена повърхност (при оси на будилници и стенни) отначало шийката се изравнява с много ситна пила, след което се шлифова и полира с шлайф- и полир-пила (лима) върху струг за полиране (жако).

Шлифването може да се счита за завършено, ако по шлифованата гладка повърхност не се забелязват никакви резки. Въртеливото движение на шлифованата или полирваната част и движението на шлифовъчния инструмент трябва да са насочени в противоположни посоки. При това инструментът за шлифване се движи по-бавно от шлифованата част.

Полирането дооформя шлифованата част до огледална повърхност. За материали при полиране се употребяват прах за излъскване и диамантин, които се разтварят в масло, и така наречената виенска вар, която се разтваря във вода.

Като инструменти за полиране освен металческите полир-пили с гладки повърхности се употребяват още плоски дървени пластинки, обвити с много фина шкурка. Плоските части отлично се полират с матово стъкло. Шийките се полират най-добре на струг при високи обороти.

Полирането на шийките се довършва с полираната страна на лимата (страната с гладка повърхност) върху струг за полиране.

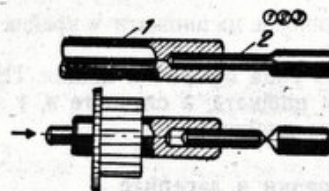
Процесите на шлифване и полиране на шийките са известни още като пивотаж.

Ако шийката е много износена, при шлифване и полиране тя може да се изтъкне дотолкова, че да стане негодна за използване. Чести са и случаите на счупване на шийките. В тези случаи може да се замени цялата ос, а ако липсват оригинални сменни части, то може да се пристъпи към изработване на нова шийка.

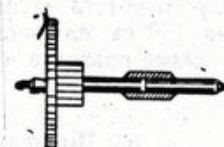
Изработването на нова шийка е често пъти по-целесъобразно, отколкото заменяването на оста. Тъй като оста е едно цяло с пиньона,

то заменяването ѝ изисква редица корекции в зъбните зацепления, губи се повече време, пък и стойността ѝ като резервна част не е малка.

Изработването на нова шийка, особено за стенни часовници и будилници, не представлява особена трудност. Общо процесът за изработване на нова шийка е следният.

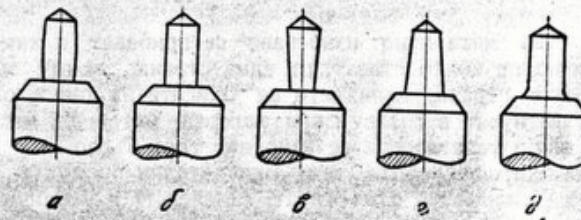


Фиг. 197. Изработване на шийка



Фиг. 198. Съединение „на глухо“ на двете части от счупена ос

Мястото на счупената шийка се изпилява, изравнява и с центъра на универсалния струг се прави малко конусче. Със съответен свредел се пробива отвор в оста на дълбочина поне 3 пъти по-голяма от диаметъра на шийката. При малките ръчни часовници се изисква голямо внимание и опитност. Работата по пробиването се облекчава със специално пригодена за това машинка. Следващите процеси са показани на фиг. 197.



Фиг. 199. Правилни и неправилни форми на шийките

Към пробитата част на оста 1 се впредва предварително изготвеното стоманено парче 2 с подходящ диаметър и малко по-голяма дължина от първоначалната ос. След плътното втикване на оформената част към пробитата ос така изготвена оста се поставя на струга и се оформя шийката с необходимата дебелина и дължина. По-нататъшните процеси са същите — шлифване и полиране до получаване на огледална повърхност.

Съществуват и други начини за изработване на шийки, но в сравнение с гореописания те притежават редица недостатъци. Тях по-добре няма да разглеждаме. Ще споменем само някои от недостатъците. Така например практикува се предварително изработване



на връхчето и след това втичане на парчето в пробитата ос. При този случай малко или много се получава ексцентрицитет на шийката спрямо оста. Дообработването или полирането, за да се изправи ексцентрицитетът, може да изтъни шийката. Възможно е и счупване при дообработването.

При стенни часовници и такива за маса съединяването на изготвеното парче с шийката и оста може да стане чрез наставяне наглухо със стоманена втулка (фиг. 198).

Правилното изработване и довършване на шийката в крайна сметка влияе върху точността на механизма.

На фиг. 199 са показани няколко вида оформени шийки. При случаи а и б имаме правилна форма на шийката, а случаите в, г и д показват различни неправилни форми на шийките.

### 63. Повреди и поправки в лагерите

Видяхме, че триенето е главната причина за износването на лагерите. За да се намали триенето между шийките и лагерите, в часовниковия механизъм намират приложение специални твърдосплавни месингови и бронзови лагери или такива от минерален произход — изкуствени или естествени благородни камъни: рубин, сапфир, ахат и др.

В по-простите и евтини часовници за лагери служат отвори, пробити направо в платината или моста. Този вид лагери са силно податливи на износване. Това е особено характерно за будилниците. Поради голямото натоварване на осите им се пораждат големи сили на триене между шийките и лагерите. При това и площите на съприкосновението при тях са по-големи, следователно и триенето, и износването е също по-голямо.

Като към това механично износване се прибавят и химическите изменения и реакции, които стават, от една страна, между маслото и лагера, а от друга страна, влиянието на окисите на цинка, оловото и калая, които участвуват в сплавирания лагерен материал, лесно може да се разбере защо тези лагери се износват така бързо.

При продължителна работа тези окислителни продукти се смесват с маслото, силно го замърсяват (клеясват) и износването се ускорява.

При ремонта на такъв часовник след почистването лагерите му се оказват неправилно разширени като елипса. Ако това разширение не е голямо, то от страната на износването се чука с полуобъл пробой. Затягането може да стане и с пробой със сърцевина. Ако затягането не помага, то тогава с райбери се разширява лагерът във вид на правилен кръг и по него се изработва на струг нов лагер-втулка. Престъргва се от месингова пръчка цилиндрично парче според разширения лагер, пробива се със свредел отвор за шийката и се впредова здраво парчето в разширения лагер. По същия начин се изработват и лагери от бронз.

По-благоприятен е случаят с лагерите от камъни. Триенето в тях е значително по-малко, износването също е малко, маслото се задържа

по-продължително време и не се окислява бързо и др., но са по-лесно податливи на счупване. Камъкът отговаря на изисканите условия, когато има съвършено кръгъл отвор, необходимата форма, големина, дълбочина за задържане на смазката, полирана повърхност и др. При констатиране на дефекти, пукнатата или отронена работна повърхност без колебания камъкът трябва да се замени с нов.

**Заменяване на счупен камък с нов.**

Пукнатият или счупен камък, вече негоден за работа, се изтиква леко от страната на смазването с тъпия край на дървена клечка и се почиства гнездото от остатъците на счупения камък. За възстановяване гнездото на камъка в платината или моста се употребява специален инструмент, показан на фиг. 200-б. Устната в се разтваря с винта г и при превъртане на инструмента постепенно се увеличава отворът на гнездото. Камъкът, който съответствува по дебелина и диаметър, трябва да се намести плътно в отвореното гнездо. За огъването на ръба на гнездото се използва инструментът, показан на фиг. 200-а. Устните на този инструмент са снабдени с вътрешна конусна вдлъбнатина. Като го въртим около ръба на гнездото, последният се огъва и обхваща камъка.

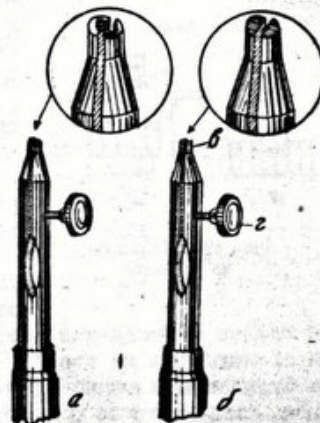
**Изработване на ново гнездо за камъка.** В случай че се развали гнездото, е необходимо да се направи ново или да се доформи старото. Помества се платината или мостът в патронника, намира се центърът и чрез нож се нарязва външната и вътрешната част на гнездото.

Камъните без гнезда, впредовани направо в отвор в платината или моста, имат редица предимства. Този начин на сменяване е най-прост и лесно осъществим. Не се губи време в откантяване на камъка от гнездото. Замянната на камъка не изисква и специални инструменти. Необходимо е само една обла клечка, с която да се изтика счупеният и се впредова здравият камък.

Камъните за впредоване трябва да се подбират точни по външен диаметър, да имат правилна закръгленост на края (ръб, образуван от два слаби откоса на външния край), да са достатъчно дебели, с добре полирана повърхност. Камъкът трябва да притежава и достатъчна якост, и красива външност.

Впредоването на камъка трябва да става само от вътрешната страна на моста или платината.

Изработването на лагер-гнездо (шатор) става на струг. За материал се използва месингова пръчка с подходящ диаметър. Пробива



Фиг. 200. Инструмент за отваряне и закантване гнездото на лагер



се със свредел мястото на камъка, със специално пригоден крив нож се дообработва вътрешността, оформя се рамката и накрая се претъртва външният диаметър по отвора на платината или моста.

В разгледаните дотук повреди и поправки на предавателния механизъм главна причина за повредите е триенето. Триенето затруднява вървежа на часовника. С намаляване на триенето се увеличава дълготрайността и прецизният вървеж на механизма. Това налага да се създадат благоприятни условия за работа на часовниковия механизъм. За тая цел се препоръчва:

При ремонт (почистване и смазване) на часовника всички лагери — месингови, бронзови или от камъни, а също така и местата за маслото в платината и моста трябва да бъдат внимателно почистени, да няма никакви остатъци и резки, да бъдат добре полирани и загладени.

Шийките да бъдат по възможност най-тънки, но достатъчно здрави. Те трябва да имат правилна цилиндрична форма, да са гладки и полирани до огледална повърхност. Зъбите на колелата също да бъдат добре шлифовани и полирани.

Ръждясалите пиньони трябва да се почистят добре, а при някои случаи на по-силна корозия е необходимо те да се заменят.

Желателно е почистването на лагерите, шийките и зъбите на пиньоните да става с клечка и много внимателно, за да не остане никаква следа от втвърдено масло или друго чуждо тяло. Ако шийките не се почистват с клечка, необходимо е да се полират с полир-пила и полировъчен прах. Промиването на часовника да става в чист бензин — периодично поне на 1—2 години за ръчни и джобни часовници и 2—3 години за будилници и стенни. Да се съблюдават точно видът на смазката за отделните части, качеството, времето и начинът на съхраняване на смазката.

При спазване на горните условия триенето, а оттам и износването ще се сведат до допустим минимум и ще се гарантира дълготрайността и прецизността на механизма.

## Глава XII

### ПОВРЕДИ И ПОПРАВКИ НА ХОДОВИЯ МЕХАНИЗЪМ

#### 64. Общо върху поправките на ходовия механизъм

Ходовият механизъм е един от най-натоварените възли в часовника, въпреки че усилията, които действуват върху него, са сравнително малки. За едно денонощие палетите влизат във взаимодействие със зъбите на ходовото колело 432 000 пъти при джобни и ръчни часовници, 288 000 пъти при будилници и средно около 150 000 пъти при стенни условията. Ето защо е необходимо да се подбере много грижливо материалът за направата на тези части, който освен голямата издръжливост трябва да позволява и добро полиране, чрез което ще се намалят загубите от триене. Въпреки взетите мерки в това

отношение най-честите повреди в ходовия механизъм се явяват в най-натоварените части, които предават импулса — палетите и зъбите на колелото. Относно практическата работа по поправянето на повредените и износени елементи е отделено място в следващите страници.

Накратко ще си припомним някои положения от работата на ходовия механизъм, общи за всички ходови механизми, от които до голяма степен зависи правилната работа на часовника.

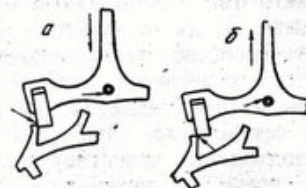
След като зъбът от колелото напусне импулсната плоскост на палета, следваше ъгълът на падането. Той е вреден ъгъл, тъй като при него се загубва енергия, но е необходим с оглед неточностите, които се допускат при изработване на колелото, т. е. създава сигурност при работата. От това следва, че при качествените часовници този ъгъл е по-малък, отколкото при евтините часовници. Освен загубата на енергия, с която е свързан

този ъгъл, повърхностите за почивка, върху които пада зъбът, се износват по-бързо, тъй като колелото при свободното завъртане пада с удар върху палета. Съществено е и условието, стойността на този ъгъл да е еднаква и за двата палета.

Ако се установи, че стойността не е еднаква за двете страни, това показва, че котвата захваща по-голям или по-малък ъгъл, отколкото е необходимо, т. е. котвата е по-широка или по-тясна. Когато ъгълът е по-малък за изходящия палет, котвата е тясна; когато за същия палет ъгълът е по-голям, котвата е широка.

Само при Грахамовия ход е възможно правилното положение при такъв случай да се възобнови чрез преместване на лагерите на котвата, както това бе указано в ч. I. При всички други ходови механизми се налага да се промени формата на котвата.

Друг ъгъл, за който трябва да се спомене, е ъгълът на почивката. Той съществува в повечето от разгледаните механизми и е характерен с това, че при изминаването му зъбът от колелото трие по повърхността за почивка на съответния палет, т. е. и този ъгъл е свързан със загуба на енергия, затова и неговата стойност трябва по възможност да е по-малка. При това обаче трябва да се съблюдава, щото при голяма хлабина на оста на котвата зъбът от колелото да попадне без време на импулсната плоскост, както това е показано на фиг. 201. Даден е случаят за свободен ход, тъй като такава повреда е възможна по-често при него. При непреносимите часовници такава повреда не би се отразила по време на работата, защото под действието на собственото си тегло вилката винаги е притисната към колелото, и в такъв случай споменатият дефект не може да се прояви. Ъгълът на почивката трябва да е еднакъв и за двата палета. Когато това условие не е налице, поправката се извършва по начин, указан поотделно за всеки ходов механизъм.



Фиг. 201. Вследствие на голяма хлабина в лагерите зъбът без нужда е попаднал на импулсната плоскост



Съществено условие при поправката е да се направи необходимата проверка на ходовия механизъм за всеки зъб от колелото, и то при различни положения на часовника. Това се налага поради честите случаи на ексцентрични колела и деформирани зъби.

Пред вид голямото натоварване, на което са подложени частите от ходовия механизъм, въпросът за намазването му е от първостепенно значение. Всяко масло, повече или по-малко, има способността да се разлива по повърхността, на която е поставено. С оглед на намазването пък е необходимо маслото да остава на мястото, в което има триене. За да се задържи маслото на желаното място пред вид посоченото свойство, от съществено значение е не само качеството на маслото, а и неговото количество. Масло, поставено в количество по-голямо от необходимото, ще се разлее по-бързо и мястото на триенето ще остане сухо. При това разливане вследствие на излишък (или на неподходящо качество) маслото може да попадне на места, където ще пречи на правилната работа на механизма. Работник с достатъчна практика знае от опит неприятните последици от разливането на масло върху анкръра. Тъй като горният мост е много близо до анкръра, ако маслото е в по-голямо количество, то се разлива и по анкръра, като попада на ограничителните щифтове. В такъв случай правилната работа се нарушава, анкрът почва да „лепи“ и часовникът, без да има друга причина, започва неравномерно да изостава назад. Най-често това явление се наблюдава през топлите летни дни, когато маслото вследствие високата температура става по-рядко (по-малко вискозно), а това благоприятствува разливането.

Най-важните места, на които трябва да се постави масло, са предният ръб на зъба и импулсните плоскости от зъба и палета.

При големите (непреносими и будилници) часовници е целесъобразно да се постави една малка капчица масло на импулсната плоскост на палета, след това да се пропуснат няколко зъба и отново да се постави масло, докато всички зъби минат през намазания палет.

Намазването на анкръ от преносим часовник трябва да стане преди монтирането му на място, като впоследствие при преминаването на зъбите маслото ще се разнесе и по тях.

## 65. Повреди и поправки в несвободни ходови механизми за непреносими часовници

Отстраняване на повреди при Грахамов ход. Това е ходов механизъм, чиито повърхности за почивка имат цилиндрична форма, като центърът на този цилиндър съвпада с оста на въртенето на котвата. Поради това при този ход има положение за почивка.

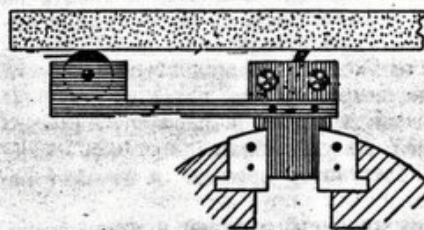
Както вече се каза, трябва за всички зъби и при всяко положение на колелото да се провери дали зъглите на почивката, импулса и падането са еднакви за двата палета. След падането предният ръб на зъба трябва да попадне малко над началото на импулсната плоскост, както това е показано на фиг. 202, положение а. Другите две положения на

същата фигура показват съответно малък и голям зъгл на почивката. Проверката се извършва при положение, че оста на котвата е отдалечена от колелото, т. е. хлабината е „обрана“ нагоре. Както се установи в ч. I, стойността на този зъгл трябва да е  $1\frac{1}{2}^{\circ}$ .

Поради износване може да се наложи да се прешлайфват импулсните плоскости на палетите. Това се налага и когато тези плоскости не са правилно оформени. За тази цел могат да се използват различни приспособления, едно от които е показано на фиг. 203. Палетът се закрепва посредством винчетата в желаното положение на един държач. Последният е хванат на стиските. Чрез движение на шлайфващия инструмент, който се води от палета и ролката, се постига правилното оформяване на импулсната плоскост. За шлайфване може да се използва сапфирена пила, тъй като палетът е закален, след което следва полирането му с диамантин. Плоскостите са оформени правилно, когато продълженията им опират върху импулсната окръжност (вж. построението на фиг. 43).



Фиг. 202. Нормален, малък и голям зъгл на почивка при Грахамов ход



Фиг. 203. Приспособление за шлифване на палети от Грахамов ход

Тъй като при такава поправка е необходимо да се свалят палетите, за да бъде улеснен работникът при поставянето им, е целесъобразно предварително с измерителен инструмент (десятка) да се определи положението на палетите преди разглобяването им.

Регулирането на зъгла на падане става чрез изместване оста на котвата, като в ч. I бе установено при какъв дефект накъде ще трябва да се пре-

мести оста. При това регулиране трябва да се внимава и останалите зъгли да запазят своите необходими стойности.

Ако зъглът на падането е по-голям при входящия, отколкото при изходящия палет, зъглът, който обхваща котвата, е по-малък, т. е. тя е „тясна“. Положението се възстановява, като се намали междуцентровото разстояние. Палетите трябва да се преместят в леглата си малко назад, за да се запази правилната стойност на зъгла на почивката. При обратния случай преместването на всички елементи става в обратна посока.

Намазването на този ходов механизъм става с масло № 4.

Понякога е възможно да се получи и ексцентрицитет или изкривяване на зъби от колелото. При ексцентрицитет, ако зъбите са остри, може колелото да се хване между центри и със здраво закрепена към супорта шлайф-пила се отнемат по-високите зъби. Когато зъбите са из-



кривени стъпката между тях не е еднаква и часовникът може да спре. Такъв дефект се установява при правилно сглобен ходов механизъм. При навит двигател чрез преместване на вилката наляво и надясно се прави най-малко един оборот на ходовото колело. С молив се отбелязват зъбите, при които става заклиняването (върху колелото не бива да се драска с твърд предмет). След изваждане на колелото по изправните зъби се прави шаблон от месингова пластинка, чрез който се контролира разстоянието между повредените зъби. Изкривените зъби се изправят с помощта на здрав месингов пинцет, като положението им се контролира с шаблона. Поправените зъби се полират с полирна пила, но в никакъв случай не трябва да се допуска отнемане на материал с обикновена пила. След монтирането се прави проверка и при нужда отново се поправят, докато се отстрани напълно дефектът. За да се спести време при следващото поставяне на моста и центровката, целесъобразно е правилното положение на същия да се отбележи върху плочата с игла.

В случая, когато зъбите са много деформирани и изправянето им не е възможно, или пък същите са вече изпилявани, колелото трябва да се замени с ново. В противен случай поправката няма да е качествена и най-често води до излишна загуба на време.

Отстраняване на повреди при ход с отстъпване. Този ходов механизъм се среща в две разновидности — с масивна котва и с шварцвалдски ход. Поради по-простата направа по-голямо разпространение има последният вид.

И при този ходов механизъм най-често се износват палетите. При некачествени часовници това износване става едновременно с износването на останалите части, което води до бракуване на часовника. Когато износването не е много голямо, палетите могат да се прешлайфват с камък „мисисипи“ или шкурка. Това става по-трудно за входящата страна, за която е известно, че е оформена по окръжност. Полирането може да стане с гладко парче стомана или олово с диамантин. При по-простите конструкции е достатъчно палетите да се полират с фина шкурка.

Ако анкърът е масивен, той може да се премести чрез избиване по дължината на оста така, че срещу зъбите да попадне здравата част от котвата. Поради тази причина дебелината на котвата се прави 3—4 пъти по-голяма от дебелината на колелото. При будилниците (звънящият механизъм) може да се премести по оста и ходовото колело, като се внимава да не се наруши зацеплението на пиньона му с барабанното колело.

Захващането между котвата и колелото трябва по възможност да е по-дълбоко, за да се използва по-добре импулсната плоскост при предаването на енергията. За тази цел лагерите дават възможност да се регулира междуцентровото разстояние. При изменение на разстоянието ще се измени и ъгълът на падането. Ако се забележи в такъв случай нееднаквост на този ъгъл, трябва да се коригира формата на котвата. Това е сравнително леко при шварцвалдския ход, при който корекцията става чрез изкривяване в съответната посока. Котвата трябва

да се отвърне на син цвят и се препоръчва преди изкривяването да се измери разстоянието между палетите, за да има работникът известна ориентировка при изкривяването.

Отстраняване на повреди при ход „Броко“. Този ходов механизъм заема средно положение между разгледаните два. Както е известно, палетите му представляват полуцилиндри, чийто диаметър е малко по-малък от стъпката на колелото. Работна част е долната четвъртинка на окръжността. Когато зъбът падне с предната си страна върху палета, последният (който се движи по окръжност) връща зъба малко назад. Това връщане е много по-малко, отколкото при хода с отстъпване, поради което и загубите са по-малки.

За да има по-малко триене, палетите на качествените часовници са направени от благороден камък и са закрепени в леглата си посредством шеллак. В такъв случай при промяна в положението им трябва да се разтопи първоначално шеллакът чрез загряване на котвата. Ако палетът е счупен или липсва, пред вид простата му форма той лесно може да се изработи от стомана, а след това да се закали и полира.

#### 66. Повреди и поправки в несвободни ходови механизми за носими часовници

*Поправки при цилиндров ход.* От всички създадени досега несвободни ходови механизми в употребление е останал само цилиндричният ход. Затова поправките при него ще се разгледат подробно. При този ходов механизъм, когато балансът изминава допълнителната дъга, съществува голямо триене между цилиндъра и ходовото колело. За да има часовникът правилен вървеж, от особено значение е енергията, доведена до баланса, да бъде постоянна и достатъчна за преодоляване съпротивлението на триенето. Поради това частите от колелото и цилиндъра, които взаимно се допират през време на работата, трябва да бъдат много точно изработени и грижливо полирани до огледален блясък. Ако се увеличи натискът върху средното колело, като внимателно се натисне с пинцет, и при това балансът спре, налага се основен преглед на колелото и цилиндъра и тяхното взаимно положение.

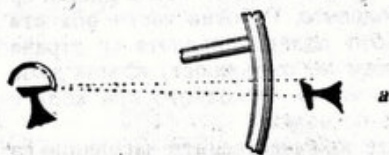
Най-напред се проверява дълбочината на захващането, т. е. правилно ли е положението между цилиндъра и ходовото колело. Пред вид малките размери на частите часовникът трябва да се наблюдава с лупа. С помощта на дървена клечица балансът внимателно се спира и се върти бавно. При това може точно да се установи кога зъбът от колелото е в почивка и кога предава импулс на баланса, т. е. кога се хлъзга по повърхността за почивка и кога върху импулсната плоскост.

Посредством баланса цилиндърът се завърта бавно, докато съответният зъб от колелото падне върху повърхността за почивка (външна или вътрешна). Точно от това положение балансът внимателно се връща назад, като същевременно се наблюдава колелото. Ако то веднага започне да се движи, захващането е плитко, тъй като зъбът е попаднал върху импулсната плоскост и се хлъзга върху нея. Правилно е захващането в случая, когато при споменатото връщане на баланса



периферията му изминава път, приблизително равен на половината от дължината на зъба, както е показано на фиг. 204.

При това положение почивката е достатъчна. Ако балансът измине път, по-голям от указания, преди да започне да се движи колелото, захващането е дълбоко. За да се проверява по-лесно дълбочината на захващането, при някои часовници върху горната плоскост от периферията на баланса е отбелязана една точка (център). Върху долната плоча близо до баланса са отбелязани три точки (фиг. 205). Когато балансът е в покой, т. е. в равновесие, точката от баланса се намира срещу средната точка от плочата. Двете крайни точки

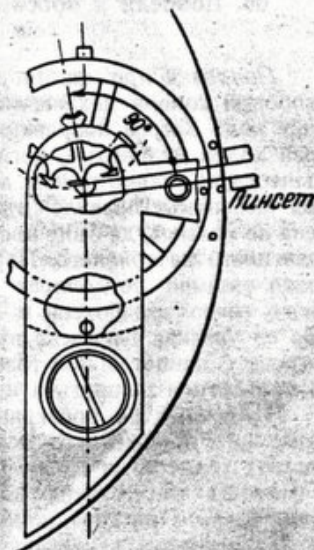


Фиг. 204. Проверка на правилното захващане при цилиндричен ход

трябва да се намират срещу точката от баланса в момента на влизането и излизането на зъба от колелото във входящия и изходящия ръб на цилиндъра. Това най-добре се забелязва при бавно въртене на баланса с ръка.

При повечето часовници дълбочината на захващането се изменя, като се премести долният мост, към който с винтове е закрепен и горният, за да бъде цилиндърът винаги перпендикулярен към моста (вж. фиг. 57). Тъй като положението на моста в повечето случаи е определено от щифтовете Д, то отворите им се райбероват и ако е необходимо, мостът се изпилва от тази страна, към която се придвижва.

Трябва да се направи проверка и на правилното положение на предпазното приспособление. Цилиндърът трябва да се постави в баланса така, че ограничителният щифт (по-точно неговото мислено продължение) да разполовява разстоянието между двата палета. Това положение може лесно да се провери, като с пинцет се хване цилиндърът през импулсните ръбове (вж. фиг. 205) и се следи щифтът да е перпендикулярен на предната челюст на пинцета. Тогава разположението между зъба и цилиндъра при крайните положения на баланса ще бъде както е показано на фиг. 206. Ако се установи неправилно положение, то цилиндърът може да се избие и наново монтира. Когато има изгледи избиването да стане трудно, съществува и друга възможност за изправяне на повредата. В такъв случай се сваля спиралата и месинговата втулка, върху която е закрепен балан-



Фиг. 205. Правилно положение на цилиндъра

сът, се хваща в ръчна стиска или в патронника на струга. Внимателно се завъртва балансът около втулката, докато щифтът заеме правилно положение. След тази операция трябва да се направи проверка, дали балансът не се е деформирал. Когато и по този начин не е възможно да се установи правилното положение на щифта, то в периферията на баланса на подходящо място се пробива отвор и се поставя нов щифт, а след това старият се изпилва.

Трябва да се отбележи, че при правилно монтиран цилиндър, когато балансът е в равновесие (средно положение), външният накрайник на спиралата трябва да съвпада с точката върху баланса.

Острието и гърбът на зъба, както и цилиндърът трябва да бъдат много добре полирани. Ако острието на зъба е закръглено или много тъпо, то за да се намали триенето, е необходимо отново да се изостри. Това става с помощта на камъче за шлифване (мисисипи), чийто профил има формата на нож. След това допирната плоскост се изглажда с полирна пила. Петата на зъба не трябва да се пили, тъй като това ще доведе до намаляване на диаметъра на колелото, което е недопустимо.

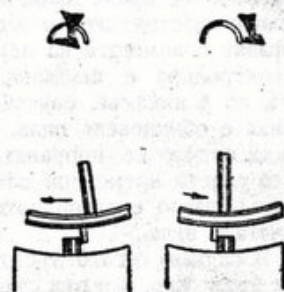
Често върху цилиндъра на височината на зъбите се забелязва следа с виолетов оттенък, която се дължи на продължителна работа. В такъв случай е необходимо с дървена клечица и диамантин да се полира цилиндърът до премахване на следата. Освен това при полирането се премахват и остатъците от засъхнало масло.

Вследствие на много продължителна работа работните части на входящия и изходящия ръб се износват, като на мястото, където става триенето със зъбите, се образуват забележими с лупа каналчета. Вследствие на това триенето се увеличава, движението на баланса се забавя и часовникът почва да изостава. В случая единствената възможност за поправка е заменяването на цилиндъра с нов.

Пред вид на голямото триене в цилиндричния ход е необходимо всичките му елементи да бъдат много грижливо почиствани.

Тъй като при цилиндричния ход работят съвместно стоманени части (цилиндровото колело и цилиндър), съществува опасност от магнетизиране. Ако не се забелязват други дефекти, а на всеки два-три зъба от ходовото колело балансът спира, причината трябва да се търси в магнитното взаимодействие между колелото и цилиндъра. Целесъобразно е всеки часовник, снабден с ход цилиндър, при общия ремонт да се отмагнетизира. За тази операция не се губи много време, а от друга страна, в много случаи се избягва излишно, губене на време в търсене на повредата.

Най-често повреда в цилиндъра става вследствие неправилен начин на работата при сменяване на тампоните. Въпреки че тази поправка

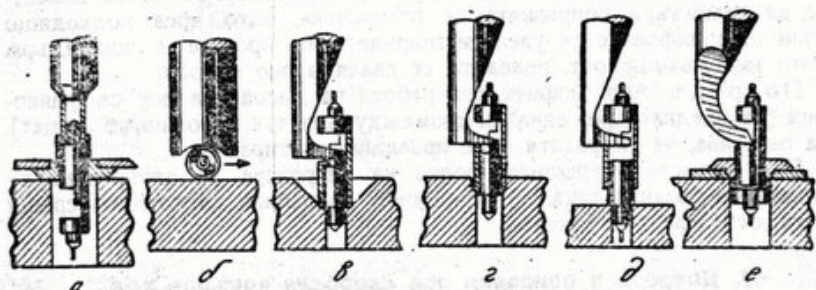


Фиг. 206. Действие на предпазното приспособление при правилно монтиран цилиндър



се отнася повече до балансовия възел, ще се разгледа сега, за да се изчерпи въпросът за цилиндровия ход. При счупени върхове на баланса сменяването на тампоните протича по следния начин:

Изваждане на цилиндъра от баланса. След като балансът се свали от моста, най-напред се сваля спиралата по начин, указан в гл. XIII. Балансът се поставя на наковалня с дупки, така че



Фиг. 207. Последователни положения при сменяване на тампон

цилиндърът свободно, но без голяма хлабина да влиза в отвора на наковалнята. Посредством специален пробой с подходящ диаметър (фиг. 207, пол. а) се избива внимателно цилиндърът, като се внимава да не се повреди леглото на спиралата, тъй като стената на втулката в тази част е много тънка.

Сваляне на счупения тампон. Сваленият цилиндър се поставя върху една гладка плоскост. С подходящ пробой (фиг. 207, пол. б), поставен върху онази част от цилиндъра, в която е впресован тампонът, който ще се сменява, се нанасят леки удари. Вследствие на това цилиндърът леко се валцова и увеличава малко диаметъра си. Тогава тампонът се изважда лесно с помощта на пинцет. В някои случаи тампонът се изважда, като цилиндърът се постави на наковалнята и с подходящ пробой и леко почукване се избива (фиг. 207, пол. в, г). Свалянето на тампона чрез избиване е за предпочитане.

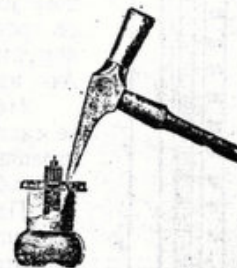
Поставяне на новия тампон. Резервният тампон се избира от наличните, като се следи да има подходящ диаметър и дължина. За диаметъра на върховете му се проверява по лагерните камъни на баланса. Дължината на тампона трябва да бъде такава, че при впресовано положение той да се изравнява с горния ръб на прореза в цилиндъра. Диаметърът на тампона е подходящ, когато, поставен в цилиндъра, без усилие потъва на  $\frac{3}{4}$  до  $\frac{4}{5}$  от дължината си. След това тампонът се поставя на наковалнята, като върхът лежи с дебелината си част в подходящ отвор, а цилиндърът чрез леко притискане се впресова, докато опре в плоскостта на наковалнята (фиг. 207, пол. д). По този начин става сменяването на горния и долния тампон. Не е редно да се използва същият тампон, като се избие нагоре и се оформи нов връх, защото тампонът няма да бъде затегнат достатъчно

здравно в цилиндъра. Наистина, ако тампонът се притрие между две остри пили с много ситни зъби, върху повърхността му се получават грапини (накатка), които могат да го задържат по-здравно. Но в такъв случай той ще остане по-къс и в образуваната кухина ще се набира замърсено масло и прах. Затова по-правилно е при липса на подходящ готов тампон да се престърже на струга нов, като върхът му се оформи окончателно на струга за полиране.

Поставяне на цилиндъра в баланса и проверка. След като са поставени тампоните, балансът се поставя на наковалнята в отвор, в който влиза втулката за спиралата. Цилиндърът се поставя леко в отвора на баланса, като се внимава, щото предпазният щифт да бъде в правилно положение. С подходящ пробой цилиндърът се притиска леко, докато горният ръб на изреза се изравни с месинговата втулка на баланса (фиг. 207, пол. е). Ако върховете са с по-голям диаметър, следва да се шлифват и полират на струг за полиране и окончателно да се определи дължината на оста и се оформят сферичните части на шийките (последните операции са разгледани при направа на балансова ос за часовник с анкъров ход). Следва проверка и евентуално изправяне на баланса за странично биене и балансиране. Преди да се постави спиралата, балансът се сглобява и се проверява правилното разположение на цилиндъра спрямо ходовото колело. Периферията на колелото трябва да попаде в средата на изреза (вж. фиг. 54). Пружината се навива малко и проверката се извършва за всички зъби на колелото, защото последното може да бъде с изкривен венец и на някои места да трие по горния или долния ръб на прореза. Ако се установи такъв дефект, изправянето на ходовото колело става на наковалня от олово (фиг. 208). В специално издълбани легла се поставя колелото, така че спиците да опират на наковалнята. С чукане върху изкривената част на спицата се изправя венецът, за което се следи чрез проверка на осморка.

Когато се установи, че цилиндърът е правилно монтиран, поставя се спиралата, като в повечето случаи външният крайник (колонката) склучва  $90^\circ$  с предпазителят щифт. Върху палетите се поставя смазочно масло, монтира се балансът към моста и се поставя на място. При липса на други дефекти след първите няколко оборота на ключа часовникът започва да работи.

По същия начин протича ремонтът и при смяна на цилиндъра, като трябва да се съблюдава диаметърът и дължината му да бъдат еднакви с тези на повредения. Диаметърът се проверява или с микрометър, или със специална мярка за цилиндри (фиг. 209), като се сравняват двата цилиндъра, поставени в клиновидния отвор на мярката. Не следва да се допуска цилиндър с по-голям или по-малък диаметър, защото се нарушава правилната работа на механизма. Всякакви заглаж-

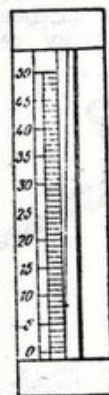


Фиг. 208. Наковалня от олово за изправяне на цилиндрово колело



дания и изпилвания на върховете на зъбите, когато цилиндърът е с по-голям диаметър, обикновено довеждат до непоправими повреди.

За препоръчване е при липса на подходящ цилиндър поправката да не се извършва, защото в противен случай се губи излишно време.



Фиг. 209.  
Мярка за  
цилиндри

Често се случва часовникът да спира или изостава поради това, че върховете на оста се износват в тази част, с която се трият в камъните. Горната част в такъв случай се оформява като главичка от топлийка. Когато това износване не е много голямо, върховете може да се прешлайфват на струг и при малко увеличена, но допустима хлабина часовникът да възобнови работата си. Ако износването е голямо, трябва да се сменят тампоните.

Най-честите повреди при цилиндричния ход могат да се систематизират и накратко да се посочи начин за отстраняването им (за подробностите по изпълнението да се съблюдават правилата, дадени дотук):

**Повреда.** Когато няма или е малка почивката при входящия и изходящия ръб, това показва, че междуцентровото разстояние е голямо.

**Поправка.** Намаляване междуцентровото разстояние чрез преместване лагерите на цилиндъра към ходовото колело.

**Повреда.** При голяма почивка на входящия и изходящия ръб междуцентровото разстояние е малко.

**Поправка.** Увеличаване междуцентровото разстояние чрез преместване на лагерите на цилиндъра.

**Повреда.** Ако при бавно превъртане падането на зъба от външната и вътрешната страна не е симетрично спрямо средното положение (точката от баланса не съвпада с крайните точки от плочата), това означава, че цилиндърът не е сглобен правилно по отношение на баланса.

**Поправка.** Цилиндърът трябва да се постави в правилно положение или като се извади от баланса и наново се сглоби, или като се завърти втулката, в която е впресован, по отношение на баланса.

**Повреда.** Ограничителният щифт на баланса при равновесното му положение не се намира точно срещу неподвижния щифт, но захващането е добро и падането на зъба според предната точка е правилно. Това означава, че щифтът не е поставен правилно.

**Поправка.** Щифтът се изпилява и на правилното положение се поставя нов.

**Повреда.** Падането на зъба върху външната и вътрешната страна на цилиндъра е много малко, което означава, че зъбите са дълги.

**Поправка.** Чрез шлифване се намалява малко дължината на зъба откъм острието. В никакъв случай зъбите не трябва да се пият от задната страна.

**Повреда.** Ако падането на зъба върху двете страни е голямо, това означава, че зъбите са къси.

**Поправка.** Заменя се колелото с ново. Ако тази повреда не пречи на работата, може да не се отстранява.

**Повреда.** Ако падането на зъба не е еднакво от двете страни, това означава, че зъбите се намират на нееднакво разстояние един от друг.

**Поправка.** Заменя се колелото с ново.

**Повреда.** Периферията на колелото трие в горния ръб на изреза.

**Поправка.** Ако не съществува възможност за осево изместване на цилиндъра, поправката се отстранява, като чрез подходящо камъче за шлифване се увеличи ширината на прореза в цилиндъра. Когато има възможност, колелото се сваля малко надолу.

**Повреда.** Ако ударите при работа на часовника не са равномерни (не следват през еднакви промеждутъци, т. е. часовникът „куца“), това означава, че спиралата не е правилно монтирана.

**Поправка.** Вътрешната ролка на спиралата се завърта върху втулката на баланса така, че външният крайник да попадне срещу белега, отбелязан на баланса.

## 67. Повреди и поправки при свободен анкъров ход

Свободният анкъров ход има най-голямо разпространение при преносимите часовници. Причината за това е сравнително голямата точност на часовниците, които са снабдени с такъв ходов механизъм, както и сравнително лекото му изработване, особено при щифтовия ход.

Свободният анкъров ход се характеризира с наличието на допълнителен елемент между ходовото колело и регулатора — вилката. Посредством нея е възможно да се освободи балансът по време на допълнителната му дъга, при което той увеличава амплитудата си, а с това се постигат и по-точни показания на часовника.

Освен механическите повреди, които биха могли да се появят в ходовия механизъм (счупване на ос и др.) и които могат да се отстранят по общите методи, указани на съответните места за правилната работа на механизма, е от особено значение правилната центровка на отделните елементи. Тъй като вилката е елемент, намиращ се във взаимодействие и с колелото, и с регулатора, трябва да се провери разположението ѝ спрямо тези два елемента. Действието на механизма е подробно обяснено в ч. I. В настоящата глава ще се разгледат въпроси от практическо естество, необходими за поправката на механизма. Като се спазва последователността на работата, въпросите ще бъдат разгледани в следния ред:

монтиране на вилката в лагерите и проверка на хлабините;

проверка на разположението между вилката и елипсата с оглед правилното предаване на импулса;

проверка на предпазното приспособление и

проверка на разположението между палетите и зъбите на колелото.

**Монтиране на вилката.** Вилката не е балансирана спрямо оста си, затова след като се постави на място (при добре затегнат мост и ненавит часовник), трябва при промяна в положението на часовника тя да се отклонява ту към единия, ту към другия ограничи-



телен щифт. Ако часовникът се постави с ключа нагоре, вилката трябва сама да падне към долния щифт и обратно. По такъв начин ще се установи, че хлабината не е малка. Голямата хлабина също така ще попречи на правилната работа. Голямата хлабина може да се установи чрез придвижване на шийката в лагерите с помощта на пинцет. По направление на оста хлабината не трябва да е по-голяма от 5 стотни до 1 десета от милиметъра. В противен случай има опасност при обръщане на часовника в различни положения вилката да се измества по оста, при което ще се наруши правилното ѝ взаимодействие с колелото и импулсната ролка.

Страничната (радиалната) хлабина в лагерите може да се установи, като монтираната вилка се притисне с пинцет към единия лагер, напр. долния, и внимателно се разклаща в горния. Голямата хлабина може да се установи чрез наблюдение с лупа. Нормалната хлабина при нови ръчни и джобни часовници е от 5 до 15 хилядни от милиметъра. Тази хлабина може да се установи и при демонтирана вилка, като шийките на оста ѝ се поставят в съответните лагери и вилката се наклони встрани. По наклона на вилката може да се прецени дали хлабината е в границите на допустимото. При проверка, направена по този начин, може да се установи и овалност (некръгла форма) на отвора. Така например, ако в една страна (обикновено по направление към анкерното колело) вилката се наклони повече, това означава, че отворът не е кръгъл и ако лагерът е сменяем, ще трябва да се подмени.

Голямата и особено нееднаквата хлабина се отразяват извънредно неблагоприятно на работата и такъв дефект в много случаи е причина за неизправната работа на часовника.

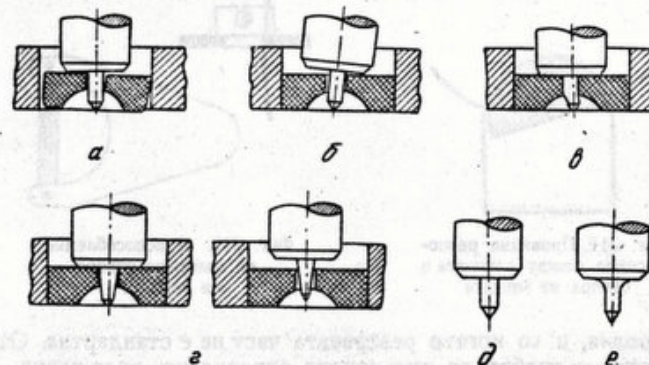
Голямата осева хлабина на котвата се отстранява, като се наведе моста чрез изкривяване в предния му край или се повдигне от задната му страна. Повдигането става, като на подходящо място с ръчен нож (калем) се поставят няколко центри. Може да се постави под моста и малко парче станиол. Повдигането има предимство, тъй като не се нанасят трайни повреди на механизма както при изкривяването. Но когато повдигнатият мост ще пречи на движението на баланса, изкривяването е единственият начин за отстраняване на този дефект. Когато се установи, че осевата хлабина е малка, най-правилно е да се повдигне целият мост посредством станиолова подложка. Така мостът остава успореден на първоначалното си положение и оста на отвора ще съвпада с оста на шийката. Последното условие не може да се изпълни, ако мостът се изкривява или повдига едностранно.

Малка странична хлабина не може да се появи, тъй като това ще е придружено със затягане и часовникът не ще работи. Такъв дефект е възможен само при прости конструкции, където оста на котвата лагера направо в метала и лагерът неправилно е затегнат. В такъв случай лагерът се разширява чрез райбироване.

По-често се среща случаят, когато вследствие износване или неподходяща замяна на лагера страничната хлабина е по-голяма от нормалното. При сменяем лагер поправката се отстранява чрез подменянето му с нов, подходящ по размери. При лагер, оформен направо в

моста, се налага той да бъде затегнат. Не бива поради неправилно монтиране на новия камък да се допуснат нови повреди.

Например ако камъкът не е поставен правилно в леглото (както е показано на фиг. 210-а), ще се намали страничната игра или пък оста на вилката ще се наклони (фиг. 210-б). Изкривяването на шийката



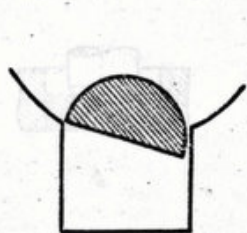
Фиг. 210. Възможни грешки при лагуването на вилката

също може да доведе до намаляване на хлабината (фиг. 210-в). При направа на нова анкерова ос шийката трябва да бъде цилиндрична. В противен случай, ако е оформена конично, при преместване на оста във вертикално положение се изменя и страничната хлабина, както е показано на фиг. 210-г. Също така закръглеността в основата на шийката (фиг. 210-д) трябва да бъде по възможност по-малко, защото голямото закръгление също ще измени хлабината. Както е показано на фиг. 210-е, когато оста лежи на камъка, липсва странична хлабина и може да се получи затягане, което ще предизвика спиране на часовника.

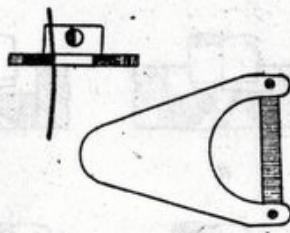
Проверка на разположението между вилката и елипсата. Най-напред се проверява дали елипсата е перпендикулярна към ролката, на която е закрепена. Тъй като тя е закрепена с шеллак, когато стане нужда да се промени положението ѝ, ролката предварително трябва да се загрее до необходимата температура. При поставяне на нова елипса трябва да се държи сметка за дебелината ѝ, която трябва да е малко по-тясна от отвора на вилката. Тази хлабина е необходима, за да става леко движението при предаване на импулса. Голямата хлабина ще доведе до големи загуби на енергия, а липсата на хлабина ще предизвика спиране на часовника. Разположението между елипсата и вилката е показано на фиг. 211. За да се намалят загубите от триене, стените на отвора на вилката трябва да се полират. Това може да стане със стоманена пластинка за окачка на махало. За удобство тази пластинка може да се закрепя на ламаринен държач, чиято форма, както и начинът за полиране са показани на фиг. 212.



Друг въпрос, който изниква, е до каква дълбочина трябва да проникне елипсата в отвора на вилката. Това съотношение зависи от разстоянието на елипсата до оста на баланса и обикновено при ремонт не се налага такава проверка. Това е нужно, когато се подменя им-



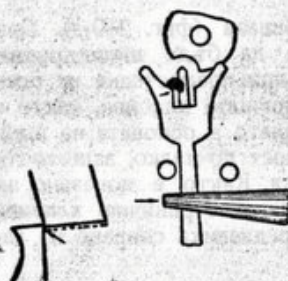
Фиг. 211. Правилно разположение между елипсата и отвора на вилката



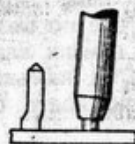
Фиг. 212. Приспособление за полиране отвора на вилката

пулсната ролка, и то когато резервната част не е стандартна. От друга страна, елипсата трябва да има строго определено положение спрямо рогчетата на вилката и ако то е спазено, следва, че и захващането в дълбочина ще е нормално.

Преди елипсата да дойде до отвора на вилката, тя ще премине покрай съответното ѝ рогче. Както се установи в ч. I, при това положение вилката е притисната към ограничителния шифт под действието на ъгъла на притеглянето. За да е възможно движението, между елипсата и рогчето трябва да има определена хлабина. Тази хлабина трябва да позволява на вилката да се завърта на ъгъл, по-малък от ъгъла на почивката.



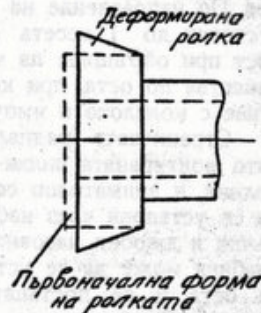
Фиг. 213. Проверка на предпазното приспособление спрямо ъгъла на почивка



Фиг. 214. Огъване на ограничителните шифтове

В противен случай зъбът от колелото може да попадне на импулсната плоскост на палета, без това да е необходимо. На фиг. 213 е показано такова положение, тъй като рогчето е опряло в елипсата, но зъбът се намира върху повърхността за почивка. От друга страна, хлабината, за която става дума, трябва да е по-голяма от хлабината между предпазната ролка и копието. В противен случай ще се получи дефектът, показан на фиг. 87. Когато хлабината между рогчето и елипсата е по-малка от нормалното, поправката се извършва чрез внимателно и грижливо изпиляване на рогчето, последвано от полиране. Възможно е обаче хлабината да е по-голяма от необходимото. В по-стари ръководства се препоръчва да се увеличи дължината на анкера чрез

изковаване. Такава поправка е възможна само при месингов анкер. Отвърщане и изковаване на стоманен анкер не се препоръчва. В този единствен и изключителен случай е допустимо да се огънат ограничителните шифтове навътре, като по този начин хлабината ще се намали. За да остане тази част от шифта, в която опира вилката, перпендикулярна на плочата, огъването на шифта става с двойна чупка. За целта се използва пробой с подходящ диаметър. Случаят нагледно е показан на фиг. 214. Трябва да се има пред вид, че след установяването на шифтовете в новото им положение, отново трябва да се направи проверка на палетите и ако е необходимо да се промени положението им. Проверка трябва да се направи и на предпазното приспособление. Този начин на работа отнема повече време, но е единствено правилен и при него няма да се получи разцентроване поради некачествен ремонт.



Фиг. 215. Деформирана предпазна ролка

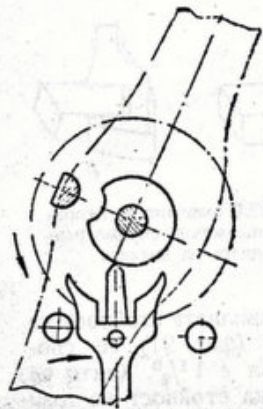
Проверка на предпазното приспособление. Това е следващият етап от проверката и центровката на ходовия механизъм. Предназначението на предпазното приспособление е да предпазва вилката от прехвърляне, т. е. от преминаване към другия ограничителен шифт, без да е предаден импулс. Това явление настъпва вследствие неуравновесеността на вилката и под действието на случайни сътресения.

При появата на такава причина копието за момент ще опре в предпазната ролка и веднага след това под действието на ъгъла на притегляне ще се върне в крайното си положение. Тъй като копието и ролката, макар и за кратко, ще трият помежду си, допирните им части трябва да са много гладки и добре полирани. Особено важно е предпазната ролка да е с правилна цилиндрична форма и да не „бие“ по отношение оста на въртенето. Ако това условие не е изпълнено, хлабината между копието и ролката при различните положения на последната няма да е еднаква. Това основно разцентрова работата на механизма, защото се установи, че тази хлабина има отношение и към ъгъла на почивката. Неправилна форма на ролката може да се получи и при погрешно демонтиране и монтиране на същата. Поради незнание или недобросъвестност някои работници измъкват ролката с клещи, при което тя загубва правилната си цилиндрична форма. Ако диаметърът на оста, върху която се впредова ролката, е по-голям и ролката се набива със силни удари, същата се деформира и приема формата на пресечен конус (фиг. 215). Въпросът за правилното монтиране и монтиране на ролката е разгледан по-подробно при балансирния възел. Ако причинената деформация не е много голяма, същата ролка ще може да се използва, като се престърже и получи правилна цилиндрична форма. Това намаляване на диаметъра изисква изтеглянето на копието напред, за да остане хлабината в допустимите граници.

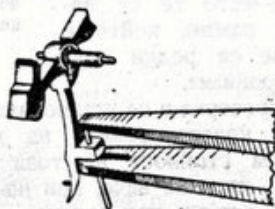


При проверката на предпазното приспособление трябва да се спазва следният ред:

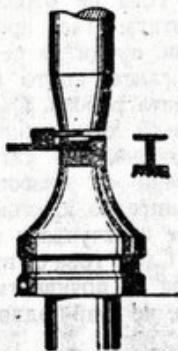
Внимателно чрез палеца на лявата ръка, с която се държи часовникът, балансът се спира в някое произволно положение от допълнителната си дъга (фиг. 216). С дървена клечица вилката се отделя от ограничителния щифт, докато копието опре в предпазната ролка. При



Фиг. 216. Проверка на предпазното приспособление



Фиг. 217. Специален пинцет за изтегляне на копието



Фиг. 218. Наковалня за изковаване на копието

това положение балансът внимателно се завърта към своето средно положение. Следи се острието на зъба от ходовото колело да не напуска повърхността за почивка на палета при това движение на баланса. Това показва, че хлабината между копието и ролката позволява на котвата да се завърти на ъгъл, по-малък от ъгъла на почивката, което е необходимо условие за правилна центровка. Тази хлабина трябва също така да е по-малка и от хлабината между елипсата и рогчето на вилката. В противен случай ще се получи дефектът, показан на фиг. 87. Практически се приема хлабината между елипсата и рогчето да е половината от почивката, а хлабината между копието и предпазната ролка —  $\frac{1}{4}$  от почивката. От изложеното е ясно, че желаната хлабина може да се постигне, като се променя дължината на копието.

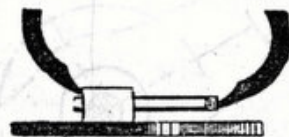
Ако копието има формата, показана на фиг. 84-а, удължаването може да стане със специален пинцет така, както е показано на фиг. 217. Такъв инструмент може да се направи лесно, като се използва някой стар пинцет и на едната му челюст се направи подходящ по дължина и ширина прорез. Удължаването може да стане чрез изковаване на рогчето, като анкрът се поставя на специална наковалня (фиг. 218). Напречното сечение на наковалнята е показано отдясно на фигурата. Към всяка добра нитовъчна машина има такъв инструмент. При из-

важдане или скъсяване на рогчето може да се използва пинцет за изваждане на стрелки така, както е показано на фиг. 219.

Когато копието е занитено, удължаването може да стане чрез изковаване по споменатия начин. Скъсяването в този случай става чрез изпиляване върха на копието под ъгъл от  $90^{\circ}$ — $100^{\circ}$ . Закрепването на вилката и начинът на изпиляването ясно личат от фиг. 220.

Трябва да се направи забележка, че определянето на хлабината на рогчето е една от най-отговорните и прецизни работи при поправката на часовника, поради което при извършването на споменатите работи се изисква голямо внимание и търпение. Работата се извършва съвсем бавно и необходимите хлабини се установяват чрез неколкостепенни изпробвания.

Ако изрезът в ролката е много дълбок, ще се получи заклиняване. В такъв случай единствената възможност за поправка е смяна на цялата ролка или смяна на предпазната ролка, ако конструкцията ѝ позволява това. При някои конструкции голямата и малката ролка се изработват и впресоват в оста поотделно. В такъв случай особено внимателно се следи при впесоването изрезът от предпазната ролка и елипсата на импулсната ролка да лежат на една линия, която минава



Фиг. 219. Изместване на копието с пинцет за изваждане на стрелки

през оста на ролката. Ако това условие не е изпълнено, съществува възможност часовникът да спре, както в увеличен вид е показано на фиг. 221. Същият дефект може да се получи и ако елипсата е не-



Фиг. 220. Скъсяване на копието чрез изпиляване

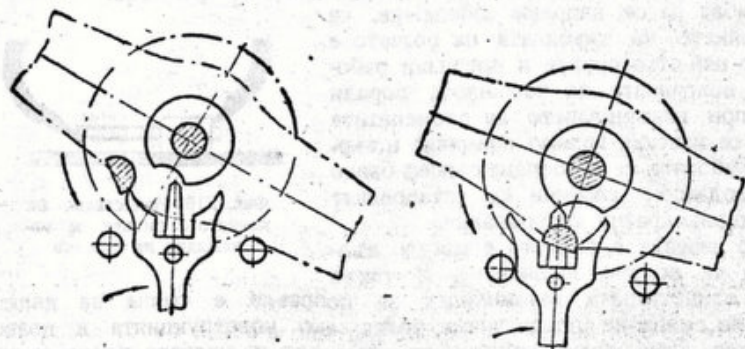
правилно закрепена и е наклонена към равнината на ролката. В такъв случай елипсата чрез внимателно нагряване трябва да се разпели и постави в правилно положение, след което с малко шеллак се залепва към ролката. При залепването шеллакът трябва да се постави от горната страна на ролката, за да не попадне върху работната част на елипсата.

Вследствие на продължителната работа отворът (устата) на вилката, в който влиза елипсата, се разширява повече, отколкото е необходимо. Това особено често се случва при щифтов ход (главно будилници), където елипсата е заменена със стоманен щифт и триенето е по-голямо. В този случай щифтът може да се смени, като новият е с по-голям диаметър. В някои конструкции за предаване на импулса се използват два щифта и при тях регулирането на хлабината може да стане чрез отдалечаване на щифтовете един от друг. Опитен работник може да намали хлабината чрез извиване рогчетата на вилката с леко почукване или натискане с кръгли клещи. Ако вилката е от стомана,



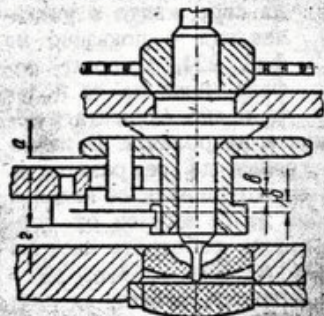
тя предварително трябва да се отвърне на син цвят и след това рогчетата ѝ внимателно да се извият чрез притискане между челюстите на малка стиска с винт.

Трябва да се следи и за разположението между вилката и ролката във височина. Както се вижда от фиг. 222, между горната плоскост на вилката и импулсната плоскост трябва да има достатъчно



Фиг. 221. Дефекти при неправилно разположение между елипсата и предпазната ролка

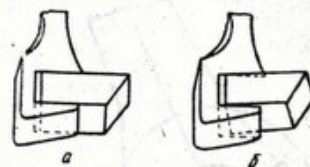
разстояние  $a$ , за да не трият двете части една в друга. Елипсата трябва да излиза от вилката надолу, но не трябва да опира в копието (разстоянията  $b$  и  $c$ ). Копието трябва да бъде в средата на предпазната ролка и да се намира на известно разстояние  $g$  от долната плоча. Тези разстояния трябва да са достатъчно големи, така че при различни положения на часовника, вследствие на нормалните осевни хлабини, частите да не закачат една в друга.



Фиг. 222. Правилно разположение по височина между вилката и копието

Проверка на палетите. Най-напред е за препоръчване да се провери разположението между палетите и зъбите на ходовото колело във височина. Правилно е положението, когато работната част на зъба попада в средата на палета по височина така, както е показано на фиг. 72. Конструктивно това условие е изпълнено още при фабричния монтаж, като обикновено горната плоскост на палетите съвпада с горната повърхност на котвата. При нужда е необходимо палетите да се поставят на подходящата височина, защото в противен случай при неизбежните осевни хлабини палетът и колелото може да

се разминат, без да са свършили определената им работа. Това важи особено при смяна на палети. Трябва да се провери също дали плоскостта на палета е успоредна на плоскостта на котвата (фиг. 223-а). Ако това условие не е изпълнено, разположението на палета ще бъде така, както е показано на фиг. 223-б. В такъв случай импулсната плоскост на палета няма да е перпендикулярна на равнината на зъба и при различни положения взаимодействието между тези два елемента ще е различно. Това се отразява неблагоприятно на работата. Тази проверка трябва да се направи, преди да се премине към проверка на зъбите, които имат значение за правилната работа. Също така трябва да се провери дали работните части на палетите са здрави, тъй като най-често те са направени от благороден камък, който е сравнително крехък, и не са редки случаите на счупване или оронване.



Фиг. 223. Правилно и неправилно положение спрямо равнината на вилката

След това се прави проверка и се установява правилната стойност на ъгъла на почивката. При конструирането на хода (фиг. 91) се спомена, че най-подходящата стойност на този ъгъл е  $1\frac{1}{2}^\circ$ . Както се



Фиг. 224. Измерване на почивката чрез шийката на балансовата ос

изтъкна вече, при по-малка стойност на този ъгъл и при големи хлабини на лагерите (вж. фиг. 201) той не може да изпълни предназначението си. Голямата стойност обуславя и големи загуби на енергия при освобождаването на колелото. В такъв случай, ако по някоя причина енергията, доведена до ходовото колело, е сравнително голяма (напр. по-силна пружина), а амплитудата е по-малка, балансът не ще има достатъчно енергия да освободи колелото и часовникът ще спре. Това е една от причините за т. нар. „спиране на почивка“. Другите причини за такова спиране са от конструктивен характер и излизат извън интересите на работника-часовникар.

Измерването на ъгъла на почивката в градуси, както това става при построяването, в обикновената практика при поправките не е възможно. Затова почивката (по-точно разстоянието, с което зъбът е навлязъл в повърхността за почивка) може да се сравни с някой размер от другите части. В случая се използва диаметърът на шийката на балансовата ос, като зъбът трябва да захваща  $\frac{2}{3}$  от този диаметър. Нагледно това условие е показано на фиг. 224, където окръжността показва диаметъра на шийката. Това съотношение е подходящо за качествени часовници. В противен случай може да се приеме дъл-



бочината на захващането да е колкото диаметра на шийката. Това условие е валидно и при часовници с по-малки размери.

Възможно е проверката да се извърши и като се наблюдава движението на баланса, тъй като винаги се знае взаимното разположение на тези елементи. За такава проверка е необходимо да се разполага

с по-добри условия, които в обикновената практика трудно могат да се осигурят, и се препоръчват при фабричен монтаж.<sup>1</sup>

Ако се установи, че ъгълът на почивката е с неподходяща стойност, правил-



Фиг. 225. Поставка за преместване на палетите

ното разположение се установява чрез преместване на палетите.

Относно ъгъла на падането вече е известно, че неговата стойност трябва по възможност да е по-малка. Ако ъгълът е голям или пък нееднакъв за двата палета, това се отразява на работата на часовника. Такива грешки биха могли да се появят вследствие погрешно изработване, който дефект се установява при заводската проверка и в практиката почти не се среща. По-често това се дължи на неподходящи по ширина палети или изкривени зъби от колелото. И в двата случая повредените елементи трябва да се заменят с нови. При добри условия в известни случаи може да се прешлайфват зъбите на колелото, но обязательно с помощта на делителен апарат към струга.

Проверката между палетите и зъбите трябва да се извърши за всеки зъб, защото, както се каза, зъбите може да са деформирани или общо колелото да е ексцентрично спрямо оста на въртене. При тази проверка котвата с помощта на дървена клечица се придвижва от единия до другия ограничителен щифт, като пропуска зъб след зъб. Котвата трябва да е притисната леко към колелото така, че хлабината да се „обере“ към него. Котвата трябва да пропусне всички зъби, като ъглите при всеки зъб трябва да имат необходимите стойности. Следи се също така след разминаването на импулсните плоскости вилката да не опира веднага в ограничителния щифт, а да се завърти на един малък ъгъл — ъгъла на загубения път. Без него действието на механизма е несигурно.

Както вече се каза, изменението на ъглите за почивка и загубения път не трябва да става чрез огъване на ограничителните щифтове. Това е позволено, както подробно се поясни, само при регулиране хлабината между елипсата и рогчето на вилката.

Преместването на палетите, което се налага при една такава центровка, трябва да стане с голямо внимание. Дори и за опитен работник са необходими понякога неколкократно опити, докато се установи

<sup>1</sup> Този въпрос е осветен подробно в книгата на Dr K. Giebel, A. Helwig — Die Feinstellung der Uhren, Verlag Technik, Berlin, 1952.

правилното положение. Пред вид на това, че палетите са закрепени в гнездата си посредством шеллак, котвата се поставя на една нагрята поставка, наричана понякога „коректор“ (фиг. 225). При температура 80 до 100° шеллакът се разтопява и чрез остра игличка палетите се преместват в желаното положение. В случай че се наложи поставянето на нов шеллак (напр. при смяна на палети), той се поставя от долната страна на котвата така, че образуваната капчица да не закача в горния мост, който е много близо до котвата, а от друга страна, да не се нарушава добрият външен вид. Следи се шеллакът при разтопяването си да не попадне върху работните части на палетите.

Тези проверки на ходовия механизъм са необходими както при забелязани повреди, така и при сглобяване на часовника след почистване. Употребеното време за такава проверка не е загубено, тъй като се постига качествен ремонт, а често пъти се спестява повторно разглобяване на часовника.

## 68. Повреди и поправки в щифтов ход

Щифтовият ход се употребява главно в будилниците, но напоследък все повече намира приложение и при неособено качествени ръчни и джобни часовници, като измества цилиндровия ход.

Както се поясни в част I, зъбите имат форма на клин, а за палети се използват кръгли стоманени щифтове. Характерно за този ход е, че не е чувствителен към замърсяване и не изисква спазване на точното междуцентрово разстояние. Като недостатък може да се изтъкне голямото триене между зъбите и щифтовете и сравнително малката точност, която дава.

Най-често при този ход се повреждат (износват) щифтовете. Поправката се извършва, като се заменят с нови. В краен случай износеният щифт може да се употреби, като се извади и наново постави, но завъртян така, че да опира със здравата си част в колелото. При малки часовници за отстраняването на такава повреда се изисква голяма сръчност и за предпочитане е да се сменят оригиналните щифтове или целият анкр.

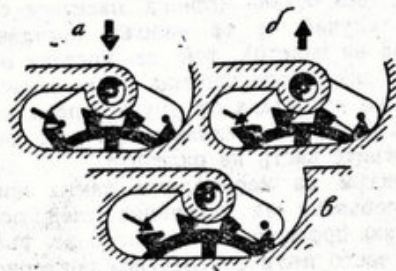
В някои случаи след продължителна работа се износва и колелото, като зъбите в задния си край се подгъват. Ако износването не е голямо, зъбите може внимателно да се прешлайфват на ръка, без да се намалява външният диаметър на колелото. В някои случаи се износва и предният ръб на зъба. Това също нарушава правилната работа на механизма.

След поправката на щифтовете и колелото трябва да се провери правилното междуцентрово разстояние.

На фиг. 226-а е даден случай, когато щифтът пада върху импулсната плоскост на зъба. Това означава, че междуцентровото разстояние е голямо и трябва да се намали. Захващането в този случай е плитко. На фиг. 226-б захващането е дълбоко — щифтът пада много навътре и разстоянието трябва да се увеличи. На фиг. 226-в е показано правилно захващане — щифтът пада непосредствено пред предния ръб на зъба.



С оглед регулирането на междучентровото разстояние обикновено един от лагерите на анкръа е висещ и регулирането се постига чрез огъването му. В старите часовници „Роскопф“ за това регулиране се предвижда винт, чрез който долният лагер на анкръа може да се премества.

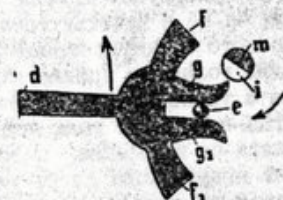


Фиг. 226. Палтко, дълбоко и нормално захващане при шифтов ход

На фиг. 227 върху анкръвото колело нагледно са показани дефектите, които могат да се появят. Предаването на импулса върху баланса може да стане по един от познатите начини. Най-често при будилниците устата на анкръа има особена форма (фиг. 228, вж. и фиг. 73) и предава импулса чрез стоманен шифт. За предпазно приспособление се използват двете странични рождета и оста. При крайните положения на анкръа хлабината между предпазните рождета и оста трябва да бъде еднаква. Регулирането на тази хлабина става, като се завъртят срещуположно в съответната посока двете части на анкръа, докато и от двете страни на оста се получи еднаква хлабина.



Фиг. 227. Дефекти при шифтов ход



Фиг. 228. Форма на предния край на вилката при шифтов ход

При този ход намазването на металните лагери става с масло № 3, лагерите от камък и коничните лагери — с № 2, шифтовете на анкръа — с № 4.

### Глава XIII

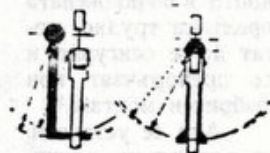
## ПОВРЕДИ И ПОПРАВКИ В РЕГУЛАТОРА

### 69. Повреди и поправки в махалото

Късите и леки махала се окачват направо върху вилката, така че центърът на въртене на котвата е същевременно и център на въртене на махалото. Когато махалото е тежко, лагерите на котвата ще бъдат

много натоварени, което ще причини бързото им износване. Поради тези причини махалото обикновено се окачва отделно от котвата посредством вилка.

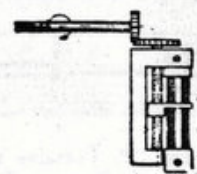
Основно изискване е вилката да предава движението на махалото без голяма загуба на енергия. Затова тя не трябва да бъде много



Фиг. 229. Преплъзване между пръта на махалото и вилката



Фиг. 230. Окачване на махалото върху конец



Фиг. 231. Изменение дължината на махалото с помощта на винт и двойка зъбни козела

дълга. От друга страна, в мястото на допирането между махалото и вилката трябва да има хлабина, тъй като често пъти центрове на въртене на махалото и вилката не съвпадат. В такъв случай двете части се движат по дъги с различни радиуси и между тях съществува плъзгане (фиг. 229). За намаляване на загубите от триене и на шума мястото на допиране между махалото и вилката се смазва.

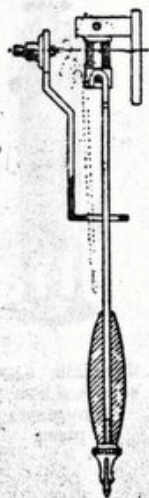
Окачването на махалото може да бъде най-различно. В част I се спомена, че при по-старите часовници махалото се окачва на конец, в единия край закрепен за една ос. Чрез въртене на оста — обикновено откъм цифреника — конецът се навива върху нея и дължината на махалото се променя (фиг. 230). Подобно регулиране може да има и когато махалото е окачено на пластинки. В този случай пластинките се обхващат от една вилка (фиг. 231), която с помощта на винт и двойка зъбни козела може да се качва и слиза надолу, като при това променя дължината на махалото.

Засега окачването на махалото върху две стоманени пластинки е най-добрият начин. Когато пластинките са две, те трябва да имат еднаква дължина, за да бъдат еднакво натоварени. Горният край трябва да лежи много добре в неподвижната конзолка. Той трябва да бъде свободен, но без хлабина, така че теглото на махалото да е достатъчно да го постави винаги в правилно положение. Това е необходимо, в случай че механизмът е поставен в кутията не точно на място (фиг. 232).

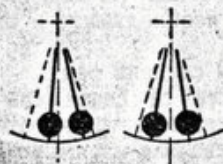
За да работи часовникът точно, необходимо е лещата, един път поставена в дадено положение, да не се измества. Гайката, която поддържа лещата, трябва да се навива върху винта доста стегнато. Това се постига, като върху гайката с трионче се прави изрез и пружиниращите части се притиснат с клещи така, че триенето между гайката и винта да се увеличи. Когато гайката е дълга, разрезът се прави диаметрално от долу на горе. Дължината на разреза е от  $\frac{2}{3}$  до  $\frac{3}{4}$  от дължината ѝ. По-къси гайки се срязват по радиуса на ця-



лата им дължина. При употреба на контрагайка след всяко преместване на лещата двете гайки трябва да се затягат една към друга. При някои механизми се използва пружина, посредством която махалото и гайката се движат заедно, т. е. лещата следва гайката. При поставяне или окачване на часовник с махало трябва да се обърне внимание прътът на махалото да стои свободно във вилката и да не опира в дъното на канала ѝ. В противен случай махалото няма да може да виси свободно в отвесно положение, ще бъде притиснато, което ще се отрази върху работата му.



Фиг. 232. Окачване на махалото на стоманени пластинки



Фиг. 233. Неправилно и правилно центровано махало

ровата ос и внимателно с ръка се държи анкърът при свален цифреник, а махалото с вилката се завърта в желаната посока.

При по-прецизните часовници за лесно регулиране вилката има сложна форма (вж. фиг. 50-б).

За предпочитане е след окончателната центровка кутията на часовника да се закрепва неподвижно към стената. За целта при старите часовници в долния край на кутията има два винта с остри върхове.

Пластинките на окачката трябва винаги да имат направлението на махалото. Не трябва да се допуска никаква чупка при долния крайник от окачката. Закрепването на последната се проверява, като махалото се поставя в отвесно положение, натиска се надолу и се движи към стената и обратно. При това положение окачката трябва да се върти без излишна хлабина в конзолата около горния шифт.

От голямо значение за точността на часовника е правилното разположение между ходовото колело, анкъра и махалото. При правилно монтиран часовник ударите са равномерни, т. е. следват през еднакви промеждутъци от време. Проверката за правилното монтиране се извършва по следния начин:

Махалото се придвижва бавно с ръка наляво и надясно, докато се чуе шумът от падането на зъбите върху палетите. Ако ударът от едната страна се чува по-късно, отколкото от другата, налице е недобра центровка — часовникът „куца“. Ако ударите следват равномерно, центровката е добра (фиг. 233). Тази проверка се извършва, когато часовникът е поставен правилно върху стената и в спокойно състояние махалото се намира в средата на кутията.

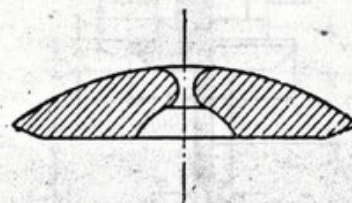
Отстраняването на такъв дефект може да стане по различни начини. При най-евтините часовници регулирането се извършва чрез изкривяване на вилката, която е от тел. В повечето случаи обаче вилката е навита с резба върху анкърника.

При по-евтини часовници и главно при будилниците се използват т. нар. лагери с остри шийки. При тях крайт на оста завършва с конична част, чийто край е съвсем леко заоблен. Тази остра шийка лагери в конично гнездо с по-голям ъгъл, на дъното на което също така е оформена сферична част (фиг. 235). Установено е, че триенето при такъв лагер зависи само от сферичното заобляне в края на шийката. Така че стремежът е това закръгление да е с възможно по-малък радиус, което условие трябва да се има пред вид при възобно-

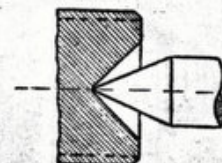
При завиването им те се забиват малко в стената и пречат на разместването. При новите часовници, където в повечето случаи винтовете липсват, върху стената може да се отбележи с молив правилното положение, за да може лесно да се възстанови при евентуално разместване.

## 70. Повреди и поправки в баланса

Пред вид на това, че енергията, която достига до баланса, е много малка, движението му трябва да е съвсем леко и с минимални загуби. Затова трябва да се обърща голямо внимание на правилното оформяне на движещите се части от балансвия възел. За да се намали



Фиг. 234. Камък за баланс лагер, чийто отвор има форма, благоприятна за намаляване на триенето



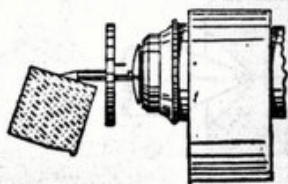
Фиг. 235. Коничен лагер при баланс (лагер с остра шийка)

до минимум триенето в лагерите на баланса, те имат конструкция, различна от тази на другите лагери в механизма. От фиг. 102 се вижда, че страничното положение на оста се определя от камъни, в чиито отвори влизат шийките. Осевото изместване се ограничава от камъни без отвори, наречени подложни. За да бъде по-малко триенето, в подложния камък опира сферичната част на шийката. Тази форма осигурява теоретически допирането да става в една точка (когато оста е вертикална). Затова въпреки малкото тегло на баланса натоварването на подложния камък е много голямо. И действително след по-продължителна работа по повърхността на камъка се появяват малки вдълбавания, дължащи се на износването. Това показва колко отговорен е лагерният възел и с какво внимание трябва да се следи за изправната му работа. С цел да се намали триенето, когато оста е хоризонтална, в някои случаи отворът на камъка има формата, показана на фиг. 234.

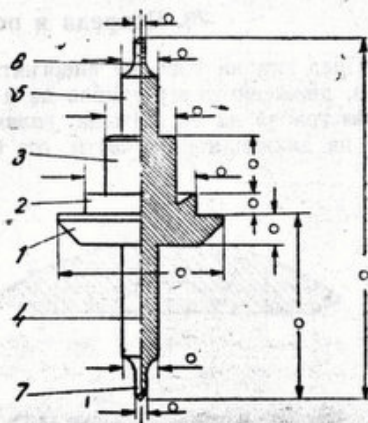
При по-евтини часовници и главно при будилниците се използват т. нар. лагери с остри шийки. При тях крайт на оста завършва с конична част, чийто край е съвсем леко заоблен. Тази остра шийка лагери в конично гнездо с по-голям ъгъл, на дъното на което също така е оформена сферична част (фиг. 235). Установено е, че триенето при такъв лагер зависи само от сферичното заобляне в края на шийката. Така че стремежът е това закръгление да е с възможно по-малък радиус, което условие трябва да се има пред вид при възобно-



вяване на износена ос. За да може да се регулира осевата хлабина, лагерните гнезда са оформени върху винтчето така, че при завиването им ще се установи необходимото положение на оста. Лагерните гнезда се правят от стомана, закалени са и грижливо са полирани в работната им част. В редки случаи (при електронизмервателни инструменти) леглата се правят от благороден камък. Най-честа повреда при тези лагери е износването на шийката и лагерните гнезда. Шийката може да се възобнови, като се наостри на струг посредством камък „мисисипи“ (фиг. 236). Върхът на



Фиг. 236. Източване на ос за коничен лагер



Фиг. 237. Балансова ос за анкър ход

конуса съвсем леко се притъпява, след което шийката се полира. Недопустимо е отвърщането на оста и изпиляването ѝ с обикновена пила. Когато е износено лагерното гнездо, винтът трябва да се замени с нов.

Формата на ос за швейцарски ход е показана на фиг. 237. Върху горната страна на столчето 1 ляга спицата на баланса. Оста влиза в отвора на спицата със стъпалото 2. Горният край на това стъпало е скосен с вътрешен конус (вж. разреза), което се прави с цел занитването да стане по-леко. Върху стъпалото 3 се поставя вътрешната ролка на спиралата. За да е облекчено поставянето на ролката, предният край на това стъпало е леко скосен. Под столчето се намира стъпалото 4, върху което се впредова импулсната ролка. Стъпалото 5 не взема участие в монтажа, като от значение е само неговата дължина. С 6 и 7 са означени шийките, като техният диаметър трябва да е еднакъв и за двете страни. Преходът от малкия диаметър на шийката към по-дебелата част не е внезапен, а се прави с едно постепенно закръгление, наречено „холкерн“. Целта на това е да се получи по-голяма издръжливост на шийката при удари. Цилиндричната част на шийките трябва да е достатъчно дълга, за да може върхът им да опира в подложния камък, преди удебелената част на шийката да опре в отвора. Това би предизвикало заклиняване и спиране на часовника. Проверката на тази дължина може да стане при разглобен часовник чрез поставяне на шийките в отворите. За долната шийка

проверката може да стане и при монтиран баланс. Трябва да се развие винтчето, което закрепва плочката на подложния камък, и тя увисва надолу. Балансът е в покой. С пинцет се повдига плочката на подложния камък и ако дължината на шийката е достатъчна, оста следва повдигането на камъка.

На чертежа са дадени и всички размери, които трябва да се съблюдават при подбиране или изработване на нова ос. Схематично размерите са изобразени с кръгчета. Само диаметрите на столчето 1 и стъпалото 5 могат да се отличават от оригиналните с не повече от  $\frac{1}{10}$  мм.

Сменяване на балансова ос. Една от най-често срещаните поправки е сменяването на балансовата ос, когато тя вследствие на удар или сътресение се счупи. Подменяване може да се наложи и когато поставената преди това ос е с неподходящи размери. Ще поясним начина за изработване и поставяне на ос в часовник с анкър ход, тъй като те са най-разпространените. Въпросът за подменяване на ос при цилиндричния ход бе разгледан на съответното място.

За изработването на оста се изисква голямо умение от страна на работника и най-важно правилен подход към работата. Действително напоследък все повече се използват готови резервни оси по установените стандарти, за които е необходимо само правилно да се монтират. Но в практиката се среща извънредно голям брой часовници с различни конструкции, така че много често се налага и изработването на нова ос.

За улеснение в практиката се използват полуготови (т. нар. сурови) оси. Размерите на такава ос са по-големи от необходимите и се налага тя да се дообработи.

Работата по подменяването на оста протича при следния ред:

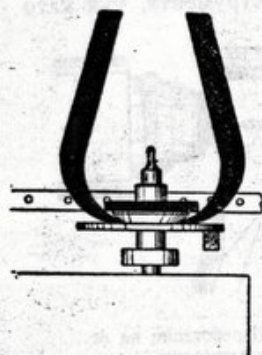
Сваляне на счупената ос. Най-напред от оста се сваля спиралата, като под ролката се вкарва острие (специално заточена отвертка), с което се избутва ролката нагоре. Следва сваляне на импулсната ролка (платото), което трябва да стане с помощта на специален инструмент — скоба (фиг. 238). Острите краища на скобата захващат платото от долната страна и чрез въртене на винтчето, което опира в оста, ролката се изтегля. Ако няма такъв инструмент, избиването на ролката може да стане по следния начин: долният връх на оста се поставя в подходящ отвор на наковалня с дупки така, че оста да остане вертикална. Със стар пинцет, чиито краища са завити, се захваща оста през спицата така, че краищата на пинцета да попаднат между столчето и импулсната ролка (фиг. 239). С леко почукване върху пинцета ролката се избива. Ако и този начин не даде резултат, платото може да се извади чрез завъртане. Оста сехваща на струга чрез патронник върху стъпалото за спиралата. Със здрав месингов пинцет сехваща ролката върху големия диаметър. Чрез леко



Фиг. 238. Скоба за изваждане на импулсната ролка



завъртане на оста в една или друга посока ролката се измъква. Трябва да се внимава да не се изплъзне пинцетът, тъй като ще се счупи импулсният камък. Особено внимание трябва да се обърне да не се изкриви периферията на голямата ролка или пък да не се нарани предпазната ролка, което може да доведе до големи нарушения в работата на ходовия механизъм.



Фиг. 239. Други начини за изваждане на импулсната ролка

След това оста се хваща в патронник на стъпалото за импулсната ролка и с остър нож се сваля нитовката върху баланса. Тази нитовка е много лека и обикновено се сваля с едно допиране на ножа. Не трябва в никакъв случай да се наранява сплицата. Оста се поставя в наковалнята, като столчето потъва в отвора ѝ. За предпочитане е избиването на оста да стане на нитовъчна машина (замбалък). С подходящ пробой оста леко се почуква отгоре и се избива. Трябва да се подчертае погрешната практика на някои работници да избиват оста, без тя да е разнотена. В повечето случаи по този начин се нанасят повреди на баланса, които впоследствие се отстраняват много трудно.

**Изработване на нова ос и монтирането ѝ.** За изработването на нова ос има два начина:

Престъргване между два центъра.

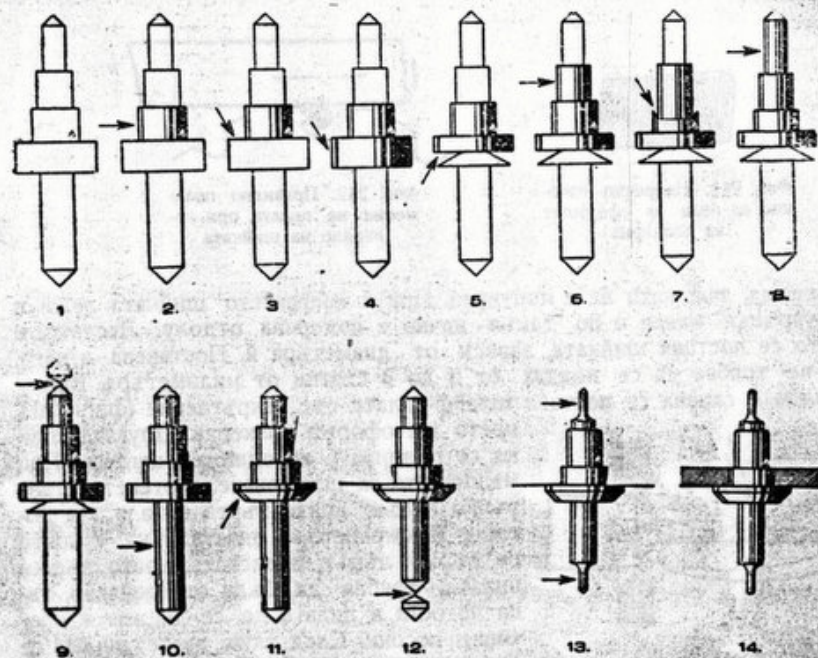
Престъргване на патронник.

Освен това престъргването може да стане с ръчен нож или (при новите стругове) с неподвижно закрепен към супорта нож. Последователните операции по изработването на оста между два центъра са дадени на фиг. 240.

За яснота при положение 1 оста е представена грубо престъргана.

Най-напред се престъргва стъпалото, върху което ще се постави балансът (пол. 2). Диаметърът се проверява с микрометър, като се сравнява със старата ос. Все пак крайният размер се определя чрез изпробване посредством баланса. Добре престърганата ос трябва леко, но без хлабина да влиза на мястото си. След това се престъргва лицето на столчето, върху което ще лежи сплицата (пол. 3). Тази плоскост трябва да бъде перпендикулярна към цилиндричната повърхнина. Престъргва се столчето на външен диаметър (пол. 4), след което с подходящ нож се определя височината му (пол. 5). Престъргва се стъпалото, върху което ще се постави спиралата (пол. 6); след това в стъпалото на баланса се прави скосяване (пол. 7), което ще улесни занитването. Определя се точната дължина на стъпалото за спиралата и край на оста се престъргва на по-малък диаметър (пол. 8). Отрязва се оста на точната дължина (пол. 9). Диаметрите могат да се измерят на място с малък микрометър или с инструмента „десетка“ (дизием). За да се определят точно дължините, е необходимо оста да се сваля

от струга и да се измери с микрометър. Опитен работник може да измерва дължините чрез сравняване със старата ос, като я обърне в обратна посока и чрез доближаване до новата ос направи сравнение. Допуска се общата височина на оста да е по-голяма с около една до две десети от милиметъра, които са в запас, при положение че ста-



Фиг. 240. Последователни положения при изработване на нова ос

рата ос не е съвсем точна. Дотук от горната част на оста не е оформена само шийката.

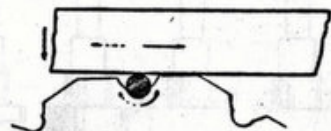
Оста се обръща, като сърцето, с което е закрепена, се поставя от горната ѝ страна. Престъргва се стъпалото за импулсната ролка (пол. 10), след което столчето се взема на конус от долната страна (пол. 11). Този конус не е съвсем точно определен и се прави без измерване. Отрязва се оста от долната страна на определената дължина (пол. 12). С голямо внимание се престъргват шийките (пол. 13), като оста последователно се обръща. Диаметърът на шийките се оставя с около  $\frac{1}{2}$  десета от милиметъра по-голям. С внимание трябва да се изработят закръгленията. За добро оформяване на закръгленията може да се използва специално заточен нож. Диаметърът на шийките окончателно се определя чрез шлифване с шлайф-пила, като се измерва по лагерите. За да може да се върти оста при шлифването, тя трябва



да бъде занитена към баланса. Пред вид на това, че оста при шлифоването може да се счупи, за да не се вади балансът повторно, се постъпва по следния начин: вместо да се занитва балансът, върху оста се набива едно старо месингово колело, между спиците на което влиза палецът, който го върти. Така че и да се счупи оста, балансът не се

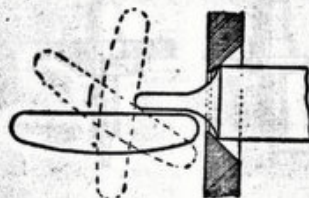


Фиг. 241. Напречно сечение на пила за оформяне на холкерна



Фиг. 242. Правилно положение на пилата при полиране на шийката

поврежда, тъй като не е монтиран. При шлайфването шийката лежи в полукръгъл канал и по такъв начин е подпряна отдолу. Леглото, в което се поставя шийката, зависи от диаметъра ѝ. Поставена в него, тя не трябва да се подава от 2 до 3 стотни от милиметъра. Върху горната ѝ страна се поставя шлайф-пилата със закръгление (фиг. 241),



Фиг. 243. Оформяване на сферичния край на шийката

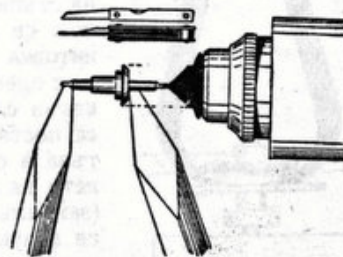
което ще оформи холкерна. Другата шийка се подpira с неподвижен център. При машинките за шлифване въртенето става ръчно с лък, който върти оста в две посоки. Движението на лявата ръка, с която се държи лъкът, и дясната, която държи пилата, трябва да бъде съгласувано, така че оста и пилата да се движат в противни посоки. След като двете шийки се шлифоват и се достигне до окончателния диаметър, следва полирането им. Положението на шийката в леглото, както и пра-

вилното положение на полирната пила са показани на фиг. 242. При оформяване на сферичната част шийката вместо в канал лежи в подходящ по диаметър отвор, така че върхът ѝ стърчи навън (фиг. 243). С шлайф-пилата се оформява сферичната част, която след това се полира. Положението на шийката в отвора и движението на пилата са дадени на фигурата. За полиране се използва обикновено една от страните на шлайф-пилата, върху която няма зъби, а едва забележим резки. Готовата ос се занитва върху баланса (пол. 14, фиг. 240). Занитването става на нитовъчна машина, като пробите трябва да имат отвори с подходящи диаметри. Спицата трябва да лежи добре на столчето. Занитването става чрез леко почукване, като след всеки удар балансът се завърта малко, за да се избегнат изкривявания вследствие на неточен пробой.

При шлифване на оста трябва да се установи и окончателната ѝ дължина. Най-правилно е дължината на оста да се определи, като се

монтира мостът и чрез микрометър се измери външното разстояние между горния и долния лагер при свалени подложни камъни. Измерената величина трябва да бъде еднаква с дължината на оста.

Изработването на оста чрез патронник е допустимо само при наличието на подходящи режещи и измерителни инструменти, тъй като оста трябва да се изработи, без да се сваля от патронника. Всяко обръщане води до неточности, които впоследствие в по-малка или по-голяма степен се отразяват върху работата на механизма. Редът на изработването в такъв случай е почти същият, както и при работа на центри. На фиг. 244 е показана вече изработена ос. Вижда се, че горната страна на оста може да се изработи, като измерването на размерите стане по познатите начини. По-трудно е оформянето от страната на импулсната ролка, тъй като мястото е ограничено. За определяне на диаметрите може да се използва или микрометър с тънки челюсти, или пък десетка. По-трудно се определят дължините. Може да се използва набор от пластинки с различна ширина (вж. горе на фиг. 244) или пък степенчатата пластинка, чиито стъпала са с различна ширина. Така чрез сравнение може да се определи необходимата дължина с голяма точност. На фигурата са показани и формите на ножовете за престъргване на задната страна и оформяването на холкерна. На така изработената ос впоследствие трябва да се прешлайфват само шийките.



Фиг. 244. Изработване на ос чрез патронник

Следва проверка на баланса, за да се установи дали при демонтирането и монтирането не се е получило изкривяване.

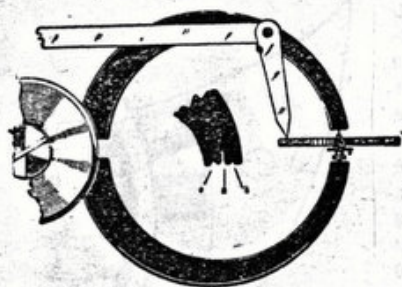
## 71. Проверка на баланса

Вследствие неправилни методи при демонтиране и монтиране на оста, а също така и при неподходящи размери на същата, балансът може да се изкриви, което в най-голяма степен се отразява неблагоприятно на работата на часовника. Затова след всяка поправка на баланса се налага и проверката му. Изкривяването може да бъде в плоскост, т. е. равнината на периферията отчасти или изцяло да не е перпендикулярна на оста на въртенето. Изкривяването може да се изрази и в ексцентричност, т. е. в радиално биене. В такъв случай периферията или част от нея отстои на различно разстояние от оста на въртенето. Пред вид неблагоприятните последици нито един от споменатите дефекти не трябва да се пренебрегва, а да се отстранява в границите на възможното.

Изкривяването в плоскост най-често се дължи на деформация на спицата вследствие насилствено избиване на оста, когато нитът не е



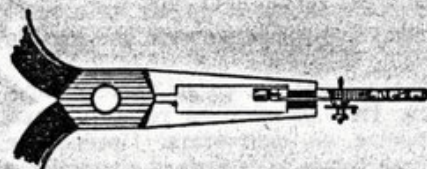
свален предварително на струг. Изкривяването се получава също и при набиване на балансова ос с по-големи размери или използването на неподходящ пробой при занитването. Проверката се прави на специален инструмент, наричан най-често „осморка“ поради това, че една от най-разпространените му форми наподобява цифрата 8. Такъв инструмент е показан на фиг. 245.



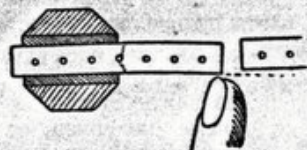
Фиг. 245. Осморка за проверка на баланса

На края на челюстите, които по желание могат да се завъртят около средната си част, са пробити подходящи по размер отвори (вж. увеличението). В тези отвори влизат шийките на оста, като разстоянието между челюстите се нагласява така, че оста да се върти свободно. Краят на един подвижен чупещ се лост, закрепен към осморката, се приближава до горната страна на баланса. При внимателно завъртане на баланса се установява къде е кривината. Тъй

като изкривяването се е получило от сплицата, дефектът трябва да се отстрани чрез нея. Със специални клещи, в предния край на които са закрепени месингови челюсти, сплицата се хваща до оста. Чрез лек натиск с пръст сплицата се изкривява до необходимата по-



Фиг. 246. Клещи за изправяне на баланса



Фиг. 247. Изправяне на периферията на разрязан баланс

сока. След неколнократни опити се постига желаното изправяне на баланса в равнина. На фиг. 246 са показани клещите и начинът за захващане на сплицата. Челюстите на клещите са месингови, за да не се наранява балансът. В случая, когато балансът е разрязан за температурна компенсация, изправянето изисква по-голямо внимание. Пред вид на това, че двете половини (рамена, ръкави) са дълги и неустойчиви, възможността за изкривяване не е голяма. Възможно е дори известна част от периферията да лежи правилно, а да е изкривена само на някои места. Такъв дефект се установява при много внимателен преглед, като се установят точно местата, в които е станало изкривяването. Изкривяването става пак с помощта на клещите, но те обхващат периферията преди изкривената част. Фиг. 247 дава представа за начина, по който ще трябва да се отстрани такава повреда.

Сравнително по-тежък е случаят, когато има радиално биене, т. е. погледнат отгоре, балансът не се движи по окръжност. При такава проверка, която се извършва пак на осморката, се следи периферията на баланса, а не винтовете (ако има такива), тъй като последните може да са с различно дълги главички и при движението на баланса да създават впечатление, че той е крив.

Причините за радиалното биене са две: или повреден и ексцентрично разпо-



Фиг. 248. Инструмент за изправяне на баланса при радиално биене

ложен отвор на сплицата, или изкривена периферия. В първия случай периферията е окръжност, но центърът ѝ не съвпада с оста на въртенето. Когато се установи такова положение, единствената възможност е да се коригира отворът по окръжността на баланса. За тази цел се свалят винчетата, балансът се хваща на подходящ патронник и се престъргва отворът, докато стане концентричен по периферията. След това трябва да се направи нова, пасвана по отвора ос.

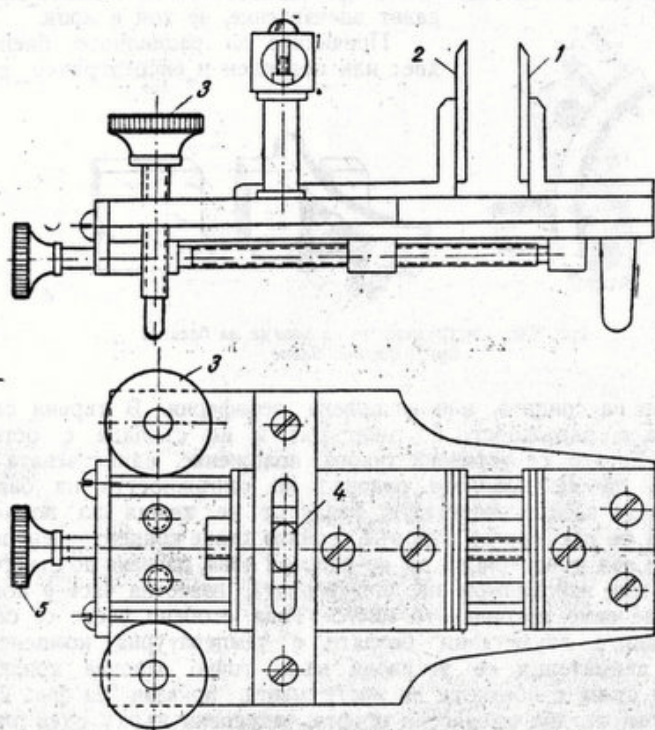
Когато има изкривяване на периферията, известна част е концентрична, а бие само изкривеното място. Това особено често се случва при разрязаните двуметални баланси с температурна компенсация. След като внимателно се установи къде точно започва кривината, изправянето става с помощта на инструмента, показан на фиг. 248-а. Той се състои от два месингови щифта, закрепени върху една плочка, на известно разстояние един от друг. При натиск в необходимата посока се постига изправянето.

При баланси, направени от по-твърд материал и при които точките, в които започва и свършва изкривената част, са близо, може да се използва инструментът, показан на фиг. 248-б. В една плочка от твърд (валцуван) месинг са направени два или повече прореза с различна ширина, за да може инструментът да се използва при баланси с различни размери и различни кривини.

След изправянето на баланса следва впресването на импулсната ролка. Това става на нитовъчна машина чрез леко почукване върху подходящ по размери пробой. Силното чукане ще повреди ролката и ще се получат повредите, за които бе споменато при ходовия механизъм. По правило при изправянето на размерите на оста ролката трябва да влиза без натиск в стъпалото от  $\frac{2}{3}$  до  $\frac{3}{4}$  от дължината му. Ако има съмнение, че ролката е малко хлабава и няма да издържи на ударите



при предаването на импулса, допуска се в такъв случай тя да се залепи с шеллак. Това не трябва да става при голяма хлабина, тъй като тогава не ще може да се осигури концентричност спрямо оста на въртенето и ще се получат всички вредни последствия от това не-



Фиг. 249. Балансова везна

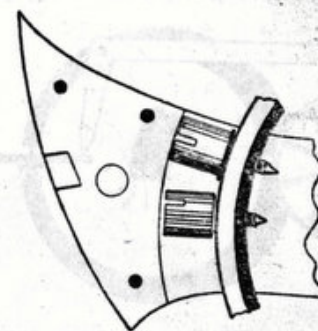
правилно разположение. За леко затягане е допустимо в горния край на отвора да се направи нарязване с триъгълен пробой както при затягане на минутния пиньон (вж. фиг. 191).

Следва уравнивяването на баланса. Това е една от най-съществени работи при ремонта на часовника и трябва да се прави не само при ремонт на балансовия възел, а и при всякакъв друг ремонт. Разбира се, трябва да има съмнение, че уравнивяването не е в ред. Последните от недоброто уравнивяване се чувствуват особено силно при часовници, които променят положението си по време на работа — ръчните часовници. Уравнивяването става на тъй наречените балансови везни (еквilibратор) (фиг. 249). Балансът с монтирана ос и импулсна ролка, без спира, се поставя на остриетата (ножовете) 1 и 2, направени от стомана или ахат. Разстоянията между остриетата с помощта

на винта 5 се регулират така, че върховете на балансовата ос да легнат с цилиндричната си част върху ножовете. С помощта на винчетата 3 остриетата се довеждат в хоризонтално положение. В някои прецизни конструкции се поставя и либелата 4. Балансът, поставен върху ножовете, се завърта леко с пръст или пинцет и се изчаква да спре. Уравнивяваният баланс спира във всяко положение, в което е оставен. Ако спира само в едно положение, това означава, че от долната му страна теглото на баланса е по-голямо и трябва да се намали.

Уравнивяването става или като се отнеме материал от по-тежката страна, или пък на противната (по-леката) страна се прибави тежест. При баланс с гладки периферии уравнивяването е възможно само чрез отнемане на материал. Това се постига, като на необходимото място от долната страна на баланса се пробиват плитки дупчици — центърчета, докато се получи желаното уравнивяване. Такова уравнивяване може да се види при всеки будилников баланс. Ако в краен случай е необходимо да се увеличи теглото, тогава се пробиват срещуположни отвори, в които се впесоват медни щифтове. Щифтовете трябва да са навътре от периферията, за да не пречат на останалите части. Може да се поставят срещуположно едно или две двойки винчетата.

При баланси с винчета уравнивяването може да стане по-прецизно и без нараняването на баланса. Намалването на теглото става, като се отнеме материал от главичките на винчетата. Правилно е те да се престържат малко и по такъв начин да се намали диаметърът или дължината им. Тъй като една такава операция отнема повече време, същият резултат може да се постигне и ако от главичките на винчетата се отнеме материал с помощта на специална фрезичка (зенкер). Винтът не се сваля, фрезоването става на ръка и горният край на главичката става коничен след фрезоването. При възможност винтът може да се замени с по-малък или пък на срещуположната страна да се поставят по-тежки винчетата. Когато е необходимо да се изравни малка разлика в теглото, може да се постави под главичката малка шайбичка, обикновено направена от тежък метал. Тези шайбички са с различен диаметър и дебелина, за да може да се получи желаното отегняване. Понякога шайбичките се поставят с цел да се отегни балансът и часовникът да започне да изостава, тъй като другите начини за регулиране са неприложими. В такъв случай, за да се запази уравнивяването, се подлагат по две шайби, поставени под срещуположни винтове. Тогава те могат да се сортират по тегло и да бъде обозначено изменението, което ще предизвикат за 24 часа. При подлагането на шайбичките трябва да се внимава винтът или шайбичката да не



Фиг. 250. Спиране на баланса при висока подложна шайба



закача в някоя от неподвижните части. На фиг. 250 е показан случай, когато вследствие на поставената шайба винтът опира на моста.

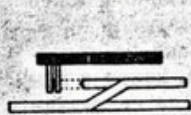
При прецизните часовници регулирането и уравновесяването може да стане посредством два по-дълги срещуположни винта, поставени по направлението на спицата. При завиването и отвиването им известна част от теглото се приближава или отдалечава от центъра на въртенето, с което се уравновесява балансът. Под тези винтчета не се поставят шайбички, тъй като те не се завиват докрай.



Фиг. 251. Стойка за поставяне на балансните винтчета

За да се работи по-удобно върху баланса при завиване и отвиване на винтчетата, може да се използва стойката, показана на фиг. 251. На основата на уреда има пробити по окръжност отворчета, в които се поставят свалените винтчета. Така може да се спази редът при поставянето на винтчетата и те след монтирането да попаднат на същите си места.

Така проверен, балансът се поставя на мястото и се проверяват хлабините в лагерите и взаимодействието на импулсната ролка с вилката, който въпрос бе уяснен при ходовите механизми. Преди да се свали балансът, е уместно да се определи къде трябва да бъде външният край на спиралата — колонката за закрепване към моста. Балансът се завърта леко с ръка, докато вилката застане по средата между ограничителните щифтове. Забелязва се при това положение къде попада отворът за колонката. Това е по-леко при баланси с винтчета, които могат да служат за ориентировка.



Фиг. 252. Обхващане от щифтовете на външния край на спирала „Бреге“



Фиг. 253. Правилно положение на спиралата спрямо лагера на баланса



Фиг. 254. Изкривена спирала вследствие неправилна форма на външната навивка

Ако спиралата е свалена, преди да се постави, трябва да се провери положението ѝ спрямо реглажната стрелка. Както се уясни в част I, обикновената спирала трябва да „играе“ (вж. фиг. 119), а „Бреге“ спиралата да се обхваща плътно от щифтовете (фиг. 252). Външният

край на спиралата, независимо от вида ѝ, трябва да се оформи по окръжност, чийто център съвпада с оста на въртенето. Затова спиралата се поставя на моста (без баланса) и се наблюдава, щото отворът на ролката да съвпада с центъра на лагера, и то при всяко



Фиг. 255. Направа на чупка във външния край на спиралата



Фиг. 256. Правилна форма на вътрешния край и изправяне на изкривена спирала

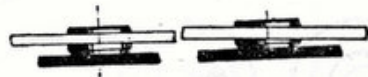
положение на реглажната стрелка (фиг. 253). Ако това условие не е спазено, когато стрелката се премества при регулирането, спиралата ще загубва правилната си форма и това ще се отрази на работата на часовника. Нещо повече, има опасност, когато стрелката се движи към колонката, спиралата да се изкриви, както това е показано на фиг. 254. Отстраняването на такъв дефект става чрез направа на чупка в началото, както това личи от фиг. 255 и 253.

Преди спиралата да се постави на място, трябва да се направи проверка на правилната ѝ геометрична форма. С поглед отгоре е трудно да се определи дали формата е правилна. Навивките ѝ трябва да се намират на еднакво разстояние една от друга и да лежат в една равнина, която трябва да е перпендикулярна на оста на въртенето. Изправянето на изкривена спирала е една от най-трудните работи в часовникарството и такъв ремонт е възможен и смислен само ако деформацията е малка. В противен случай е за препоръчване както с оглед на качествена работа, така и с оглед на вложеното време, спиралата да се замени с нова. Трябва да се обърне внимание и на положението на ролката спрямо спиралата. Разстоянието между ролката и първата навивка трябва постепенно да се увеличава (фиг. 256 отляво). В противен случай чрез огъване края на спиралата в необходимата посока се постига изправянето. На фиг. 256 отдясно е показан такъв възможен случай, като стрелката показва накъде трябва да стане огъването.

Навивките на спиралата трябва да лежат в една равнина, която съвпада с равнината на ролката. Тогава тази равнина ще е перпендикулярна на оста на въртенето и при движението на баланса спиралата няма да се деформира неправилно. Ако няма съвпадане на тези две равнини, вътрешният край на спиралата, който е подвижен, ще се измества при работата на баланса и правилната работа ще бъде нарушена. Случаят на изправна и изкривена спирала е показан на фиг. 257. Дефектът се отстранява, като се огъне спиралата в желаната посока така, както е показано на фиг. 258. Стрелките показват посоката на огъването.

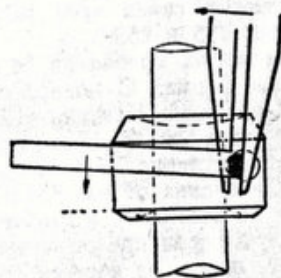


Проверката за състоянието на спиралата в плоскост може да се извърши и когато тя е монтирана на баланса. При завъртане баланса на осморгката лесно ще се забележи такъв дефект. По-трудно е положението, когато е монтирана и колонката, която с теглото си променя положението на спиралата. В такъв случай се препоръчва оста на баланса да е хоризонтална при проверката. Теглото на колонката няма да влияе на положението на спиралата в плоскост.

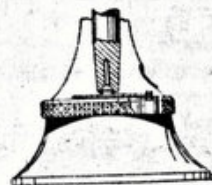


Фиг. 257. Изправна и изкривена спирала в плоскост

След направените проверки спиралата се поставя на баланса. Както е известно, вътрешната ролка е срязана диаметрално, вследствие на което до известна степен пружинира така, че когато отворът ѝ е подходящ спрямо диаметъра на оста, закрепването ѝ не представлява трудност. Балансът е поставен на съответния отвор на наковалнята. За предпочитане е работата да се извършва на нитовъчна машина. Чрез леко притискане с подходящ пробой ролката потъва на мястото си. Предварително външният край е поставен по възможност на определеното преди това място. Ако отворът на ролката е малко



Фиг. 258. Изправяне на изкривена спирала в плоскост



Фиг. 259. Затягане вътрешната ролка на спиралата

хлабав и има съмнение, че триенето не ще е достатъчно да осигури положението ѝ, тя може малко да се свие. Това е най-добре да стане на нитовъчната машина с пробой, който има вътрешен конус. Начинът е показан нагледно на фиг. 259. От него е видно, че свиването става от долната страна на ролката.

Окончателно комплектуван, балансът се закрепва за моста посредством колонката на спиралата. Преди това обаче са намазани с подходящо масло горният и долният лагер на баланса. След поставянето на моста отново трябва да се провери дали спиралата лежи в равнина, т. е. височината ѝ при ролката и колонката да е една и съща. В противен случай тя има формата на кошница. Такъв дефект може да се

отстрани чрез преместване на колонката нагоре или надолу в отвора на моста. Затова при качествени часовници след установяване на желаното положение колонката се застопорява с винтче. Повече подробности по центровката на спиралата ще се дадат в следващата точка. Като последна работа при проверката трябва да се установи дали при работата си спиралата не опира в съседните части — колонката, вътрешния реглажен шифт, средното колело и др.

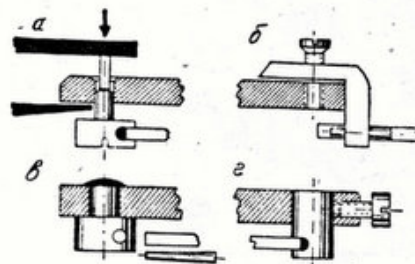
Няколко думи за реглажната стрелка и колонката на спиралата.

Реглажната стрелка трябва твърде леко да се премества, без да бъде хлабава. Често тя е срязана от едната страна, пружинира и създава необходимото триене. Ако стрелката е стегната и липсва прорез, той трябва да се направи. При месингова стрелка прорезът ще се направи чрез разрязване с трионче или пиличка. Когато стрелката е от закалена стомана, срязването става с тънък секач. За целта стрелката се обръща обратно и се поставя върху една монета така, че мястото на срязването да попадне във вдлъбнатината между две цифри. С един отсечен удар по секача стрелката се пуква. Прорезът трябва да се направи на такова място, че получените два края да пружинират еднакво. Ако стрелката е хлабава, затягането става трудно. Малка хлабина може да се избегне, като плочката на подложния камък се шлифова отдолу, при което коничната му повърхнина ще опре в стрелката. Когато хлабината е по-голяма, затягането става, като на три или четири места в края на плочката се отбележат центри чрез набиване с кръгъл пробой. В краен случай под кръглата част на реглажната стрелка може да се постави шайбичка от станиол, която трябва внимателно да бъде изрязана, за да не се забелязва.

Външният крайник или колонката служи за закрепване на спиралата към моста. Ако колонката е занитена върху моста, както е при всички будилници, за да се свали балансът, ще трябва да се извади шифтът, който заклиня спиралата в колонката (фиг. 260-в).

При часовници от средно качество колонката се впредова в отвора на моста. За изваждане се използва специален пинцет, на дългото рамо на който е закрепен шифт, имащ предназначението да избути колонката (фиг. 260-а). Най-подходящо е закрепването на колонката с винт (фиг. 260-б и г). Случай б се употребява при качествени часовници. Предимството на втория начин (г) е, че колонката може да се регулира по височина и спиралата по-лесно да се постави в плоскост.

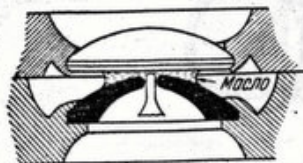
Уместно е да се спомене и за правилното разположение на балансовите лагерни камъни. Спомена се, че това е най-отговорният



Фиг. 260. Демонтиране на колонката



лагерен възел в часовника и затова са взети всички възможни мерки за намаляване на съпротивлението от триене. Освен подходящата форма на отворите и оста от голямо значение е дали поставеното масло ще остане на мястото, където е необходимо. На този въпрос трябва да се обърне внимание. Така например на фиг. 261 е показан



Фиг. 261. Правилна форма на балансния лагер с оглед за държане на маслото

един от лагерите на баланса. Работната част на подложния камък (в случая горния) е плоска, докато горната повърхност на другия камък е сферична. При това положение най-малкото разстояние между двата камъка е при отвора. Поставеното масло вследствие свойството капилярност се задържа в най-тъсната част, т. е. там, където е необходимо, тъй като там се намира и оста. Камъните обаче не трябва да допират в средната си част, защото това благоприятствува за разливането на маслото.

Вътрешната повърхност на камъка с отвор също е сферична. Това е направено с оглед на по-лек монтаж, тъй като в която точка на тази сфера да се постави шийката, тя ще се хлъзне и ще попадне в отвора. Поставянето на шийката без това сферично вдълбаване е много трудно и главно има опасност от счупване.

## 72. Смяна на плоска спирала

Закрепването на спиралата към ролката става чрез шифт или прорез, в който се притиска краят ѝ. Когато спиралата е закрепена в прорез, сменяването ѝ става заедно с ролката. При малките часовници ролката може да се използва в случая, когато резервните спирали са без ролки.

**Подбирането на нова спирала** става най-напред по диаметър, който приблизително трябва да бъде равен на половината от диаметъра на баланса, измерен с винтовете. След това спиралата трябва да се провери, като колебанията на баланса се сравнят с колебанията на точен часовник. В повечето случаи малките часовници са с 18 000 колебания в час или 300 колебания в минута. При малки ръчни часовници и секундомери често броят на колебанията е различен от 18 хиляди и трябва да се определи по начина, показан в част I — изброяване на зъбите на колелата.

Върху пакетчетата със спирали се отбелязва големината на часовника, за който те са предназначени, което улеснява работника при избора на нова спирала. Тъй като една и съща големина часовници имат различно тежки баланси, то върху пакетчето е отбелязано каква е спиралата — слаба, средна или силна. Естествено колкото е по-тежък балансът, толкова по-силна е и спиралата.

В някои случаи за по-голямо улеснение върху пакетчето има отбелязана една цифра срещу буквите CGS. Означението CGS е образу-

вано от първите букви на латинското название на метричната мерна система Centimeter—Gramm—Sekunde (сантиметър—грам—секунда). Стойността на числото, отбелязано срещу CGS (ще го бележим с  $K$ ), може да служи за много точна сравнителна мярка.

Например: известна е стойността на  $K$  за една спирала с познат радиус  $R$  (той е отбелязан върху пакетите) и тази спирала, поставена върху часовника, е дала необходимата точност; търси се спирала, за която е известен само радиусът  $R_1$  (той може да се определи по диаметъра на баланса). Стойността  $K_1$  на търсената спирала се определя по следното равенство:

$$K_1 = K \left( \frac{R_1}{R} \right)^2.$$

Ако известната спирала има  $K=50$  и  $R=4,4$  мм, а за търсената спирала е определено, че радиусът ѝ трябва да бъде  $R_1=4,75$  мм, то

$$K_1 = 50 \left( \frac{4,75}{4,4} \right)^2 = 58,25,$$

т. е. търсената спирала има  $K_1=58,25$ .

Този начин за определяне размерите на спиралата е възможен само при много голям асортимент от резервни спирали с различни диаметри и стойности за  $K$ . Все пак окончателно спиралата трябва да се провери, като се изброят ударите.

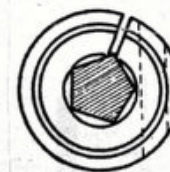
**Поставяне върху ролката.** Във вътрешната си част спиралата трябва да има достатъчно голям отвор, за да може правилно и свободно да се разположи върху ролката. За да се освободи място за ролката, обикновено се налага известна част от вътрешния край на спиралата да се откъсне. След това вътрешният край на спиралата се изправя така, както е показано на фиг. 262. Дължината на изправената част (на фигурата означена с  $e$ ) трябва да е еднаква с дължината на отвора. Преходът от изправената част към първата навивка на спиралата не трябва да е внезапен, а се оформява с част от окръжност (на фигурата е отбелязано с  $k$ ). Такава форма на прехода осигурява правилното разположение между ролката и спиралата.

За да се облекчи работата по поставянето на спиралата, ролката трябва добре да се закрепва на някакъв държач. Най-леко това става, като ролката се наниже на райбер с подходящ диаметър така, че един от ръбовете му да попадне в изреза на ролката (фиг. 263). По такъв начин ролката не ще може да се завърти по време на работата.

Закрепването на спиралата и оформянето на шифта за закрепване става с оглед твърдостта ѝ. Най-напред ще се поясни случаят за закрепване на по-твърда спирала.



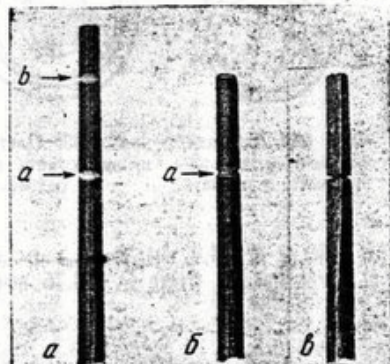
Фиг. 262. Спирала, подготвена за закрепване в ролката



Фиг. 263. Поставяне на ролката върху райбер



Щифтът се престъргва така, че по размер и форма да съответствува на отвора. Поставя се на място без спиралата и с остро ножче се отбелязва дължината му (резките *a* и *b* на фиг. 264-а). Чрез ножчето се отрязва край на щифта. Отрязването става на дървото за



Фиг. 264. Последователни операции при изработване на щифта за закрепване на спиралата



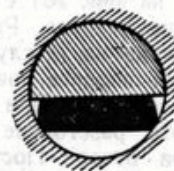
Фиг. 265. Проверка на формата на щифта

пилене, като се върти щифтът. По същия начин се прави околоръстно каналче по оставения белег *a*. Дълбочината на каналчето трябва да е достатъчна, за да може впоследствие щифтът да се счупи на това място. Така приготвен, щифтът е показан на фиг. 264-б. Следва изпиляването му на плоскост от едната страна, с която ще се притисне спиралата. Изпъленият щифт е показан на фиг. 264-в. Дълбочината на това изпиляване е в зависимост от размера на спиралата и най-добре е да се определи чрез изпробване. За целта може да се използва непотребно парче от същата спирала, както това е показано на фиг. 265. Правилното положение на щифта и спиралата, поставени в отвора, е показано на фиг. 266.

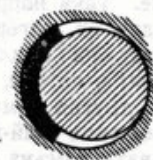
Когато спиралата е по-мека, здравото ѝ закрепване може да се осигури само когато частта от нея, намираща се в ролката, се огъне по формата на отвора. Щифтът в такъв случай е кръгъл и положението в отвора е, както е показано на фиг. 267. В такъв случай използването на изпилен щифт, както е показано на фиг. 268, е неправилно. Огънатата част на спиралата ще излезе малко извън отвора, както личи от фиг. 269 (удебелението *h*).

При положение че щифтът е окончателно пасван към отвора, следва здравото му закрепване. След като е поставен на място, с огъ-

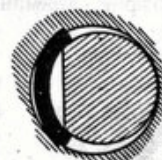
ване се отчупва ненужната част от него. Щифтът се притиска на мястото си със здрав пинцет. Затягането може да стане по-добре с клещи, чиито челюсти са подходящо оформени. Такива клещи са показани на фиг. 270, а притискането на щифта с тях — на фиг. 271.



Фиг. 266. Разположение на щифта и спиралата в отвора



Фиг. 267. Разположение между щифта и спиралата, когато тя е мека



Фиг. 268. Неправилно разположение при мека спирала

Следва да се провери спиралата в плоскост и окончателно да се установи положението на ролката. За поставянето на спиралата в плоскост е казано в предната точка. Разположението на ролката, погледната отгоре, трябва да е, както е показано на фиг. 272. В началото (след кривината *κ*) разстоянието *a* между ролката и първата навивка на спиралата трябва да е еднакво с разстоянието *b* между навивките.



Фиг. 269. Огънатата част на спиралата излиза извън отвора



Фиг. 270. Специални клещи за притискане на щифта

Спиралата се монтира на баланса и при това състояние трябва по-точно да се установи броят на колебанията. С това се установява и окончателната дължина на спиралата.

Изброяването на колебанията става най-добре с помощта на секундомер по начина, показан в част I. Когато липсва секундомер, може да се използва точен джобен часовник без преден капак. Изпробваната спирала заедно с баланса се поставя върху стъклото му. Повдига



се външният край на спиралата и с ръка се дава колебателно движение на баланса. Краят на спиралата се повдига, докато долният връх на оста при всяко второ колебание удря в стъклото. Броят се тези удари и същевременно се следи секундната стрелка на часовника. Нормално трябва да се чуват 150 удара в минута (75 за 30 секунди или 25 за 10 секунди).



Фиг. 271. Окончателно поставяне на спиралата

За начина на изброяването има различни възможности. Така например ударите на нормалния часовник може да се слушат с ухо, а изпробваният баланс да се наблюдава. Или изпробваният баланс може да се постави върху горния подложен камък на отворен нормален часовник. Следи се, щото спиците на двата часовника да не се разместват през време на движението. По разместването на спиците може да се познае дали измерваният баланс прави повече или по-малко колебания. За да може по-лесно да се следи, амплитудата на нормалния часовник трябва да бъде малка.

На този принцип са построени специални апарати за регулиране, при които е монтиран един нормален баланс (18 хиляди колебания за час). Изпробваната спирала заедно с баланса се закачва на специален накрайник. Двата баланса се завъртват и се следи за отклонението на изпробвания от нормалния. След като дължината на спиралата е установена, от нея се отпуска още около  $\frac{1}{8}$  навивка, а излишното се откъсва. Краят се закрепва към колонката.



Фиг. 272. Правилно оформяне на вътрешния край спрямо ролката



Фиг. 273. Инструмент за центроване на спиралата

Закрепването на спиралата към колонката става с месингов щифт, който се изработва по същия начин, както щифтът за ролката.

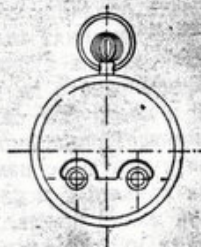
След закрепването на спиралата към ролката и регулирането и закрепването ѝ към колонката тя се проверява на плоскост и по отношение на ключа на регулаторната стрелка по споменатите вече начини. При всяко положение на ключа отворът на ролката трябва да съвпада с отвора на балансния лагер. Ако е необходимо, се прави лека чупка.

След това спиралата се монтира върху баланса чрез леко натискане на ролката с подходящ пробой. За да бъде правилно центрована спиралата, при равновесното положение на баланса импулсният камък трябва да лежи на правата, съединяваща осите на анкера и баланса. С други думи анкерът трябва да се намира по средата между ограничителните щифтове. В противен случай, когато спиралата е в средно положение, импулсният камък (елипсата) ще измести анкера наляво или надясно и часовникът ще „куца“.

Когато има такъв дефект, в прореза на ролката се вкарва добре подострена отвертка или остър пинцет и ролката се завъртва на тази страна, на която е изместен анкерът. Опитният работник извършва тази работа, без да сваля баланса от моста. За сигурност неопитният работник трябва да сваля баланса. За удобна работа и за да се избягнат евентуални повреди, при центровката на спиралата може да се използва инструментът, показан на фиг. 273.

### 73. Смяна на спирала „Бреге“

Подбирането на спирала „Бреге“ става по същия начин, както и на плоска спирала. Но преди да се закрепят към колонката, трябва да се оформи крайната крива. При закрепване към ролката трябва да се следи, щото първата половина от вътрешната навивка да лежи отгоре, когато ключът на часовника е нагоре. Точката на закрепването трябва да лежи на хоризонталата, минаваща през центъра на баланса (фиг. 274). Това означава, че при изброяване на колебанията не може да се хваща спиралата в произволно положение, а само през цяла навивка, и то по посока от балансния лагер към ключа на регулаторната стрелка. Благоприятен е случаят, когато при това положение балансът прави един-два удара в минута по-малко от нормалното. Регулирането се постига чрез намаляване теглото на няколко винта.



Фиг. 274. Правилно монтиране на вътрешния край на спиралата

**Подбиране на крива.** Както се спомена в част I, формата на кривата може да бъде най-различна. Основно условие е да се намери така нареченият номер на кривата. Това е отношението между разстоянието от щифтовете на регулаторната стрелка до центъра на въртене на баланса и радиуса на спиралата или с други думи

номерът на кривата =  $\frac{\text{разстоянието от щифтовете до центъра}}{\text{радиуса на спиралата}} \times 100$ .

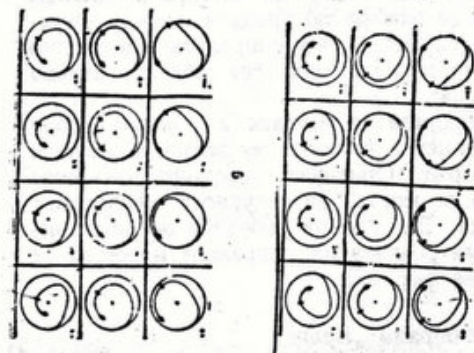
Например ако измереният радиус е 4,75 мм и разстоянието между щифтовете и центъра е 3,8 мм, то

$$\frac{3,8}{4,75} \times 100 = 80$$

ще бъде номерът на крайната крива.



Относно формата на кривата изборът може да бъде произволен. Ако се знае точната форма по някой друг часовник, за предпочитане е да се направи същата. Когато не се знае какъв е бил профилът, ще се избере най-лесният за направа. На фиг. 275 са показани формите на някои най-удобни за работа криви. За начина на оформяването им ще се спомене след малко. Височината на кривата може да се определи по следния начин.



Фиг. 275: Видове крайни криви

Спиралата, поставена върху баланса, се монтира в часовника. Тя лежи в една плоскост. Изпилява се един месингов щифт с подходяща дебелина и се поставя да лежи върху спиралата. Колонката е поставена на мястото си. Щифтът трябва да се изпили дотолкова, че горната му плоскост да съвпада с

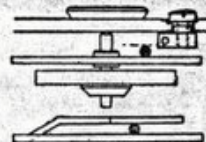
долния ръб на отвора в колонката (фиг. 276). По такъв начин ще може да се измери разстоянието между плоскостта на спиралата и крайната крива, която е над нея.

Най-трудният въпрос е на кое място от спиралата трябва да се направи двойна чупка, така че крайт на спиралата да бъде достатъчен за оформяването на кривата. За съжаление няма никакво точно правило, с което да се установи тази необходима дължина. Принципно точката, в която ще се направи чупката, се намира в мястото на пресичането на кривата с последната навивка от спиралата, следва малко продължаване и се прави първата (горната чупка), след което се прави и долната чупка.

Общо може да се каже, че кривата обхваща приблизително от  $\frac{1}{2}$  до  $\frac{2}{3}$  от дължината на последната навивка. Но в зависимост от номера на кривата и формата ѝ дължината е различна. Освен това при различните конструкции разстоянието между реглажните щифтове и колонката е различно, а това усложнява определянето на дължината на навивката.

Все пак часовникар с дълга практика може сравнително добре да определи мястото на чупката. Може да се препоръча с непотребно парче от спирала да се оформи пробна крива и след това чрез него да се определи дължината на спиралата, необходима за кривата.

Най-обикновеният начин за направа на чупката е следният: на определеното място спиралата се хваща със здрав пинцет (за предпочитане месингов) и се натиска върху едно парче линолеум или дърво



Фиг. 276. Определяне височината на навивката посредством щифт

(фиг. 277). Обръща се спиралата, захваща се на известно разстояние от първата чупка според необходимата височина на кривата и по същия начин се прави втора чупка. При това целесъобразно е през време на второто огъване първата чупка да не опира никъде, за да не се изправи. За направа на чупките има различни специални инструменти, един от които е показан на фиг. 278. На челюстта на пинцета има един напречен щифт. Спиралата се хваща с пинцета и се поставя в един пробой с дъно, което може да се регулира по височина. Чрез натискане щифтът огъва спиралата, като челюстите на пинцета не позволяват странично изкривяване. Тъй като огъването продължава, докато пинцетът опре в дъното, двете чупки ще се получат съвсем еднакви.

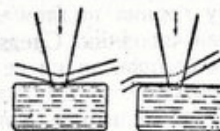
Оформянето на кривата трябва да стане по възможност по-точно според модела или избрани от фиг. 275 образец. Огъването става с пинцет, чиито челюсти са извити по дъга (фиг. 279). Може да се използват и два обикновени пинцета или пинцет и дървена клечка.



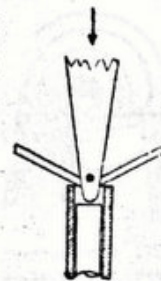
Фиг. 279. Пинцет за направа на извивка

Контролирането на точната форма е много трудно и при обикновени условия кривата се оформява приблизително. Една добре оформена крива дава при работа равномерно разпускане на спиралата във всички посоки. Може да се препоръча, когато диаметърът на спиралата приблизително съвпада с диаметъра на спиралите, показани на фиг. 275, на око чрез налагане върху фигурата да се проверява формата на кривата. Ако спиралата е с малко по-малък диаметър, върху фигурата може да се сложат една или няколко стъклени плочки, които ще приближат спиралата до окото и по такъв начин тя ще съвпадне с чертежа. След монтажа се проверява дали спиралата не опира в другите части на механизма — средно колело, реглажни щифтове и др.

За разлика от плоската спирала, спиралата „Бреге“ няма никаква хлабина в реглажните щифтове. Щифтовете трябва плътно, но без натиск да обхващат спиралата така, че при регулирането да се плъзгат по нея.



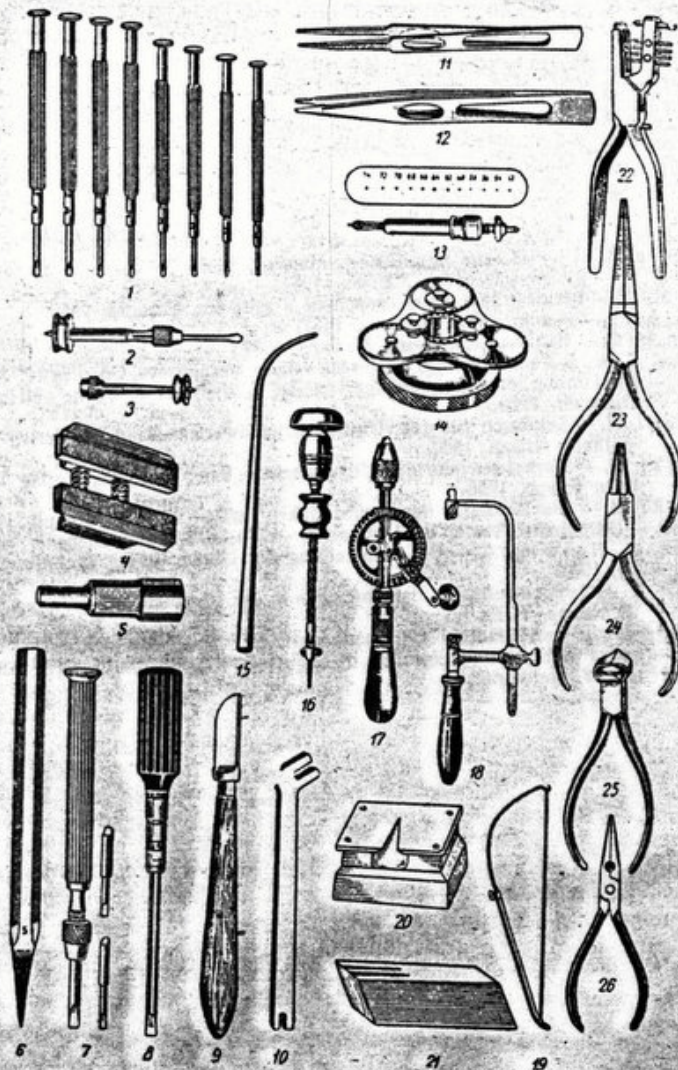
Фиг. 277. Направа на чупка с обикновен пинцет



Фиг. 278. Специален инструмент за направа на чупка



## ПРИЛОЖЕНИЕ I



1 — отверстие; 2 — дрылка; 4 — мессингови предпазни челюсти за стиски; 5 — наковалня; 6 — нож-пилка; 7 — отвертка с двусторонними остриями; 8 — топор; 9 — отвертка; 9 — ножиче за отпаряване на капаци; 10 — дост за напирване; спилци на козела; 11—12 — пинцети; 13 — машинка за напрана на легла на каънии; 14 — универсала поставка за сглобяване; 15 — тръбичка за напирване; 16 — дрълка с безконечен винт; 17 — ръчна бормашинка; 18 — резбарски лък; 19 — лък за въртене на пиджоната шейба на полировъчен струг; 20 — приспособление за съединяване на дървената върху баласа; 21 — дървена подложка за изпизвяване; 22 — машинка за напрана на върху на шейба на пиджоната; 23 — плоски клещи; 24 — кръгли клещи; 25 — клещи-рези (сакча); 26 — малки плоски клещи

## ПРИЛОЖЕНИЕ II



1 — триъълна чинийка; 2 — райбери; 3 — комплект маяки пробои; 4 — чукчета; 5 — голяма ръчна стиска; 7 — дупа с двойно увеличители; 8 — обикновена дупа; 9 — дървени подложки; 10 — двойна масленка; 11 — 12 — 13 — наковали с отвори; 14 — триъълни шибери; 15 — купа за бензин (бензинилък); 16 — спиртна лампа; 17 — нитогорелна дъска; 18 — клещи за пригаждане на стрелки; 19 — ножница за ламарина



# ПРИЛОЖЕНИЕ III

Таблица  
за механизмовите кодела в джобните часовници

| Централно<br>кодело | Пиньон на<br>посредното<br>кодело | Посредно<br>кодело | Пиньон на<br>секундното<br>кодело | Секундно<br>кодело | Пиньон<br>на ходово-<br>то кодело | Ходово<br>кодело | Удари<br>в час |
|---------------------|-----------------------------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------|-----------------------------------|------------------|----------------|
| 120                 | 12                                | 60                 | 10                                | 80                 | 10                                | 15               | 14 400         |
| 120                 | 10                                | 50                 | 10                                | 64                 | 8                                 | 15               | .              |
| 112                 | 14                                | 90                 | 12                                | 60                 | 8                                 | 16               | .              |
| 100                 | 12                                | 72                 | 10                                | 60                 | 7                                 | 14               | .              |
| 100                 | 10                                | 60                 | 10                                | 60                 | 6                                 | 12               | .              |
| 100                 | 10                                | 48                 | 8                                 | 56                 | 7                                 | 15               | .              |
| 96                  | 12                                | 90                 | 12                                | 90                 | 10                                | 15               | 16 200         |
| 96                  | 12                                | 75                 | 10                                | 72                 | 8                                 | 15               | .              |
| 96                  | 12                                | 60                 | 8                                 | 63                 | 7                                 | 15               | .              |
| 96                  | 10                                | 50                 | 8                                 | 54                 | 6                                 | 15               | .              |
| 80                  | 10                                | 75                 | 10                                | 100                | 10                                | 15               | 18 000         |
| 80                  | 10                                | 75                 | 10                                | 70                 | 7                                 | 15               | .              |
| 80                  | 10                                | 60                 | 8                                 | 80                 | 8                                 | 15               | .              |
| 80                  | 10                                | 75                 | 10                                | 80                 | 8                                 | 15               | .              |
| 80                  | 8                                 | 60                 | 8                                 | 56                 | 7                                 | 15               | .              |
| 80                  | 8                                 | 42                 | 7                                 | 75                 | 10                                | 20               | .              |
| 75                  | 10                                | 64                 | 8                                 | 75                 | 8                                 | 16               | .              |
| 75                  | 10                                | 56                 | 7                                 | 75                 | 7                                 | 14               | .              |
| 70                  | 8                                 | 60                 | 8                                 | 75                 | 6                                 | 12               | .              |
| 64                  | 8                                 | 48                 | 7                                 | 70                 | 7                                 | 15               | .              |
| 64                  | 8                                 | 45                 | 6                                 | 60                 | 6                                 | 15               | .              |
| 60                  | 8                                 | 56                 | 7                                 | 96                 | 8                                 | 15               | 21 600         |
| 60                  | 7                                 | 49                 | 7                                 | 90                 | 8                                 | 16               | .              |
| 60                  | 7                                 | 42                 | 6                                 | 84                 | 7                                 | 15               | .              |
| 56                  | 7                                 | 45                 | 6                                 | 72                 | 8                                 | 20               | .              |
| 48                  | 6                                 | 45                 | 6                                 | 72                 | 6                                 | 15               | .              |

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аксельрод, З. М. — Часовые механизмы, Машгиз, 1947.
2. Беляев, В. Н. — Анкерный спуск, Машгиз, 1951.
3. Павлов, М. П. — Техника измерения скоростей и времени, Машгиз, 1950.
4. Пинкин, А. М. — Ремонт часов, Машгиз, 1952.
5. Беляков, И. С. — Часовые механизмы, Машгиз, 1957.
6. Гевандян, Т. А., Киселев, Л. Т. — Детали точных механизмов, Оборонгиз, 1953.
7. Hanke, I. — Die Uhrmacher Lehre, verlegt von der Uhrmacher — Woche Wilhelm Diebener, 1920.
8. Jendritzki, H. — Lehrbuch für das Uhrmacherhandwerk — Band II, Verlag von Wilhelm Knapp, 1950.
9. Jendritzki, H. — Werkstattwinke des Uhrmachers — Band I, II, III, Verlag Wilhelm Knapp, 1950.
10. Jendritzki, H. — Die Reparatur der Armbanduhr, Verlag Wilhelm Knapp, 1950.
11. Sander, W. — Uhrenlehre, Verlag der Uhrmacher — Woche, Wilhelm Diebener, 1923.
12. Giebel, Dr. K., Helwig, A. — Die Feinstellung der Uhren, Verlag Technik, Berlin, 1952.
13. Giebel, Dr. K. — Trigonometrische Berechnungen in der Uhrmacherei — Verlag von W. Knapp, Halle.
14. Hain, M. — Zaklady jemné mechaniky a hodinarství, Vydavatelstvo — Roh.
15. James, E. — Cours pratique et théorique de réglage de précision, Société Générale d'Imprimerie.



## СЪДЪРЖАНИЕ

|                     |   |
|---------------------|---|
| Предговор . . . . . | 3 |
|---------------------|---|

### Първа част

#### ВРЕМЕИЗМЕРИТЕЛНА ТЕХНИКА

##### Глава I

###### Време и измерването му

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Основни принципи за измерване на времето . . . . .               | 5  |
| 2. Уреди за измерване на времето . . . . .                          | 6  |
| 3. Служба „Точно време“ . . . . .                                   | 11 |
| 4. Устройство и подразделение на механическите часовници . . . . .  | 12 |
| 5. Принципи на схеми и названия в механическите часовници . . . . . | 14 |

##### Глава II

###### Двигатели

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 6. Предназначение и видове двигатели . . . . .                                                          | 16 |
| 7. Двигатели с тежести . . . . .                                                                        | 17 |
| 8. Двигатели с пружина . . . . .                                                                        | 20 |
| 9. Двигателен момент. Основни съотношения между размерите на елементите на пружинния двигател . . . . . | 24 |
| 10. Закрепване на пружината за барабана . . . . .                                                       | 29 |
| 11. Ограничителни приспособления при пружинния двигател. Изравняване на двигателния момент . . . . .    | 31 |
| 12. Навиващ и сверващ механизъм . . . . .                                                               | 33 |

##### Глава III

###### Предавателен механизъм

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 13. Предназначение на предавателния механизъм. Видове зъбни зацепления . . . . . | 35 |
| 14. Часовникови зъбни зацепления — основни свойства . . . . .                    | 37 |
| 15. Видове, форми и размери на часовниковите зъби . . . . .                      | 39 |
| 16. Елементи, съотношения и предавки от предавателния механизъм . . . . .        | 41 |
| 17. Стрелкови механизъм (минутиерия) . . . . .                                   | 43 |
| 18. Оси и лагери на предавателния механизъм . . . . .                            | 48 |

##### Глава IV

###### Ходови механизми

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| 19. Назначение и подразделение . . . . .                           | 50 |
| 20. Несвободни ходови механизми за непреносими часовници . . . . . | 51 |

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| 21. Несвободни ходови механизми за преносими часовници . . . . . | 63 |
| 22. Свободен анкър ход . . . . .                                 | 67 |
| 23. Хронометров ход . . . . .                                    | 85 |

### Глава V

#### Регулатори

|                                                          |     |
|----------------------------------------------------------|-----|
| 24. Предназначение и видове регулатори. Махало . . . . . | 88  |
| 25. Регулиране на часовник с махало . . . . .            | 92  |
| 26. Баланс със спирална пружина . . . . .                | 95  |
| 27. Балансова пружина . . . . .                          | 99  |
| 28. Регулиране на часовник с баланс . . . . .            | 104 |

### Глава VI

#### Принципно устройство на удароустойчиви, самонавиващи и водонепропускливи часовници

|                                           |     |
|-------------------------------------------|-----|
| 29. Удароустойчиви часовници . . . . .    | 107 |
| 30. Самонавиващи часовници . . . . .      | 109 |
| 31. Водонепропускливи часовници . . . . . | 112 |

### Втора част

#### ПОПРАВКИ ПРИ МЕХАНИЧЕСКИТЕ ЧАСОВНИЦИ

##### Глава VII

###### Работно място и инструменти

|                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------|-----|
| 32. Организация и поддържане на работното място . . . . .        | 114 |
| 33. Инструменти за поправка . . . . .                            | 117 |
| 34. Спомогателни инструменти . . . . .                           | 120 |
| 35. Мерки и измерителни инструменти . . . . .                    | 121 |
| 36. Стругове. Принадлежности към струга и работа с тях . . . . . | 124 |
| 37. Стругарски ножове. Закрепване на ножа . . . . .              | 130 |
| 38. Полировъчен струг . . . . .                                  | 133 |
| 39. Нарязване на резби . . . . .                                 | 136 |

##### Глава VIII

###### Материали, употребявани в часовникарството

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| 40. Метали и сплави . . . . .                 | 138 |
| 41. Стомана . . . . .                         | 139 |
| 42. Термична обработка на стоманата . . . . . | 141 |
| 43. Сплави на медна основа . . . . .          | 144 |
| 44. Часовникарски масла . . . . .             | 145 |

##### Глава IX

###### Поправки

|                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------|-----|
| 45. Общо върху поправките . . . . .                       | 149 |
| 46. Поправки при будилниците . . . . .                    | 152 |
| 47. Звънчев механизъм . . . . .                           | 157 |
| 48. Поправки при големи (непреносими) часовници . . . . . | 161 |
| 49. Биещ механизъм . . . . .                              | 164 |
| 50. Поправки при малки (носими) часовници . . . . .       | 169 |



## Глава X

### Повреди и поправки в двигателя и навиващия и сверяващ механизъм

|                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|
| 51. Причини за скъсяване на пружината . . . . .                   | 173 |
| 52. Подбор и смяна на пружината . . . . .                         | 175 |
| 53. Изработване на закачка . . . . .                              | 179 |
| 54. Повреди и поправки в барабана . . . . .                       | 181 |
| 55. Повреди и поправки в навиващия и сверяващ механизъм . . . . . | 182 |
| 56. Повреди и поправки в навивателните колела . . . . .           | 185 |

## Глава XI

### Повреди и поправки в предавателния механизъм

|                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------|-----|
| 57. Грешки в зъбните зацепления и изправянето им . . . . .      | 186 |
| 58. Повреди и поправки в зъбните колела и пиньоните . . . . .   | 188 |
| 59. Изработване на отделни зъби . . . . .                       | 192 |
| 60. Повреди и поправки в цифреника и стрелките . . . . .        | 193 |
| 61. Практически пресмятания в предавателния механизъм . . . . . | 194 |
| 62. Поправки на осите в предавателния механизъм . . . . .       | 197 |
| 63. Повреди и поправки в лагерите . . . . .                     | 200 |

## Глава XII

### Повреди и поправки в ходовия механизъм

|                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 64. Общо върху поправките на ходовия механизъм . . . . .                                | 202 |
| 65. Повреди и поправки в несвободни ходови механизми за непреносими часовници . . . . . | 204 |
| 66. Повреди и поправки в несвободни ходови механизми за носими часовници . . . . .      | 207 |
| 67. Повреди и поправки при свободен анкър-ход . . . . .                                 | 213 |
| 68. Повреди и поправки в щифтов ход . . . . .                                           | 223 |

## Глава XIII

### Повреди и поправки в регулатора

|                                             |     |
|---------------------------------------------|-----|
| 69. Повреди и поправки в махалото . . . . . | 224 |
| 70. Повреди и поправки в баланса . . . . .  | 227 |
| 71. Проверка на баланса . . . . .           | 233 |
| 72. Смяна на плоска спирала . . . . .       | 242 |
| 73. Смяна на спирала „Bregue“ . . . . .     | 247 |
| Приложение I . . . . .                      | 250 |
| Приложение II . . . . .                     | 251 |
| Приложение III . . . . .                    | 252 |
| Литература . . . . .                        | 253 |



ложни камъни. Те ограничават осовото изместване. При този начин на лагериране триенето се намалява и съприкосновението на маслото с въздуха се изолира и задържа за по-дълго време.

## Глава IV

### ХОДОВИ МЕХАНИЗМИ

#### 19. Назначение и подразделение

Според дадената в увода схема третата група елементи от механически часовник са елементите на ходовия<sup>1</sup> механизъм. Назначението на този механизъм е следното:

1. Чрез предавателния механизъм получава енергията от двигателя и я предава на регулатора под формата на краткотрайни импулси, като по този начин поддържа колебателното движение на последния.

2. Възпира предавателния механизъм и не му позволява да се развива произволно.

3. Заедно с регулатора освобождава периодически предавателния механизъм през точно определени равни интервали от време, като при това всяко колело се завърта на определен ъгъл. В часовници, снабдени със секундна стрелка, това завъртане на колевата система се забелязва по скокообразното движение на стрелката. Периодичното преместване на минутната и особено на часовата стрелка е незабележимо на око.

От създаването на механическите часовници до днес са конструирани голям брой ходови механизми, но повечето от тях представляват само исторически интерес. Понастоящем в обикновените часовници са запазени около десет вида ходови механизми, тъй като всички останали притежават съществени недостатъци и са изоставени.

По начина на свързването на ходовия механизъм с регулатора всички механизми могат да се разделят в две основни групи:

Несвободни ходови механизми — при тях частите на ходовия механизъм и регулатора, които работят заедно, през целия период на регулатора се намират в допир една с друга, вследствие на което зъбите на ходовото колело винаги трият по някоя от повърхностите на палетите. Към тази група спадат почти всички ходови механизми за непреносими (стенни, паркетни, камински, кулни и др.) часовници с махало, ход „цилиндър“, ход „дюплекс“ и др.

Свободни ходови механизми — при тях съвместно работещите части на ходовия механизъм и регулатора се намират в допир само при освобождаване на колевата система и предаване на импулса. През останалото време от периода регулаторът се движи свободно.

<sup>1</sup> Трябва да се отбележи, че няма съвсем точно название на този механизъм, от което да става ясно какво е точно действието му. В някои ръководства се среща понятието „спусък“ или „ешапман“.

Към тази група спадат свободният анкъров ход, хронометровият ход, ходовите механизми на някои астрономически часовници и др.

Според вида на часовника всички ходови механизми могат да се разделят на следните две групи:

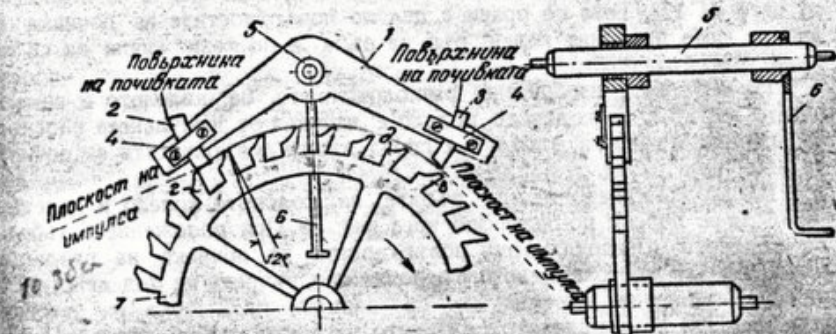
Махални ходови механизми, при които регулаторът е махало. Използват се изключително за непреносими часовници.

Балансови ходови механизми, при които регулаторът е баланс. Използват се главно в преносимите, но понякога и в непреносимите часовници.

Разбира се, както при махалните, така и при балансовите ходови механизми последните могат да бъдат свободни и несвободни. Като отделна група могат да се обособят електрическите ходови механизми, чието разглеждане обаче излиза извън рамките на настоящото ръководство.

#### 20. Несвободни ходови механизми за непреносими часовници

Ход Грахам. Един от най-употребяваните ходови механизми за непреносими часовници е този на Грахам (построен в 1715 г. от английския часовникар Георг Грахам, 1675—1751). С малки изменения



Фиг. 38. Грахамов ход

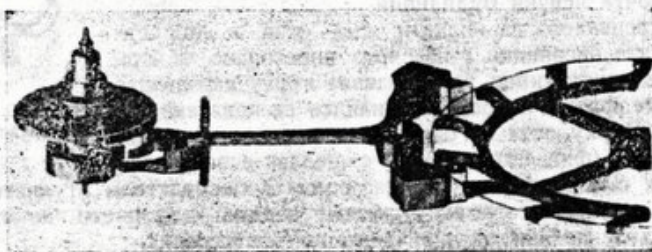
този механизъм се употребява и днес, като има предимства, които го поставят на първо място в тази група. В някои случаи и при прецизна изработка той може да служи и за астрономически цели (звездният часовник при Софийската обсерватория е с ход Грахам).

Устройството и действието на този ход е следното:

Анкърът 1 (фиг. 38) е снабден с два палета (2 и 3), като 2 се нарича входящ, а 3 — изходящ палет. Анкърът се изработва от месинг, а палетите — обикновено от стомана или при специални случаи от благороден камък (рубин, сапфир или ахат). Палетите се закрепват в изрезите на анкъра посредством скобите 4 и винтове. Анкърът се закрепва на оста 5, към която е закрепена и вилката 6, която със своя

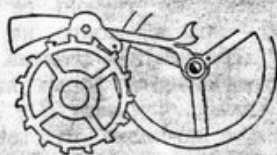


ограничителни щифтове. Крайното положение, до което ще отиде вилката, се определя от щифтовете на анкръра, които опират във вътрешната окръжност на ходовото колело. На фиг. 74 е показана формата на зъбите на колелото. Плоскостта *ав* е за почивка, а *ас* е импулсна плоскост. Плоскостта за почивка е наклонена спрямо радиуса на ъгъл от 12 до 15°.

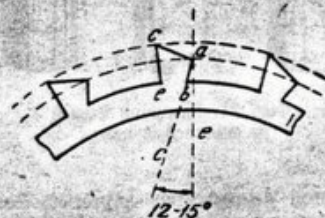


Фиг. 72. Разположение на елементите при швейцарски ход

В анкръвия ход има всички ъгли, които се явяват в досега разгледаните механизми. Освен това анкръвият ход се характеризира с още няколко ъгъла, от които засега ще се обърне повече внимание на т. нар. ъгъл на притеглянето, който е най-характерен. На фиг. 75



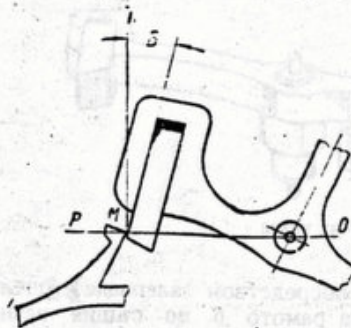
Фиг. 73. Щифтов ход



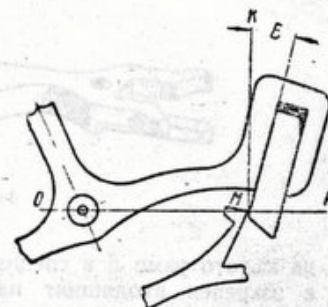
Фиг. 74. Форма на зъбите при щифтов ход

е показан входящият палет и зъб от ходовото колело на швейцарски ход. Вилката е допряна до левия ограничителен щифт. През точката *М*, в която се допират зъбът и палетът, и центъра *О* е прекарана правата *ОР*. От точката *М* към правата *ОР* е издигнат перпендикулярът *МК*. Ъгълът *Б*, който се получава между перпендикуляра *МК* и плоскостта за почивка от палета, се нарича ъгъл на притеглянето. За изходящия палет този ъгъл е показан на фиг. 76. Ъгълът на притегляне има стойност от 10 до 15°. Ако при изваден баланс и навита пружина с една дървена клечица отделим вилката на много малко разстояние от ограничителния щифт, то зъбът на колелото натиска върху повърх-

ността за почивка на палета. Последната вследствие ъгъла на притеглянето представлява наклонена плоскост спрямо зъба и вилката има винаги стремеж да се върне към ограничителния щифт. Така че ако при случайно сътресение вилката се отдели от ограничителния щифт, вследствие ъгъла на притеглянето и под действието на копието и предпазната ролка вилката ще се върне в първоначалното си положение.



Фиг. 75. Ъгъл на притегляне при входящия палет



Фиг. 76. Ъгъл на притегляне при изходящия палет

Ако липсваше ъгълът на притегляне, то при сътресението копието ще трие по предпазната ролка и това триене ще има случаен характер, което е недопустимо. Именно въвеждането на този ъгъл и поставянето на ограничителни щифтове е подобрението, което е направил Лешо. При щифтовия ход ъгълът на притегляне се дава от ъгъла *вае* (фиг. 74), като предният ръб *ав* притиска винаги щифта към вътрешната окръжност на венца.

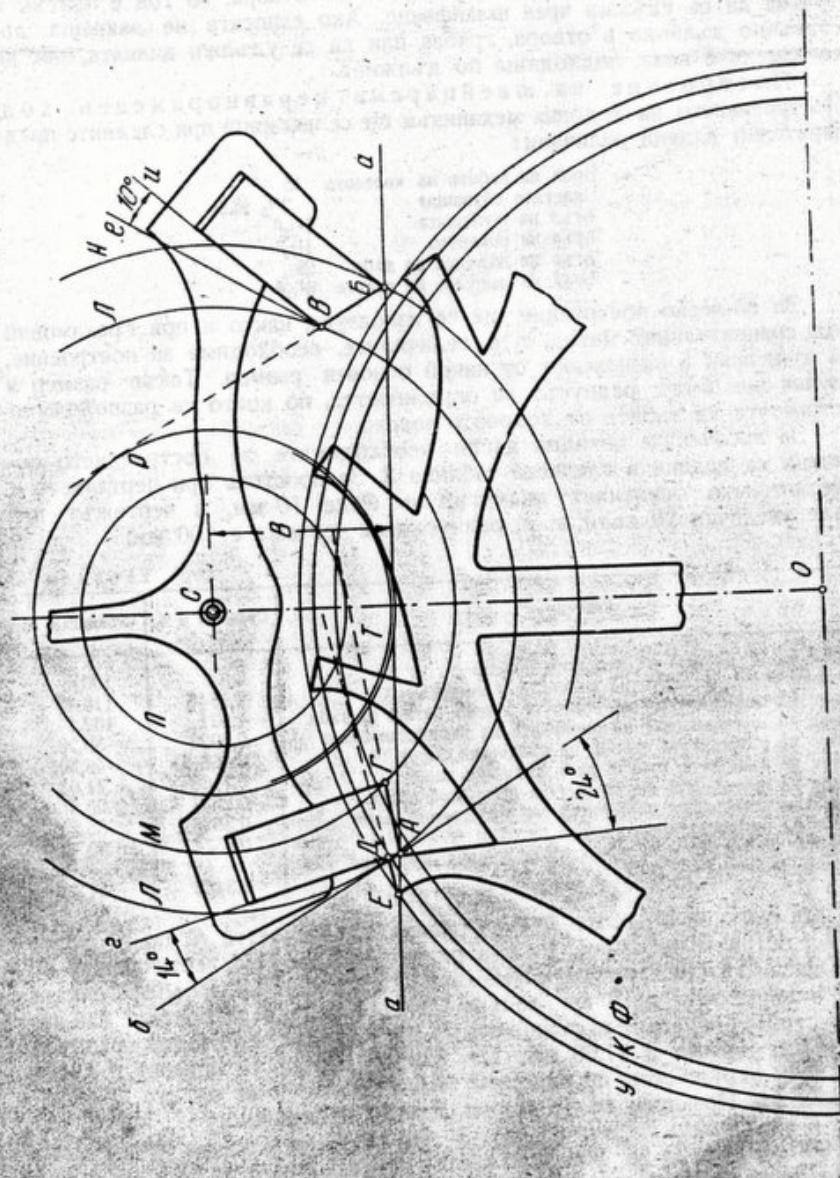
Въвеждането на ъгъла на притеглянето има този недостатък, че при отделяне на вилката от ограничителния щифт в началото на импулса ходовото колело се връща малко назад, което представлява загуба на енергия. Но ползата от ъгъла на притеглянето е много по-голяма от този недостатък.

Действие на анкръвия ход. Действието на този ходов механизъм ще се проследи по фиг. 77.

Положение I. След като балансът е достигнал крайното си дясно положение, под действието на спиралата той се връща, като се движи в означената посока. Зъбът от колелото е опрял върху повърхността за почивка на входящия палет и под действието на ъгъла на притегляне притиска вилката към левия ограничителен щифт. Така че балансът, който изминава допълнителната си дъга, се движи съвсем свободно.

Положение II. Това е моментът, при който импулсният камък удря в дясната страна на отвора на анкръра, който до този момент е неподвижен. При удара балансът е загубил малко от енергията си, но продължава да се движи, като увлича със себе си и вилката.





Фиг. 91. Построение на швейцарски неправиращен ход

Следва да се оформят палетите и зъбите на колелото. Към окръжността  $T$  в пресечната ѝ точка с вертикалната ос се прекарва допирателната права  $aa$ . Там, където тази допирателна пресече окръжностите  $L$  и  $H$ , се получават точките  $A$  и  $B$ . Точка  $A$  е началото на импулсната плоскост на входящия палет, а точка  $B$  — края на импулсната окръжност на изходящия палет. За да получим импулсните плоскости, прекарваме през точките  $A$  и  $B$  допирателни прави към съответните им импулсни окръжности от точка  $A$  към  $P$  и от точка  $B$  към  $R$ . Краят на импулсната плоскост е в т.  $G$ , където допирателната за входящия палет се сече с окръжността  $M$ . По същия начин и точка  $V$  е началото на импулсната плоскост на изходящия палет.

Спрямо радиалния лъч  $Ob$  през точка  $A$  прекарваме лъча  $Az$ , който е отклонен от  $Ab$  на ъгъл  $14^\circ$ . Това е ъгълът на притеглянето, а по лъча  $Az$  ще се оформи повърхността за почивка на входящия палет. По същия начин оформяваме и повърхността за почивка на изходящия палет, като прекарваме лъча  $Vi$  на  $10^\circ$  спрямо  $Ve$ . От точките  $G$  и  $B$  прекарваме прави, успоредни на повърхностите за почивка. Дължината на палета е приблизително 2,5 до 3 пъти от ширината му.

Остава да се определи формата на зъба. При начертаното положение зъбът ще опира върху повърхността за почивка на входящия палет. Така че точката  $D$ , в която се пресичат окръжността  $K$  и повърхността за почивка на палета, ще бъде острието на зъба. От точка  $D$  се прекарва допирателна към окръжността  $\Phi$ . Където допирателната пресече външната окръжност  $Y$ , там е края на импулсната плоскост на зъба, т. е. точката  $E$ . Предната страна на зъба сключва с радиалната права ъгъл  $24^\circ$ , а задната страна се оформя произволно, но да не пречи на движението на палетите. Останалите размери от колелото и вилката се определят по конструкторски усет.

### 23. Хронометров ход

Към свободните ходови механизми спада и хронометровият ход. Той е предложен от Пиер Льоруа в 1748 г. и се е отличавал от сегашния си вид. Върху подобрението му са работили много и известни часовникари, но най-голяма е заслугата на Бертхуд, който в 1770 г. предлага механизма в почти същия вид, в който се използва и сега.

Характерно за този механизъм е, че предаването на импулса става непосредствено от ходовото колело на баланса, като е избягната вилката при анкървия ход. При това ходът е свободен, така че засега най-голяма точност с преносим часовник е получена именно чрез този механизъм. Трябва да се отбележи, че с развитието на свободния анкър ход хронометровият ход е загубил значението си при часовници за обикновена употреба и намира приложение изключително при морските хронометри. И действително, въпреки развитието на средствата за съобщения и ориентиране, корабният хронометър е едно от сигурните средства за ориентиране на плаващите съдове.

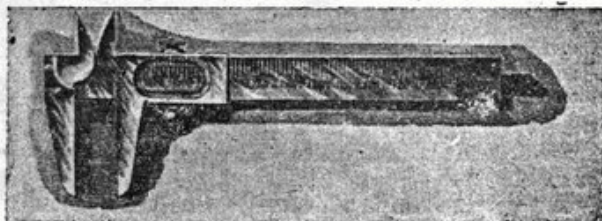
Съществуват две основни разновидности на хронометровия ход: 1) ход с пружина за почивка и 2) ход с лост за почивка.



Ръчни дамски часовници от 4 линии до  $8\frac{3}{4}$  линии. Най-разпространени са  $5\frac{1}{4}$  и  $8\frac{3}{4}$  линии.

Ръчни мъжки часовници от  $8\frac{3}{4}$  до 13 линии. Най-разпространени са  $10\frac{1}{2}$  и 13 линии.

Джобни часовници от 13 до 22 линии. Най-разпространени са  $16\frac{1}{2}$ , 18 и 19 линии.



Фиг. 137. Шублер

Тези големина не са отбелязани върху механизма, но се знаят от дългогодишна практика. Измерването на диаметъра става много лесно, като мярката се превръща от милиметри в линии.

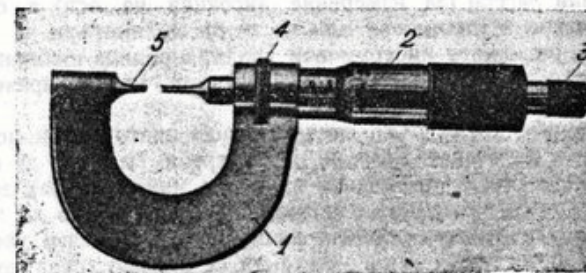
В часовниковия механизъм освен линията съществува и друга една мярка — така нареченият *калибрен номер*, често съпроводен с буквени инициали. Калибреният номер изразява конструктивните размери на всички части от механизма. Възприети веднъж, те се стандартизират и се отбелязват върху механизма. Калибреният номер е поставен или при баланса, или под цифреника върху платината. За по-голямо удобство напоследък (особено в съветските часовници) тези калибренни номера се поставят върху моста от горната страна на механизма и без много труд веднага може да се види калибърът на същия. Често калибрените номера са мерило за качественоста на механизма, а спомагат и за лесното заменяне с резервни части.

За да могат да се стандартизират и преведат до заменяемост с резервни части механизмите на немаркираните часовници, чието разнообразие е извънредно голямо,<sup>1</sup> швейцарските фирми се групират в картели. Такъв известен картел е „Ебош-Сюис“, от който са внесени у нас в миналото повечето от часовниците. Такива са: ETA 761, AS 1051, ETA 717, AS 984, AS 530 и др.

Познаването на калибрените номера е много важно при поправката. Тези калибри улесняват замяната на повредени или изхабени части и за кратко време се дава много по-прецизна и доброкачествена поправка, отколкото при преправянето или изработването на отделни части. При това части с калибренни номера се намират лесно, дори могат да се поръчват, без да се дава оригинал, а и стойността им е по-ниска.

<sup>1</sup> От търговска гледна точка могат да се надписват марки по поръчка.

С измервателните инструменти се измерват размерите на всяка заменяема част или при направа на нова такава. За измерване на дебелини, дължини, широчини, диаметри, дълбочини и др. се употребява универсалната мярка — шублерът. На фиг. 137 е показан шублер,



Фиг. 138. Микрометър

който измерва милиметри и десети от милиметъра, а за измерване на дълбочини от задната страна е снабден с едно езиче. В началната част е снабден с челюсти, които служат за измерване диаметъра на рамки или отвори.

На фиг. 138 е показан друг измерителен инструмент — микрометърът, с който се измерва с точност до стотна част от милиметъра. И микрометърът е съставен от една подвижна част — измерителен барабан 2 с микрометричен винт (вретено), който е снабден с малък барабан 3 за фино нагласяне. Неподвижната част (скобата 1) в единия край е снабдена с приспособление за застопоряване 4, а от другата страна — с петата 5. Предметът се притиска между петата и вретеното. Резбата на вретеното има  $\frac{1}{2}$  мм стъпка или при едно завъртане на барабана вретеното се измества на едно деление в неподвижната част, което съответствува на 0,5 мм. Отчитането на десетите и стотните от мм става по делението на барабана, което съвпада с хоризонталната черта на неподвижната част.

Мярка за измерване на ширината, дебелината и диаметъра на пружината е показана на фиг. 139. Чрез изрезките на измерителния инструмент се измерва ширината на пружината в линии. На този принцип се основават и други мерки, напр. *монтандон*.<sup>1</sup> Дебелината на пружините се измерва в отделна мярка — изрезка в средата на измерителния инструмент, разграфена на части от милиметъра. Диаметърът на пружината се определя в свито състояние (сгъната пружината



Фиг. 139. Мярка за пружини

<sup>1</sup> Тази мярка е стара и сега почти е изоставена.



лелата е леко. Още един път се проверява осевата и страничната хлабина в лагерите, като колелата при обръщане на механизма трябва под действие на теглото си да падат от едната към другата плоча. Поставя се анкрът, като се освобождава най-близката до него гайка и се повдига плочата. При съвсем малко навита пружина анкрът при бутане трябва да отскача от едното до другото си крайно положение. Ако анкрът не застава в крайното си положение, към което се избутва, а се връща веднага назад, това показва, че захващането е много плитко. В такъв случай лагерът на анкра трябва да се приближи малко към анкровоото колело.

По оставения белег се поставя спиралата върху балансвата ос и се проверява в плоскост и по форма. Балансът се поставя на място, като хлабината на оста му се регулира с долния винт. Тази хлабина трябва да бъде колкото се може по-малка, но да не се причини затягане в лагерите. В някои случаи може да се затяга и горният винт, но трябва да се държи сметка да не се разхлаби или затегне много регулажната стрелка. Спиралата се промушва през прореза на регулажната стрелка и се заклиня посредством шифта в колонката чрез почукване. Проверва се положението на спиралата след закрепването ѝ и ако няма незабелязани дефекти, балансът започва да се колебае — часовникът работи.

**Намазване.** При будилници трябва да се използват следните масла:

|                                     |             |
|-------------------------------------|-------------|
| за пружината и лагерите на колелата | — масло № 5 |
| за анкровоото колело                | — масло № 4 |
| за лагерите на баланса              | — масло № 2 |

Когато всички споменати работи са привършени, поставят се цифреникът и стрелките. Секундната стрелка се поставя в произволно положение. Центровката на останалите стрелки с оглед правилната работа на механизма на звънеца става по следния начин.



Фиг. 165. Наковалня за впесоване на стрелки

Стрелката за будилника се поставя на цифрата 6 и с помощта на пробой се впесова на оста. Навива се пружината на звънеца и средната ос се върти, докато будилникът започне да звъни. Часовата стрелка при това положение се поставя на 6, а минутната — на 12, като последната не се закрепва здраво. Чрез разместване на стрелките неколнократно се опитва дали будилникът ще звъни в определения час и ако е необходимо, се променя малко положението на минутната стрелка, след което тя се впесова здраво на оста. За целта средната ос се подпира на специална наковалня (фиг. 165) и с подходящ пробой чрез чукане става впесоването ѝ. В заключение трябва още един път да се провери звънчевият механизъм. При положение за звънене между лоста на чукчето и пружината, спираща звънеца, трябва да има достатъчна хлабина. При това анкрът на звънчевия механизъм не трябва да има голямо осево изместване. Като се превъртят стрелките, спирачната пружина трябва да спре чукчето най-късно след час и половина от времето за звънене. В противен случай спирането не е сигурно.

Ако цифреникът не е добре закрепен, може да се завърти и да се получат доста големи разлики при звъненето на часовника.

Капаците се почистват и механизмът се поставя в тях. Проверва се дали стрелките няма да опират в стъклото, поставя се задният капак и се монтират всички външни части на часовника.

**Проверка и сверяване.** Будилникът се сверява с точен часовник, като по възможност се изравняват и секундните стрелки. В зависимост от грешката става и регулирането. Ако се получат разлики, по-големи от 10—15 мин за 24 часа, налага се да се промени дължината на спиралата.

Звънчевата стрелка на будилника се поставя на цифрата 6. При проверката се следи дали тя не се движи с останалите стрелки, което не трябва да се допуска.

Грешките, които често се явяват при будилниците, могат накратко да се изброят по следния начин:

Дефекти, които се определят без разглобяване на часовника:

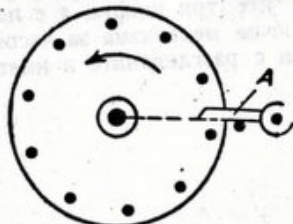
- дали пружините са здрави;
- в изправност ли са спирачките на пружините;
- не трият ли ключовете и бутоните в отворите на капака;
- има ли достатъчно триене звънчевата стрелка, за да не се завърти заедно с другите стрелки;
- достатъчно ли е стегната средната ос и равномерно ли е триенето ѝ;
- звъни ли будилникът в определеното време (проверява се най-малко за четири различни положения);
- бие ли правилно чукчето на звънеца;
- спира ли будилникът най-късно час и половина след иззвъняването;
- опират ли стрелките в цифреника;
- трият ли стрелките една в друга, когато се обърне часовникът с цифреника надолу;
- трие ли минутната стрелка в стъклото и опира ли средната ос в него;
- свободно ли се движи регулажната стрелка в отвора на капака;
- не натиска ли задният капак върху горния винт на баланса;
- здро ли е закрепен бутонът за спиране;
- здро ли са завити винтовете и краката;
- здро ли е закрепен задният капак.

Дефекти, които се забелязват, когато механизмът е изваден от капаците:

- има ли добър спусък анкрът; закрепена ли е здраво спиралата;
- движи ли се спиралата в плоскост и има ли правилна форма;
- играе ли (има ли хлабина) спиралата в прореза на регулажната стрелка при всички положения между + и —;
- не опира ли втората навивка на спиралата в регулажната стрелка или колонката;
- не се ли премества регулажната стрелка съвсем леко;
- не трие ли някъде балансът в колонката, в регулажната стрелка, в анкра;



лост да спре шифта на пусковото колело. Броят на ударите, които ще даде при това биещият механизъм, зависи от дължината на издатъка, върху който се намира лостът *И*. Каналите на разпределителното колело са с достатъчна дължина, така че при биене на половин час лостът *И* да не излиза от канала.



Фиг. 173. Повдигане на чукчето от биещото колело

Повдигането на чукчето се командва от биещото колело, по периферията на което са впесовани определен брой равномерно разпределени шифтове или е закрепена шайба с остри зъби (фиг. 173). При всеки оборот на пусковото колело биещото колело се завърта на ъгъл, който съответствува на един шифт, т. е. получава се един удар на чукчето.

Механизмът при правилно положение е показан на фиг. 171 и 172. Когато шифтът от пусковото колело опира в спирачния лост, шифтът от колелото *З* трябва да бъде срещу извивката *Х* на лоста, така че при „подготовката“ колелото *З* да прави половин оборот. Лостът *И* трябва да лежи в канала на разпределителното колело и по възможност по-близо до десния ръб на канала. Биещото колело трябва да е в положението, показано на фиг. 173. Шифтът, който ще повдигне чукчето, трябва да се намира близо до лоста *А*, но при „подготовката“ чукчето да не се повдига. След последния удар пусковото колело не трябва да се завърти повече от една осма оборот.

Каналите на разпределителното колело са с ширина съответна на един удар, тъй като тогава часовникът бие половин час. Затова и върху минутния пиньон са поставени два шифта.

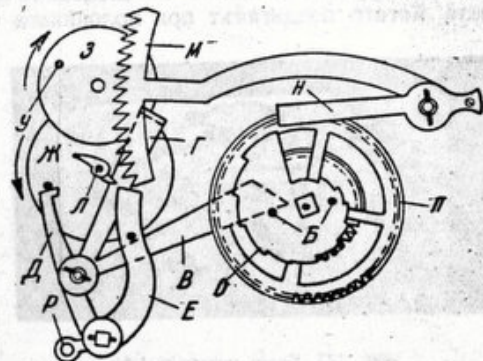
При неправилно биене най-напред трябва да се провери разположението на колелата и след това, ако се забележат дефекти, може да се прибегне към оправяне на лостовете.

Този механизъм има неудобството, че разпределителното колело се движи независимо от механизма за работа. Поради това при сверяване на часовника той трябва да се изчака да бие на всеки цял или половин час.

**Биещ механизъм с гребен.** Този вид механизъм се използва в съвременните часовници. Разпределителното колело е заменено със степенчатата шайба, която е закрепена неподвижно към часовото колело (фиг. 174).

Върху минутния пиньон са поставени два шифта в различно разстояние от центъра. Когато единият от шифтовете (по-отдалеченият от центъра) повдигне рамото *В* на повдигача, последният отклонява наляво спирачния двураменен лост (рамената *Д* и *Е*). Рамото *Д* освобождава шифта на пусковото колело. В рамото *Е* опира гребенът *М*, който има около 15—16 зъба. Когато рамото *Е* се отклони достатъчно, гребенът под действието на теглото си пада надолу. Двете рамена на спирачния лост трябва да имат такова разположение, че

най-напред да се освободи пусковото колело, а малко след това да падне гребенът. Към гребена е закрепен лостът *Н*, извит под прав ъгъл в предния си край. Когато гребенът падне, извивката на лоста *Н* опира в съответното стъпало на степенчатата шайба. Степенчатата шайба има 12 стъпала, като всяко следващо равномерно се приближава към центъра. Когато рамото *Д* освободи пусковото колело *Ж*, колелото *З* се завърта, докато шифтът *У*, закрепен върху него, опре в рамото *Г* на повдигача. Това е „подготовката“. Тя започва няколко минути преди биенето. След около една или две минути пада гребенът. Когато минутната стрелка дойде в 12, шифтът на минутния пиньон освобождава повдигача и последният пада надолу. При това рамото *Г* на повдигача освобождава шифта *У* от колелото *З* и механизъмът започва да се върти. На оста на пусковото колело срещу гребена е закрепен зъбецът *Л*. При всеки оборот на *Ж* зъбецът повдига гребена с един зъб нагоре. Същевременно край на лоста *Е* е остър и влиза в зъбите на гребена, като при това рамото *Д* не пречи на шифта. Когато гребенът се повдигне нагоре, съответният зъб избутва лоста *Е* наляво. Когато зъбецът *Л* не е в зацепление с гребена, край на лоста *Е* опира в зъбите му и гребенът не може да падне надолу. Понеже на всеки оборот на пусковото колело съответствува един удар, часовникът ще даде толкова удара, колкото оборота е направило пусковото колело. Тъй като пък на всеки негов оборот съответствува повдигане на гребена на един зъб, ударите ще са толкова, с колкото зъба нагоре е повдигнат гребенът. А той ще се повдигне нагоре толкова, колкото е паднал надолу при освобождаването му от спирачния лост. Така че ударите ще зависят от това, колко надолу е паднал гребенът. Понеже падането му се ограничава от степенчатата шайба, броят на ударите ще зависи от реда на стъпалото, върху което е паднал гребенът. Например при първото най-високо стъпало ще има един удар, а при най-ниското дванадесето стъпало — 12 удара. Когато гребенът се повдигне напълно, спирачния лост отива надясно, гребенът попада върху горната част на рамото *Е*, а рамото *Д* спира пусковото колело. И при този механизъм на всеки оборот от пусковото колело се дава по един удар, като биещото колело трябва да има разположение също както при механизма с разпределително колело.



Фиг. 174. Биещ механизъм с гребен

Биенето на половинките-часове се командва от шифта на минутния пиньон, който е по-близо до центъра. В такъв случай повди-



гачът се повдига по-малко и измества спирачния лост дотолкова, че се освобождава само пусковото колело, без да падне гребенът или трябва да падне само първият зъбец на гребена, който зъбец при някои конструкции е по-къс от следващите, както е показано на фигурата. Когато повдигачът при половината час падне, пусковото колело прави само един оборот — получава се един удар.



Фиг. 175. Биещ механизъм  $4/4$

Правилното разположение на механизма е показано на фигурата. След последния удар пусковото колело трябва да направи още една осма оборот. Въпреки че различните фирми имат различно оформени части и лостове, принципното действие на биещите механизми е едно и също и при сглобяването на механизма трябва да се спазват споменатите правила. Обикновено неправилното биене се дължи на неправилен монтаж и разположение на щифтовете. Стрелките на часовника не трябва да се връщат назад, защото това ще предизвика изкривяване на щифтове и лостове.

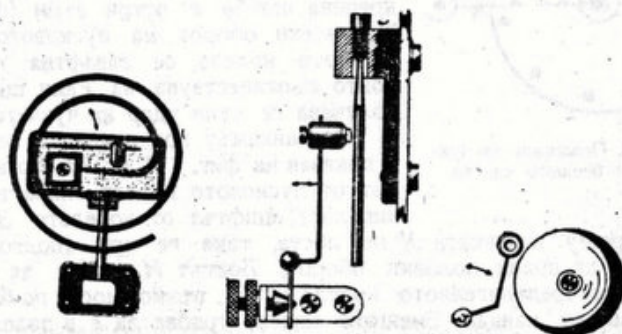
Степенчатата шайба, която е закрепена върху часовото колело, трябва да се постави така, че лостът *H* да може свободно да пада на най-ниското стъпало, а след един оборот на стрелката да пада по средата на първото стъпало.

При този механизъм степенчатата шайба, която командува ударите, е свързана с механизма за работа, понеже е закрепена неподвижно за часовото колело. Поради това часовникът, един път центрован, може да се сверява, без да се изчаква биенето на часовете.

Понеже съществуват много конструкции, трудно е да се опишат всички срещани се повреди при биещия механизъм. Но след внимателна проверка и разсъждения работникът сам може да открие повредата и я отстрани.

Механизъм с биене четвърт часове ( $4/4$ ). При някои часовници биещият механизъм отбелязва и четвърт часовете. В действителност такъв механизъм се състои обикновено от два биещи механизма — един за четвърт часовете и друг за целите часове. В такъв случай всеки механизъм се задвижва от отделен двигател, така че общо в часовника има три двигателя. Обикновено в такива механизми има по няколко чукчета, задвижвани от назъбен барабан, свързан подходящо с биещия механизъм (на фигурата барабанът не е показан). Всеки механизъм може да бъде с разпределително колело или с гребен. Много често за четвърт часовете се използва механизъм с разпределително колело, което има четири канала, а за целите часове — механизъм с гребен. Това личи от фиг. 175, където се виждат лостовите системи

на двата механизма. Обикновено минутният пиньон има четири щифта, които командуват четвъртинките. И тук четвъртият щифт е разположен по-далеч от центъра, отколкото другите три щифта, а с подходяща лостова система механизмът  $4/4$  включва механизма за часовете. Принципно и двата механизма са еднакви с разгледаните и имат същите части.



Фиг. 176. Правилно положение на чукчето

Възможно е да се осъществи механизъм  $4/4$ , който да се задвижва само от двигателя на биещия механизъм. Това се постига с доста сложна лостова система, което затруднява центровката на механизма. Затова се предпочитат конструкции с три барабана. Конструктивно има много разновидности, но правилата за монтажа в общи линии са същите. Пред вид сложната конструкция на механизма с него трябва да се работи много внимателно. Преди всичко е необходимо да се разбере най-напред действието му и тогава да се извършат съответните поправки и центровката.

Няколко думи за правилното разположение на чукчето спрямо тоновата пружина (гонга) и звънеца. За да бъде звукът ясен и добър, чукчето трябва да удари с необходимата сила върху пружината или звънеца и след това да няма допир с тях. На фиг. 176 е показано правилното положение на чукчето. Ако се наложи регулиране, това става чрез изкривяване на чукчето.

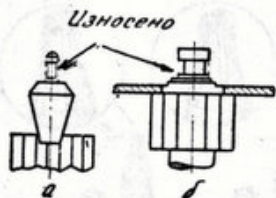
## 50. Поправки при малки (носими) часовници

Преди да се отвори капакът на часовника, може да се установят някои дефекти — лежи ли добре и не затяга ли ключът в капачите, правилно ли е поставена и не е ли изкривена коронката, изправна ли е спирачката, не е ли скъсана пружината, в изправност ли е навивателният механизъм. По-нататък: лесно ли се сверява часовникът чрез изтегляне на коронката или натискане на щифта за сверяване. При сверяване на часовника задържа ли се ключът, изтеглен навън, или



Това триене се отнася за стоманената шийка, която се върти в месингов или бронзов лагер, а в по-добрите преносими часовници — в каменен лагер, намазан с масло.

При продължителна работа без систематично почистване и намазване на механизма шийките се износват и по цилиндричните повърхности се явяват вдлъбнатини от износването, а на петата (върхчето) се образува шапчица. На фиг. 196 са показани такива случаи на износване.



Фиг. 196. Износване на шийката

Износването е нежелан, но постоянен спътник при по-простите и евтини часовници, където се допуска по-голямо триене. След по-продължителна работа при ремонтване на такива часовници е необходимо щателно шлифване и полиране на шийките.

Шлифването цели да свали образуваната „шапчица“ на върха на шийката и да изравни вдлъбнатината на износената шийка до гладка цилиндрична повърхност. Шлифването и полирането трябва да се извършва на струг. При силно износена повърхност (при оси на будилници и стенни) отначало шийката се изравнява с много ситна пила, след което се шлифова и полира с шлайф- и полир-пила (лима) върху струг за полиране (жако).

Шлифването може да се счита за завършено, ако по шлифованата гладка повърхност не се забелязват никакви резки. Въртеливото движение на шлифованата или полирваната част и движението на шлифовъчния инструмент трябва да са насочени в противоположни посоки. При това инструментът за шлифване се движи по-бавно от шлифованата част.

Полирането дооформя шлифованата част до огледална повърхност. За материали при полиране се употребяват прах за излъскване и диамантин, които се разтварят в масло, и така наречената виенска вар, която се разтваря във вода.

Като инструменти за полиране освен металческите полир-пили с гладки повърхности се употребяват още плоски дървени пластинки, обвити с много фина шкурка. Плоските части отлично се полират с матово стъкло. Шийките се полират най-добре на струг при високи обороти.

Полирането на шийките се довършва с полираната страна на лимата (страната с гладка повърхност) върху струг за полиране.

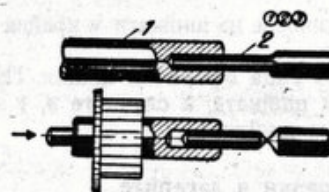
Процесите на шлифване и полиране на шийките са известни още като пивотаж.

Ако шийката е много износена, при шлифване и полиране тя може да се изтъкне дотолкова, че да стане негодна за използване. Чести са и случаите на счупване на шийките. В тези случаи може да се замени цялата ос, а ако липсват оригинални сменни части, то може да се пристъпи към изработване на нова шийка.

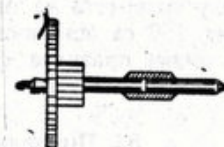
Изработването на нова шийка е често пъти по-целесъобразно, отколкото заменяването на оста. Тъй като оста е едно цяло с пиньона,

то заменяването ѝ изисква редица корекции в зъбните зацепления, губи се повече време, пък и стойността ѝ като резервна част не е малка.

Изработването на нова шийка, особено за стенни часовници и будилници, не представлява особена трудност. Общо процесът за изработване на нова шийка е следният.

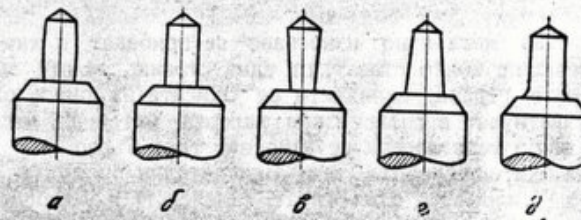


Фиг. 197. Изработване на шийка



Фиг. 198. Съединение „на глухо“ на двете части от счупена ос

Мястото на счупената шийка се изпилява, изравнява и с центъра на универсалния струг се прави малко конусче. Със съответен свредел се пробива отвор в оста на дълбочина поне 3 пъти по-голяма от диаметъра на шийката. При малките ръчни часовници се изисква голямо внимание и опитност. Работата по пробиването се облекчава със специално пригодена за това машинка. Следващите процеси са показани на фиг. 197.



Фиг. 199. Правилни и неправилни форми на шийките

Към пробитата част на оста 1 се впредва предварително изготвеното стоманено парче 2 с подходящ диаметър и малко по-голяма дължина от първоначалната ос. След плътното втикване на оформената част към пробитата ос така изготвена оста се поставя на струга и се оформя шийката с необходимата дебелина и дължина. По-нататъшните процеси са същите — шлифване и полиране до получаване на огледална повърхност.

Съществуват и други начини за изработване на шийки, но в сравнение с гореописания те притежават редица недостатъци. Тях по-добре няма да разглеждаме. Ще споменем само някои от недостатъците. Така например практикува се предварително изработване



се със свредел мястото на камъка, със специално пригоден крив нож се дообработва вътрешността, оформя се рамката и накрая се претърква външният диаметър по отвора на платината или моста.

В разгледаните дотук повреди и поправки на предавателния механизъм главна причина за повредите е триенето. Триенето затруднява вървежа на часовника. С намаляване на триенето се увеличава дълготрайността и прецизният вървеж на механизма. Това налага да се създадат благоприятни условия за работа на часовниковия механизъм. За тая цел се препоръчва:

При ремонт (почистване и смазване) на часовника всички лагери — месингови, бронзови или от камъни, а също така и местата за маслото в платината и моста трябва да бъдат внимателно почистени, да няма никакви остатъци и резки, да бъдат добре полирани и загладени.

Шийките да бъдат по възможност най-тънки, но достатъчно здрави. Те трябва да имат правилна цилиндрична форма, да са гладки и полирани до огледална повърхност. Зъбите на колелата също да бъдат добре шлифовани и полирани.

Ръждясалите пиньони трябва да се почистят добре, а при някои случаи на по-силна корозия е необходимо те да се заменят.

Желателно е почистването на лагерите, шийките и зъбите на пиньоните да става с клечка и много внимателно, за да не остане никаква следа от втвърдено масло или друго чуждо тяло. Ако шийките не се почистват с клечка, необходимо е да се полират с полир-пила и полировъчен прах. Промиването на часовника да става в чист бензин — периодично поне на 1—2 години за ръчни и джобни часовници и 2—3 години за будилници и стенни. Да се съблюдават точно видът на смазката за отделните части, качеството, времето и начинът на съхраняване на смазката.

При спазване на горните условия триенето, а оттам и износването ще се сведат до допустим минимум и ще се гарантира дълготрайността и прецизността на механизма.

## Глава XII

### ПОВРЕДИ И ПОПРАВКИ НА ХОДОВИЯ МЕХАНИЗЪМ

#### 64. Общо върху поправките на ходовия механизъм

Ходовият механизъм е един от най-натоварените възли в часовника, въпреки че усилията, които действуват върху него, са сравнително малки. За едно денонощие палетите влизат във взаимодействие със зъбите на ходовото колело 432 000 пъти при джобни и ръчни часовници, 288 000 пъти при будилници и средно около 150 000 пъти при стенни условията. Ето защо е необходимо да се подбере много грижливо материалът за направата на тези части, който освен голямата издръжливост трябва да позволява и добро полиране, чрез което ще се намалят загубите от триене. Въпреки взетите мерки в това

отношение най-честите повреди в ходовия механизъм се явяват в най-натоварените части, които предават импулса — палетите и зъбите на колелото. Относно практическата работа по поправянето на повредените и износени елементи е отделено място в следващите страници.

Накратко ще си припомним някои положения от работата на ходовия механизъм, общи за всички ходови механизми, от които до голяма степен зависи правилната работа на часовника.

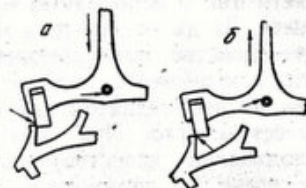
След като зъбът от колелото напусне импулсната плоскост на палета, следваше ъгълът на падането. Той е вреден ъгъл, тъй като при него се загубва енергия, но е необходим с оглед неточностите, които се допускат при изработване на колелото, т. е. създава сигурност при работата. От това следва, че при качествените часовници този ъгъл е по-малък, отколкото при евтините часовници. Освен загубата на енергия, с която е свързан

този ъгъл, повърхностите за почивка, върху които пада зъбът, се износват по-бързо, тъй като колелото при свободното завъртане пада с удар върху палета. Съществено е и условието, стойността на този ъгъл да е еднаква и за двата палета.

Ако се установи, че стойността не е еднаква за двете страни, това показва, че котвата захваща по-голям или по-малък ъгъл, отколкото е необходимо, т. е. котвата е по-широка или по-тясна. Когато ъгълът е по-малък за изходящия палет, котвата е тясна; когато за същия палет ъгълът е по-голям, котвата е широка.

Само при Грахамовия ход е възможно правилното положение при такъв случай да се възобнови чрез преместване на лагерите на котвата, както това бе указано в ч. I. При всички други ходови механизми се налага да се промени формата на котвата.

Друг ъгъл, за който трябва да се спомене, е ъгълът на почивката. Той съществува в повечето от разгледаните механизми и е характерен с това, че при изминаването му зъбът от колелото трие по повърхността за почивка на съответния палет, т. е. и този ъгъл е свързан със загуба на енергия, затова и неговата стойност трябва по възможност да е по-малка. При това обаче трябва да се съблюдава, щото при голяма хлабина на оста на котвата зъбът от колелото да попадне без време на импулсната плоскост, както това е показано на фиг. 201. Даден е случаят за свободен ход, тъй като такава повреда е възможна по-често при него. При непреносимите часовници такава повреда не би се отразила по време на работата, защото под действието на собственото си тегло вилката винаги е притисната към колелото, и в такъв случай споменатият дефект не може да се прояви. Ъгълът на почивката трябва да е еднакъв и за двата палета. Когато това условие не е налице, поправката се извършва по начин, указан поотделно за всеки ходов механизъм.



Фиг. 201. Вследствие на голяма хлабина в лагерите зъбът без нужда е попаднал на импулсната плоскост