



Josef Bureš

HODINOVÉ STROJE

pro ² II. ročník odborných učilišť
a učňovských škol

Učební obor 0463
HODINÁŘ-HODINÁŘKA

4/4. vyd.

8) Státní
pedagogické nakladatelství
Praha

7)

1982

2110, Kt.



STÁTNÍ TECHNICKÁ UNIVERZITA BRNO	
8922/81	E 11526
14.9.81	681. 11.031 / 035 (075)
PV	
13,10	
<i>[Signature]</i>	

BA 42 453
 CS 3616 P *[Signature]*

První vydání recenzovali: Jan Huták, Ing. Zdeněk Martinek
 a Bohumil Procházka

Čtvrté vydání

Schválilo ministerstvo školství a kultury dne 3. června 1963,
 č. j. 18 854/63-III/2, jako učební text pro II. ročník odborných učilišť
 a učňovských škol, učební obor 0463, hodinář-hodinářka

© Státní pedagogické nakladatelství, n. p., 1964

I. SLOŽENÍ HODINEK

1. ROZDĚLENÍ HODINOVÉHO STROJE

V prvním ročníku ve stati o složení hodinového stroje jsme se podrobně seznámili s pěti základními ústrojími hodinového stroje v tomto uspořádání:

1. Oscilátor
2. Krok
3. Hlavní soukolí
4. Ručkové soukolí
5. Hnací ústrojí

Tato ústrojí jsou hlavními celky nejen velkých hodin, ale i hodinek. Oscilátorem je vždy setrvačka s vláskem. Počet používaných kroků je omezen na nejužívanější kroky-švýcarský a kolíčkový. Hlavní soukolí se liší prakticky pouze rozměry a ručkové úpravou ručkového pastorku. Hnacím orgánem je vždy pero.

Pomocná ústrojí:

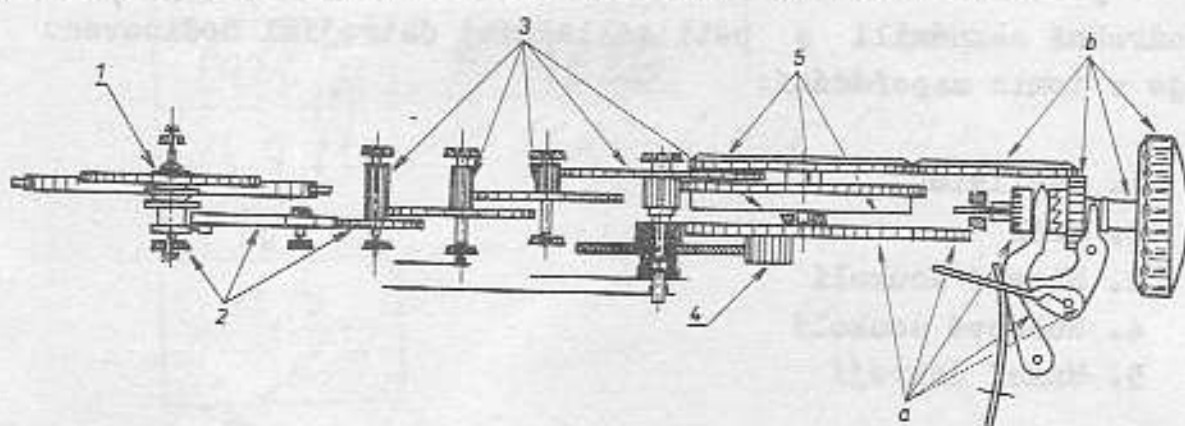
Zatímco u velkých hodin nebylo třeba pomocným ústrojím věnovat mnoho času pro jejich jednoduchost, setkáváme se u hodinek již se složitějšími mechanismy obvykle ve vzájemné úzké souvislosti. Tato dvě pomocná ústrojí jsou:

a) Ústrojí pro řízení ruček, kterým můžeme podle potřeby upravovat údaje hodinové i minutové ručky.

b) Natahovací ústrojí, kterým je dodávána mechanická energie peru.

Tato pomocná ústrojí se svým provedením u jednotlivých typů hodinek značně liší. Jsou to různé systémy natahovacích mechanismů.

Na obr. 1 je sestava běžného typu hodinek. Seznámíme se pomocí tohoto nákresu s názvy jednotlivých součástí.



Obr. 1. Složení hodinek

1. <u>Oscilátor</u>	2. <u>Krok</u>	3. <u>Hlavní soukolí</u>
hřídel	vodítko	krokový pastorek
setrvačník	kotva	s k u p i n a
vlásek	krokové kolo	vteřinové kolo
4. <u>Ručkové soukolí</u>		mezilehlé kolo
ručkový pastorek		mezilehlý pastorek
střídné kolo		I. minutové kolo
střídný pastorek		minutový pastorek
hodinové kolo		II. hnací kolo (perovník)

5. Hnací ústrojí

pero

perovník s víčkem

hřídel perovníku

rohatka se západkou

(západkové kolo)

Pomocné ústrojí

a) ústrojí pro řízení ruček:

kola řízení ruček

spojkový pastorek

spojková páka

stavěcí páka

b) natahovací ústrojí:

korunka

hřídel

spojkové kolo

natahovací kolo

Spojkový pastorek uvedený ve skupině a je společnou součástí obou ústrojí, stejně tak jako korunka, natahovací hřídel a spojková páka s pružinou.

Tak jako velké stroje, bývají i hodinky rozšiřovány o další přídavné mechanismy, podle nichž je pak stroj pojmenován. Jsou to například datumovky, náramkové budíčky, chronograf a jiné.

2. S E T R V A Č K A

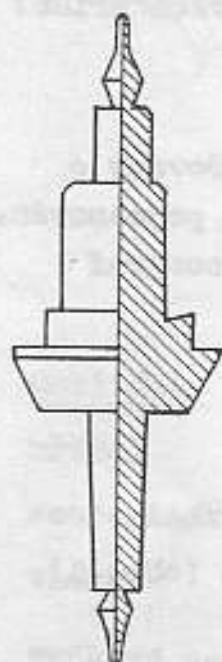
Kompletní setrvačka běžného hodinového stroje (obr. 1) se skládá z těchto součástí:

1. hřídel setrvačky
2. setrvačnick (popřípadě se šrouby)
3. vlásek s jádrem a špalíkem
4. úplné vodítko (součást kroku)

H ř í d e l s e t r v a č k y

Tvar hřídele je různý podle rozdílných konstrukcí hodinových strojů. Liší se nejen rozměry, ale i úpravou některých osazení. Hřídel se zhotovuje vždy jen z oceli a svými čepy je nyní již téměř u všech druhů lepších hodinek uložen v kamenech. Jeho radiální vůle je vymezena průměrem díry vrtaného kamene, kdežto axiální pohyb omezují kameny krycí.

Čepy náramkových hodinek jsou při své jemnosti ($\varnothing 0,08$ mm) značně silově namáhány poměrně těžkým setrvačnickem. Proto je nutné jejich kuželovité (trumpetové) zakončení, které je zpevňuje. U některých řešení bývá první osazení za čepem podsoustružené, aby se zde eventuálně zachytil i nadbytečný olej vytékající z ložiska a nemohl zavinit slepení vlásku. Na druhé straně je osazení pro vodítko (obr. 2). Osazení bývá mírně ku-



želovité, aby se na ně dalo vodítko pevně nasadit. Kuželovitost nesmí být přehnaná, jinak by se vodítko správně nesešředilo a mohlo by dojít i k narušení funkcí kroku. Nesmí být naraženo ani příliš ztuha, aby se dalo bez poškození demontovat. Je-li hřídel setrvačky proveden přesně, dosedá vodítko při naražení až k základnímu osazení hřídele. Základní osazení je z této strany rovněž zkoseno, aby při demontáži mohl snímač vodítka vniknout za ně svými čelistmi a zároveň aby se zmenšila i hmota hřídele. Z druhé strany dosedá raménko setrvačnicku. Jeho osazení bývá podsoustružené a jeho výšku určuje tloušťka spojovacího raménka. Po roztemování musí setrvačnick zcela přesně dosedat celou plochou raménka na hlavní osazení. To musí být o něco vyšší, aby se při temování uskutečnil přehyb. Je-li však jeho výška nadměrná, roztemovává se špatně; při nedostatečné

Obr. 2 - Hřídel setrvačky

výšce dojde zpravidla při temování k poškození středu raménka. Při snímání setrvačnicku z hřídele musí být roztemovaný materiál vždy odsoustružen a setrvačnick bez násilí sňat. Násilným srážením setrvačnicku nebo příliš těsným uložením na hřídeli dochází často k deformaci. Sestředění dá potom mnohem více práce, než osoustružení přesahující části osazení. Na osazení má se setrvačnick docela lehce nasunout a nemá vlastní váhou spadávat. Je nesprávné, je-li osazení na průměru malé a má-li v uložení značnou vůli. Stejně však vadí, musí-li být setrvačnick naražen kladívkem. Další osazení je určeno pro nasunutí vlásku s jádrem. Osazení pro nasunutá jádra je zakončeno úkosem. Ten umožňuje jistější nasunutí jádra, které musí sedět ztuhá otočně.

Při eventuálním soustružení se snažíme dodržet co nejpresněji jak velikosti výšek, tak i průměry všech osazení. Při dokončovacích pracích hřídel pečlivě vyleštíme a před natemováním setrvačnicku přezkoušíme přímo zkusným předběžným sestavením správnost rozměrů.

S e t r v a č n í k s e š r o u b y a b e z š r o u b ů

U malých strojů mechanických hodin je vždy regulátorem chodu setrvačka, která se stoupačickým požadavkem na přesnost měření času mění své provedení (proti setrvačce budíkového stroje, jak ji znáte z prvního ročníku). Nahrazuje kyvadlo velkých strojů, které pod vlivem gravitace kýve z počátečního bodu do střední polohy a setrvačností pokračuje dále, až se síly v protilehlém krajním bodě vyrovnají, načež se vrací zpět. Krok má svou činnost přesně vymezenou. Dodává kyvadlu energii potřebnou k překonání odporů působících proti kyvu.

Hmota setrvačky je rovněž pod vlivem gravitační síly. Tato zde však nepůsobí ani ve směru, ani proti směru kyvu, protože setrvačka je vyvážená a těžiště je v její ose. V kývání

ji udržuje pružina - vlásek. Ten přejímá při svém stáčení pohybovou energii od stroje a vrací ji zase zpět, čímž udržuje setrvačku v pohybu. Má-li mít setrvačka s vláskem požadovaný kmitočet (např. 18 000 kyvů za hodinu), musí mít vnější průměr v určitém poměru ke své hmotě.

Zatížíme-li setrvačku uprostřed (tj. v těžišti), nebude to mít na dobu kyvu vliv. Budeme-li však zátěž postupně překládat na místa od středu vzdálenější, zjistíme, že doba kyvu se postupně stále více prodlužuje. Největší zpoždění chodu nastává při zatížení setrvačnicku na jeho obvodu. Z toho vyplývá, že při výměně setrvačnicku nestačí, aby nový setrvačnick měl stejnou hmotu a průměr jako původní, ale musí mít hmotu i stejným způsobem rozdělenou. Musí tedy být i podobně tvarován.

Vyzkoušejme si např. dvě různé setrvačky se stejným vláskem. Obě budou stejně těžké a budou mít týž průměr i tloušťku. Jedna však bude mít úzký setrvačnick a široká raménka, druhá naopak široký setrvačnick a úzká raménka. Poznáme, že setrvačka se širokým setrvačnickem bude mít menší počet kyvů, než setrvačka se setrvačnickem úzkým.

Stroje s malými kyvy (krok válečkový) potřebují setrvačnick lehký, stroje s velkými kyvy (kroky volné, a zejména chronometrové) vyžadují naopak setrvačnick těžký, zatížený na obvodu 16 až 20 šroubky. Zákony kývání kyvadla a setrvačky jsou rozdílné. U kyvadla jsou isochronní (stejnodobé) jen kyvy, které nepřesahují úhel 5° . Trvají tím déle, čím větší je rozkyv kyvadla. Setrvačka naopak vykoná velké kyvy někdy za kratší dobu než kyvy malé, což může být umožněno např. různým vláskem.

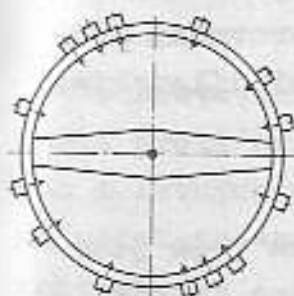
Posunování hmoty setrvačnicku na obvod (zvětšování průměru) a její vracení ke středu (zmenšování průměru) zavinují změny teploty. Z fyziky víme, že všechna tělesa se teplem roztahují a ochlazením zase smršťují. Podobně jako na ostatní tělesa

působí růst teploty i na setrvačnick a rozpíná ho (tj. průměr setrvačnicku se zvětšuje); ubýváním teploty se zase průměr zmenšuje. Tyto změny mají vliv na přesnost chodu u každých hodiněk.

Při změnách teploty má však na chod hodiněk zhruba z 90 % vliv vlások. Proto se nyní u všech strojů střední i vyšší kvality tepelné vlivy vyrovnávají (kompenzují) pomocí samokompenzačních vlások a objemové změny setrvačnicků se zanedbávají. Až do nedávné doby se zde však pro tepelnou kompenzaci užívalo převážně jen kompenzačních setrvačnicků.

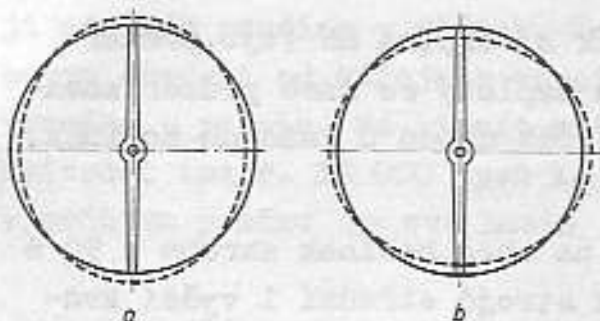
S kompenzačním setrvačnickem se podrobně seznámíme až ve III. ročníku. Je charakterizován nejen šrouby rozmístěnými po obvodě, ale též svým složením. Obvod setrvačnicku je pájen ze dvou kovů a na dvou místech v blízkosti spojovacího raménka rozříznut. To je klasické provedení kompenzačního bimetalického setrvačnicku se šrouby.

Setkáváme se však také s jiným typem - s nerozříznutým setrvačnickem se šrouby (obr. 3). Jeho těleso není ze dvou kovů, je to tedy setrvačnick monometalický. Již samo pojmenování vysvětluje, že jde o setrvačnick zhotovený pouze z jednoho kovu. Setkáváme se s ním u většiny novějších hodiněk. K výrobě je použito speciálních slitin, s nimiž pracovali Volet a Straumann. Plechy vyválcované z těchto slitin mají nápadně odlišnou tepelnou roztažnost ve směru válcování proti směru naň kolmém. Jestliže z takového plechu vysekne a pak osoustružíme setrvačnick, bude přesně kruhový jen při té teplotě, při níž byl vyroben. Účinky tepelných změn jsou zde



Obr.3 - Monometalický setrvačnick se šrouby

schematicky znázorněny na obr. 4. Šroubky na obvodu slouží zde jen k usnadnění regulace, hlavně v různých polohách. Monometalické setrvačnické se vyrábějí i bez šroubků.



Monometalický setrvačník ve spojení se samokompenzačním vláskem vytlačuje z moderní výroby bimetalický setrvačník téměř u všech typů hodinek, a to i u velmi přesných strojů.

Obr. 4 - Průběh deformace monometalického setrvačníku bezšroubového
a - při vyšší;
b - při nižší teplotě

O p r a v a s e t r v a č n í k u

Nejčastější závadou, s níž se setkáváme při opravě stroje, je nevyvážená setrvačka. Vyvážení provedeme na speciální váze s achátovými čelistmi podle pravidla, o němž jsme již hovořili. Odlehčení šroubků můžeme provést jejich odsoustružením. Zvýšení váhy provedeme podkládáním vyvažovacích podložek. Na přesném vyvážení setrvačky velmi mnoho záleží. Není-li opravdu dokonale vyvážena, nelze hovořit o regulaci stroje v různých polohách. Každý hodinář by proto bezpodmínečně měl mít pro vyvažování speciální váhu. Dynamické vyvažování se zde neprovádí.

Často se setkáme i se setrvačником zprohýbaným. V takovém případě musí být vyrovnán do kruhu i do roviny. Vyrovnání provádíme vhodně upravenými klíšťkami nebo speciálními dílenskými přípravky.

Hází-li setrvačník způsobem zvaným "přes vrch", je jeho oprava vždy nejistá. U přesnějších strojů je nejlépe takový setrvačník vyměnit. U levných strojů, pokud to vůbec je ekonomické, lze uchopit setrvačník do vhodné kleštiny soustruhu a sestředit rýtkem otvor pro setrvačnickový hřídel v raménku.

I při dobře provedené opravě je však nadále vyrovnanost chodu stroje nejistá.

Setrvačnický musí být na setrvačkovém hřídeli naražen přesně centrálně. Setrvačka s vláskem tvoří pro regulaci stroje dvě nejdůležitější součásti hodinek. Přesný chod závisí na péči, jaký byla těmito dvěma dílům věnována a jak dalece rozumí hodinář jejich funkci. Stává se, že opravář vyvažuje bimetalický setrvačnický opilováním šroubků, připájením pájky, nebo ho deformuje již při vyrážení s hřídele. Takovými metodami se ovšem stroj neopravuje, nýbrž jen znehodnocuje a poškozuje. Při výměně se snažíme o dodržení všech původních rozměrů setrvačnicku. U strojů, kde je dosažitelný továrně vyrobený náhradní díl stejného typu, provádíme raději místo opravy hned výměnu.

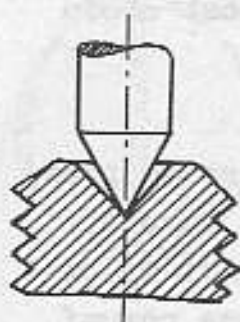
U l o ž e n í s e t r v a č k y

Setrvačka představuje smontovaný dílčí celek, minimálně setrvačnický se setrvačnickovým hřídelem. Ten se otáčí svými čepy v ložiskách. Víme již z dřívějška, že toto u l o ž e n í setrvačky může být provedeno různě. Známe již uložení:

hrotové,
čepové,
zvláštní (setrvačky na ocelové struně).

Hrotového uložení setrvačky u hodinek se užívá kvůli odolnosti proti nárazům. Má však své nevýhody, a proto se ho používá jen u levných strojů. Je také výrobně poměrně velmi levné. Ničím se podstatně neliší od hrotového uložení setrvaček u budíků (obr. 5).

U všech ostatních strojů je zavedeno uložení čepové. I toto uložení prošlo dlouhodobým vývojem. V počátcích, kdy se k výrobě

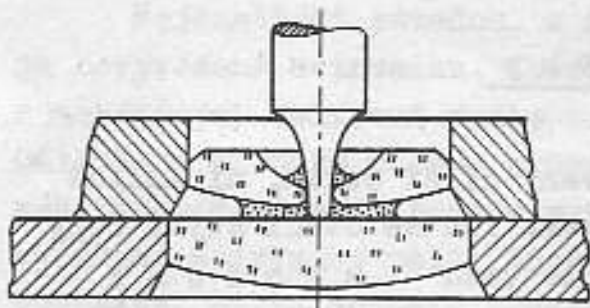


kamenů používal přírodní polodrahokam a výroba sama byla velmi nákladná, se čep otáčel v mosazném ložisku, které bylo zhotoveno buď přímo v základně stroje, či v můstku, anebo jako ložisko vyměnitelné, továrně vyráběné, v odstupňovaných velikostech. Toto ložisko, ať jakýmkoli způsobem vyrobené, zachycuje radiální tlak setrvačky.

Obr. 5 - Hrotové uložení setrvačky

Axiální poloha setrvačky je vymezena krycím kamenem. U levných strojů byl dříve nahrazován ocelovou destičkou, nebo tzv. "ocelovým kamenem" vsazeným do mosazné destičky, která byla upevněna šroubky. S rozvojem výroby syntetických kamenů klesla i jejich cena, a tak se nyní s náhradními materiály u nových strojů téměř nesetkáme.

Uložení setrvačky v kamenech, jak se dnes nejčastěji používá, je



Obr. 6 - Čepové uložení setrvačky v kamenech

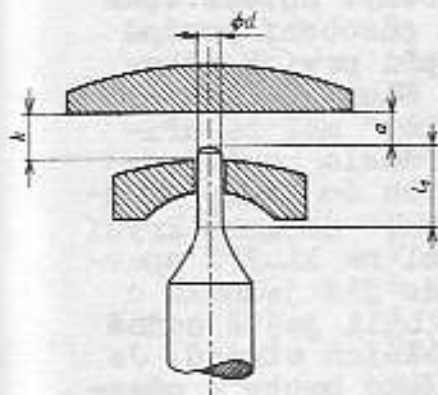
i doporučenými vřelými uložení se budeme podrobněji zabývat později.

na obr. 6. Tento detail představuje spodní čep setrvačky. Ložiskový kámen je vrtaný a upravený z hlediska minimálního tření a maximální soudržnosti oleje. Krycí kámen je plochý. V prostoru mezi čepem a kameny je mezera pro olej. S postupem při opravách ložiska, mazáním

Horní čep setrvačky je uložen stejným způsobem, jen s tím rozdílem, že destička krycího kamene slouží i k upevnění otočné regulační ručky a celý díl je umístěn na můstku setrvačky.

U hodinových setrvaček se neuzívá zvláštních uložení (popsaných v učebnici I. ročníku), ale ve stále širším měřítku se uplatňuje zavádění tzv. tlumičů nárazů (str. 27-31).

Doporučené vůle čepů se udávají podle tabulky:



$o \underline{d}$	\underline{a}	\underline{k}	\underline{l}_1
0,09 až 0,16	0,03	0,02 až 0,03	$d+0,08$ až $d+0,12$
0,16 až 0,50	0,04	0,03 až 0,05	$d+0,12$ až $d+0,26$
0,50 až 1,10	0,05	0,05 až 0,10	$d+0,26$ až $d+0,50$
1,10 až 2,50	0,06	0,10 až 0,30	$d+0,50$ až $d+0,80$

Praktickými zkouškami byly stanoveny i nejvýhodnější rozměry, jež se při výrobě všeobecně dodržují. Na obrázku jsou jednotlivé rozměry vyznačeny. Pro čep setrvačky se uvádí :

výška zakulacení válcové části $\underline{c} = 1,5 \underline{d}$
 poloměr křivky $\underline{r} = 4,0 \underline{d}$

3. V L Á S E K

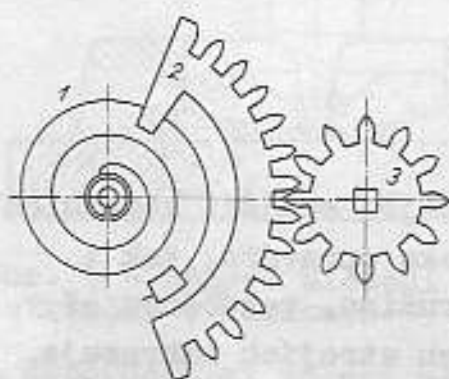
Vlášek můžeme považovat za nejnáročnější součást kapesních i náramkových hodinek, a sice jak z hlediska opraváře, tak i výrobce. Nazýváme tak jemnou spirálovou pružinu, vyráběnou až do naší doby převážně z oceli. V přenosných strojích nahrazuje působení přitažlivosti zemské, již je využito při konstrukci kyvadla. Vlášek, jak jej známe nyní, představuje dlouhou historií množství obtížných pokusů a pracných vědeckých rozborů, o nichž nelze mluvit u žádné jiné součásti hodinového stroje.

P o z n á m k a

Když byly v XVI. století sestrojeny první kapesní hodinky, byly v původní formě jen velmi primitivním strojem. Lihýť byl těžkopádným setrvačником, který zdaleka nelze srovnávat s přesným pohybem dnešní setrvačky. Vlášek si proto zaslouží, abychom aspoň zhruba poznali jeho dlouhodobý vývoj.

Je škoda, že první pokusy o přeměnu velkých hodin v přenosné hodinky kapesní nejsou historicky zachyceny. Můžeme však předpokládat, že myšlenka na podržení lihýře působení pružné síly existovala již při počátečních úvahách, při prvních pokusech o konstrukci přenosných strojů. Klaudius Saunier (sonié) sděluje, že měl kapesní hodinky, jejichž "foliot" měl na hřídle jakési pero, které při kývání vahadla naráželo napřed na jeden a pak na druhý ze dvou kolíček, zasazených do desky stroje. Zmínuje se též o starých hodinkách z Německa, v jejichž krycí desce byly upevněny dvě štětiny, na něž narážel na lihýři upevněný kolíček. Saunier však nevěří, že by se zde již jednalo o předchůdce dnešního vlásku. Tehdejší hodináři byli ještě hodně daleko od představy této základní součásti dnešních strojů. Je zde však už první náznak využití pružnosti nějaké hmoty v působení na lihýř - setrvačnick. Proto také je v tomto smyslu možno považovat pružnou štětinu za primitivního practice dnešního vlásku, ať již byla použita v hodinách původu německého nebo francouzského. Kolik let však uplynulo od těchto prvních pokusů, to dnes již bohužel nevíme.

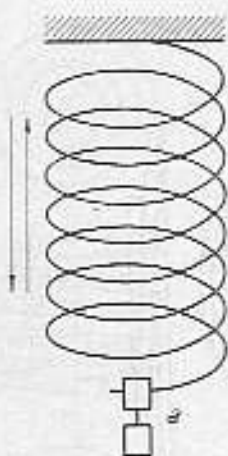
Asi v polovině XVI. století se náhle objevuje myšlenka hodinového vlásku současně ve Francii, Holandsku a v Anglii. Tři osoby různých národností si vzájemně upírají čest prvenství vynálezu vlásku, jenž znamená největší pokrok ve výrobě



Obr. 7 - Tvar vlásku podle Huygense
 1 - vlásek; 2 - ozubený regulační segment; 3 - převodové ozubené kolo

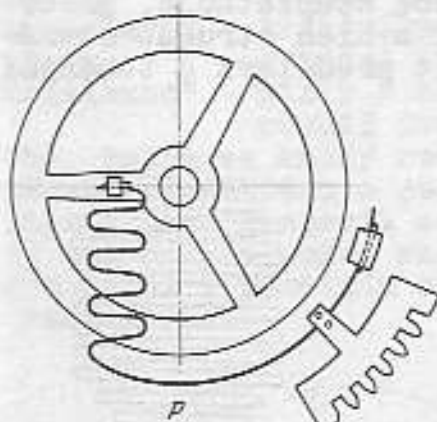
hodin vůbec. Kolem roku 1660 připojil anglický mechanik a astronom Hooke (húk) k setrvačnicku velmi krátké spirálové pružiny. Jeho vynález však zůstal až do roku 1675 neznámý. V tomto roce vystavoval slavný holandský učenec fyzik Huygens (hajchens) v Londýně hodinky, opatřené vláskem. Tvar vlásku, jeho konstrukci si Hooke i Huygens přisvojují, je nakreslen na obr. 7. Tento obrázek je převzat z originálu Thiouta (thiuta) staršího z roku 1740. Vlasek má jen třízávitovou spirálu 1, kterou lze posunováním ozubené části 2 prostřednictvím kola 3 prodlužovat i zkracovat a tak regulovat rychlost kývání setrvačky.

Podobnou myšlenkou se zabývali snad všichni tehdejší vynálezci a zlepšovatelé v oboru hodinářství. Roku 1674 prohlásil francouzský abbé Hautenfeuille (ótnfej), že pružina připevněná k setrvačce by její kyvy usměrnovala a regulovala. Sám se omezil jen na návrh a vlasek nevyrobil. V jeho době však již byl znám vlasek válcovitý. Následkem tehdejších nerozvinutých technických vědomostí uvažoval však Hautenfeuille jen jeho účinek ve směru podélném (obr. 8). Svou představu nedokázal uvést ve spojení s kruhovými pohyby setrvačky.



Obr. 8 - Vlášek navržený Hautenfeuillem

V roce 1700 učinil nový pokus de la Nire (d'la nýr). Opatřil setrvačku vlnitou pružinou P, jež je opět regulovatelná pomocí zvláštní ozubené části (obr.9). Těmito pokusy byl vlastně již vlásek vynalezen, stále ještě mu však chyběl vhodný tvar. Teprve v roce 1736 zavedl Harrison válcovitý hodinový vlásek. Jeho technické zdokonalování postupovalo však jen velmi pomalu. Značné odměny, jež anglická sněmovna v tehdejší době vypsala na sestrojení přístroje k určování zeměpisné délky na moři, podporovaly i pokusy podnikané pro zlepšení vlásku. Byl vzbuzen zájem technicky zaměřených učenců, a ti podrobili vlásek důkladnému rozboru. Při pokusech se brzy ukázalo, že kyvy setrvačky nejsou izochronní (rovnodobé). Tím byl dán nový podnět k řešení, problém izochronismu, a byla tu další velká potíž, jež musela být překonána, aby bylo možno sestrojiti stroj k přesnému měření času.

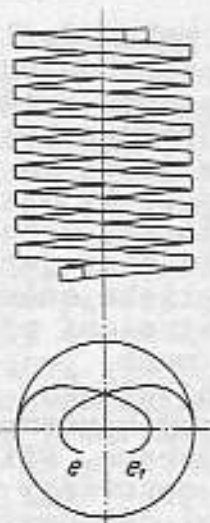


Obr. 9 - Lahierova úprava vlásku

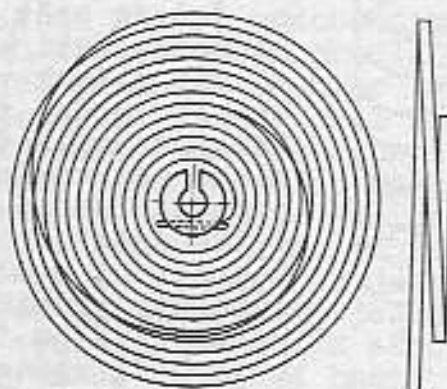
V XVI. století ukazovaly kapesní hodinky pouze hodiny, v XVII. století již i minuty a v XVIII. století požadovali zájemci i vteřinové dělení. Ze řady pokusů bylo však opravdu málo těch, o nichž by se mohlo tvrdit, že byly úspěšné. Nejlépe se osvědčila úprava spočívající v zakřivení koncových částí vlásku. Tento objev jako první učinil Angličan Arnold a byl mu proto v roce 1782 udělen patent. Provedení tehdejšího vlásku vidíte na obr. 10. Křivky a a e1 mají podle patentního spisu tu vlastnost, že udílejí každému kyvu stejnou dobu trvání, přičemž během kyvu zůstává tvar vlásku nezměněn. Nedlouho po Arnoldově vynálezu použil Abraham Louis Brequet (luj bré-

ke) plochého vlásku s koncovým zakřivením (obr. 11). Ohnul poslední část spirály vzhůru a utvořil z ní křivku, jež se až dosud nejvíce používá a je známa pod názvem Brequetův vlásek. Otázka koncových zakřivení byla rozřešena teprve v roce 1860 francouzským inženýrem Phillipsem (filipssem).

Brequet navrhl též válcovitý vlásek, jehož střední část měla mít menší průměr než obě části koncové. Rozvinujeme-li takové péro, vyplní plochu směřující ke kulovitému (sférickému) tvaru. Při svinutí nabývá tvaru dutého, dutovypuklého válce. Podobnou myšlenku chtěl uskutečnit i Ferdinand Berthoud (bértú) při vynálezu vlásku, který se od vnějšího konce k vnitřnímu ztenčila tenčí. V té době se však tvaru vlásku začala připisovat velká důležitost; mnozí hodináři vyráběli obtížné a neobvyklé tvary, na něž nyní hledíme jako na divy zručnosti, představíme-li si primitivní nástroje, které měli tehdy k dispozici.

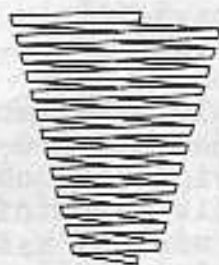


Obr. 10 - Arnoldův vlásek



Obr. 11 - Brequetův vlásek

Ačkoliv se žádný z těchto vlásků v naší době neuplatňuje, přece si zaslouží, abychom se aspoň s některými z nich stručně seznámili, a podle jejich tvaru si mohli učinit představu o tehdejší neobyčejné zručnosti hodinářů.



Obr. 12 - Kuželový vlásek Berthoudův



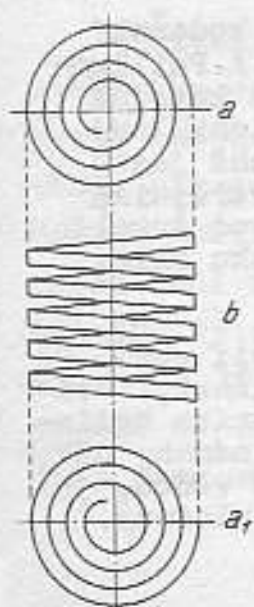
Obr. 13 - Sférický vlásek Hourietův



Obr. 14 - Kuželoválčový vlásek Motelův

Velmi oblíbený byl vlásek kuželový (obr. 12). Používal jej synovec Ferdinanda Berthouda, Louis Berthoud (kolem roku 1793). Sférický vlásek (obr. 13) zhotovil Frederic Houriet (urije), který ujišťoval, že tento tvar vlásku zaručuje při stejnoměrnosti účinku na setrvačku též maximální rozkvyv. Francouzský hodinář Motel tvrdil, že rozvinování tohoto vlásku poskytuje očím zázračný pohled. Motel sám byl vynálezcem vlásku kuželoválčovitého (obr. 14), který je v podstatě vláskem válcovým, na obou koncích kuželovitě zúženým.

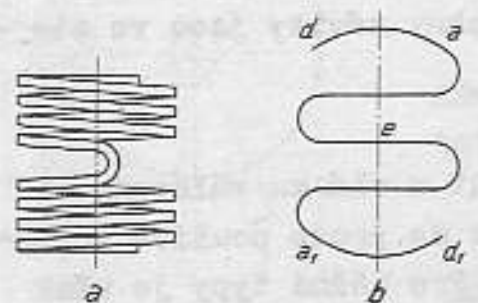
Velmi bizarní vlásek vynalezl Hammesley (hems'ly). I tento vlásek prožil dobu své slávy a dostal zvláštní jméno "trisinu-no", což česky znamená "tři v jednom". Sestával vlastně ze dvou



Obr. 15 -
Hammesleyův
vlásek
"trisinuno"

plochých vlásků (a a a_1), připojených k střednímu válcovému vlásku b (obr. 15). Celá pružina byla přitom zhotovena z jediného kusu. Hodinky s tímto vláskem byly vystaveny na světové výstavě v Paříži v r. 1867. Dnešní hodinářům činí často potíže pouhé vytvoření jednoduchého zakřivení vlásku. Představíme-li si, že bychom měli z jediného kusu, např. ze starého vlásku, stočit v příručkách vlásek "trisinuno", dovedeme teprve plně ocenit zručnost vynálezce a výrobce Hammesleye nebo Denta, který jeho hodinový stroj vystavoval.

Další tvar válcového vlásku je znázorněn na obr. 16. Od prostředního ohybu jsou jeho konce stočeny do dvou válcových vlásků. Druhý způsob téhož provedení použitý v r. 1836 Rozé, je vlásek uprostřed zahnutý podle vlnité čáry $aeal$ (obr. 16). Nahoře $d - a$ a dole $a_1 - d_1$ jsou stejně stočeny válcové vlásky, jak to provedl Rozé. Pierre le Roy používal v r. 1766 dvou plochých vlásků tak, že jeden umístil pod a druhý nad setrvačnikem. Oba vlásky byly vlnuty v téměř svislému. Později (v roce 1790) činil pokusy s vláskem Romilly u námořních chronometrů. Rozhodl se použít rovněž dvou vlásků, umístěných tentokrát proti sobě, takže se každý rozvínoval proti směru druhého. První vlásek byl natočen o jeden závit proti druhému; pod tímto dvojitým tlakem projevil setrvačník takovou pohybovou energii, že jej ani nebylo možno zastavit. Romilly tím uskutečnil návrh, jež podal v pamětním spise Královské akademii věd Bernoulli v roce 1736.



Obr. 16 - Jiný tvar válcového vlásku na obr. a, tvar z obr. b použil Rozé
Phillipsa přišel do Locle (lok) r. 1871. Podle jeho návrhu pracoval Grossmann.

Při všech uvedených pokusech nezapomínali vynálezci na požadavek izochronismu ani na to, aby se co nejvíce zmenšilo tření v ložiskách. Vzdor vši snaze se však plně uspokojující řešení nenalezlo. Teprve francouzskému inženýru Eduardu Phillipsovi náleží zásluha vědecky zdůvodněné teorie o koncových zakřiveních, kterou uvedl v pamětním spise Akademie věd v Paříži v roce 1850. Phillipsova křivka v ději hodinky druhé poloviny devatenáctého století za dosažení přesnosti chodu až na devítnu sekundy za den.

Nyní používaná zakřivení vycházejí obvykle z křivek vypočítaných podle Phillipsa. Tím končí historie vývoje vlásku aspon co do jeho tvaru. Materiál prodělává však další vývoj. Již dříve se vyráběly vlásky nejen ocelové, ale i zlaté

nebo se směsí slitin (legur) zlata, jichž používal kodaňský hodinářský mistr L. U. Jürgensen. V r. 1878 byly C.A.Paillardem (pajárem) v Ženevě objeveny vlásky paládiové, a konečně Charles St. Guillaume (gojom) vynalezl vlásky oceloniklové. Nyní se již běžně vyrábějí vlásky elinvarové, o nichž ještě budeme hovořit. Pařížská "Revue Chronométrique" uveřejnila v r. 1889 vysvětlení chodu chronometru z roku 1834 od Arnolda Denta, který jako materiálu použil k zhotovení vlásku skla. Toto sklo mělo ovšem zcela speciální složení.

Ze všech pokusů a vynálezů zachycených historií zbylo do dnešní doby jen velmi málo. Přesto však nepatrný vlásek, vibrující vytrvale v moderních náramkových nebo kapesních hodinkách, je výmluvným dokladem vynalézavosti, snahy a námahy několika století v různých částech světa, i práce mnoha vědců, jež je v tomto nepatrném, ale dokonale vyřešeném pérku uložena.

V dnešní době se používají tři druhy vlásků. Je to vlásek

1. plochý, jehož oba konce jsou pevněny v jedné rovině s kotoučkem (rolničkou);

2. s nadehnutým vnějším zakřivením, nazvaným po svém vynálezci "brequet", jehož vnější konec je upevněn nad kotoučkem vlásku a blíže k jeho středu;

3. válcový (závitový), jehož všechny závity jsou ve stejné vzdálenosti od středu.

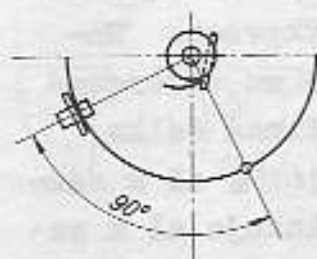
Nejnázze lze izochronismus docílit u vlásku válcového a nejobtížněji u plochého. Válcový vlásek se proto používá zejména pro stroje s chronometrovým krokem. Pro běžné typy je však závadou jeho velká výška. Vlások s nadehnutou křivkou se užívá pro přesné typy kapesních a náramkových hodinek. V poslední době je však všeobecně vytlačován plochým vláskem, u něhož lze odbornou hodinářskou prací dosáhnout velmi dobrých výsledků. Při úpravě musíme dbát několika pravidel, abychom i u tohoto vlásku dosáhli aspoň postačujícího izochronismu.

Plochý vlásek má jednu nežádoucí vlastnost: při kývání setrvačky se jeho těžiště neustále mění, přesunuje. Střídavě proto nastává jednostranný tlak na čepy a působí nepřesnost chodu stroje. Délka plochého vlásku má obnášet 13 až 15 závitů. Příliš krátký vlásek zavinuje zrychlování, příliš dlouhý zase zpoždování velkých kyvů setrvačky. Vlasek nesmí být uprostřed nápadně vylomen, ale jen natolik, aby jeho první závit neležel přímo na jádře. Velmi důležité je, aby byl na jádře seřizen přesně do kruhu a do roviny. Vlasek, který se vlní a jehož závity jsou nestejněměrné, je třeba vždy srovnat nebo vyměnit.

I z o c h r o n i s m u s

Rovnodobost velkých i malých kyvů lze částečně docílit i u vlásku plochého:

a) Když se vnitřní upevnění vlásku na jádře nachází v jedné přímce se zámečkem regulační ručky, tj. 90° od vnějšího bodu upevnění (obr. 17).



Obr. 17 - Poloha zakolíčkování vlásku

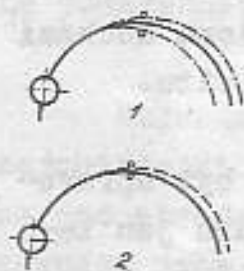
b) Vlasek musí mít dostatečný počet závitů; k zajištění izochronismu dochází totiž nejčastěji až na 14. závitu.

c) Regulační ručka musí být upravena tak, aby měl vlasek v zámku jen tolik vůle, aby se zde netísnil.

Úprava vlásku v zámku je základní podmínkou přesného chodu hodinového stroje. Regulační ručka, třebaže přesně zhotovená, ruší u každého stroje izochronismus, a proto se jí u chronometrů zásadně nepoužívá. Poslední vynálezy odstraňují regulační ručku i u běžných strojů zařízení sv. INCASTAR. U žádného, třeba sebelépe provedeného stroje kapesních nebo

náramkových hodinek nelze docílit, aby setrvačka vykonávala stále stejně velké kyvy. Po úplném natažení pera jsou vždy výkyvy setrvačky větší než při docházení hodinek. Také ve vodorovné poloze se výkyvy setrvačky zvětší, neboť má s ložiskem prakticky jen bodový dotyk, kdežto při svislé poloze hodinek se setrvačka otáčí na válcových částech čepů. Tření se tak zvětšuje a kyvy setrvačky se zmenšují. Úpravou vlásku, jeho správnou délku a hlavně předně vytvořeným vnějším zakřivením izochronismus docílíme, ale porušíme jej sebemenší změnou délky vláskového zakřivení při posouvání regulační ručky.

Je-li vlásek upraven podle obr. 18/1, tj. nachází-li se v poloze klidu setrvačky uprostřed zámku a jen při velkých výkyvech na něj naráží, působí tento pohyb zrychlení velkých kyvů setrvačky. Hodinky se pak po dotažení nebo ve vodorovné poloze předcházejí. Příčinou, proč se tak děje, pochopíme, uvědomíme-li si, že při malých kyvech je činná délka vlásku od jeho upevnění k jádru až po zakolíčkování. Dosedne-li vlásek na kolík zátku, zkrátí se činná délka o rozměr mezi kolíkem a zátkou. Leží-li vlásek přitisknut k jednomu kolíku, třeba podle 18/2, a jen při velkých kyvech setrvačky se od něho od-
poutává, nastane zpomalení při těchto velkých výkyvech. Ho-

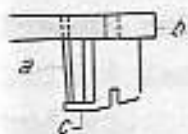


dinky se proto po dotažení nebo ve vodorovné poloze zpožďují. Původně byla činná délka vlásku od jeho zakolíčkování v jádře až k zátku; při velkých kyvech se prodlužuje až k zakolíčkování vlásku v mstku.

Obr. 18 - Měnění činné délky vlásku mezi kolíky zátku :
1 - vlásek nemá předpětí;
2 - vlásek je přitlačen ke kolíku

V obou případech je rozdíl v chodu mezi malými a velkými výkyvy setrvačky tím větší, čím větší je vzdálenost zátku od špalíčku, v němž je konec vlásku upevněn. Z toho důvodu nebývají regulační ručky vždy rovné, ale často salomené v určitém úhlu, aby zátek přišel blíže k špalíčku. Z téže příčiny není správné

vysunout regulační ručku co nejdále od špalíčku, jestliže se hodinky pozdí, ale uskutečnit nápravu nepatrným ubráním hmoty dvou protilehlých šroubků setrvačky.

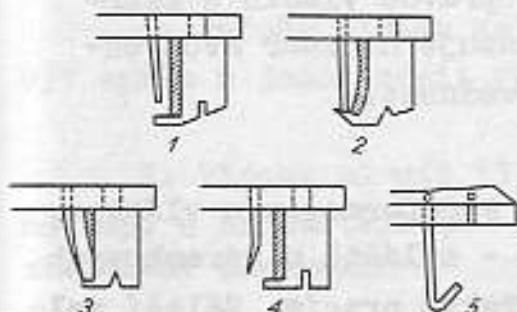


Obr. 19 - Zámek regulační ručky

a - kolík;
b - regulační ručka;
c - zámek

Běžná konstrukce zámku regulační ručky je zřejmá z obr. 19. Zámek je upraven tak, že je v ručce b usazen ztuhla otočně. Nese patku c, kterou je při otočení zámek mezera mezi ním a kolíkem uzavřena. Zámek se opatřuje patkou proto, aby při otřesu z něho nemohl vlásek vyklouznout. Mezera zámku musí být rovnoběžná a úzká. Příliš široká mezera působí kmitání vlásku. Vlasek musí být urovnan přesně do kruhu, aby se při pohybu regulační ručkou nedeformoval.

Zámek nacházíme nejčastěji poškozený některým ze způsobů, vyznačených na obr. 20/1-5. Podle obr. 20/1 je kolík příliš krátký a nedosahuje až k patce zámku. Při otřesu hodinek může



Obr. 20 - Chybně upravené zámky

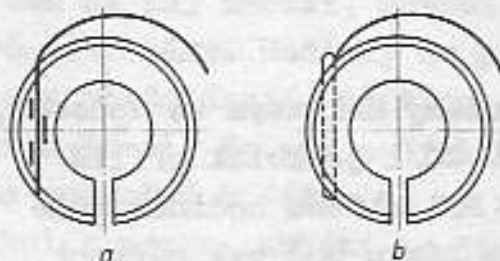
vlásek ze zámku buď vyklouznout, nebo se zachytí další závit vlásku. Je proto třeba vsadit nový kolík, který by dosahoval až k patce. Není správné, jestliže sražením patky hledíme mezeru uzavřít, jak je vidět na obr. 20/2. Občas se zámek upravuje spilováním (podle obr. 20/3), jestliže se ulomila jeho patka. Úprava vypilováním mezery do zámku se provádět nemá, je zásadně pochybená.

Předcházejí-li se hodinky, a nedají-li se už regulační ručkou odchylky vyrovnat, pomáhají si hodináři rozšířením zámku podle obr. 20/4.

V takovém případě má vlásek tolik vůle, že se nemůže hovořit ani o regulaci stroje, a tím méně o rovnodobosti kyvů. Opravený zámek podle obr. 20/5 posoudíme již z uvedených hledisek sami. Bohužel i s touto úpravou se v hodinách stále ještě setkáváme. Jsou to přitom případy, které opravoval "také odborník".

V n i t ř n í u p e v n ě n í v l á s k u

V dřívějších dobách zakolíkávali hodináři každý vlásek na jádro sami. Nyní dostáváme vlásky již zasazené v jádře, tak že zpravidla tato práce odpadá. Upevnění vlásku se provádí



dvěma způsoby: buď přihnutím podle obr. 21a anebo kolíkem podle obr. 21b. Vlasek musí být na jádře bezpečně upevněn a jádro musí pevně sedět na hřídeli, nesmí se kolébat. Úpravou vlásku a setrvačky dokazuje hodinář svou odbornou dovednost.

Obr. 21 - Upevnění vlásku
a - přihnutím; b - kolíkem

Často dostaneme do opravy hodiny s deformovaným vláskem, který se musí srovnat. Rovnání vlásku - zvláště u náramkových strojů - patří k nejnáročnějším hodinářským pracím. Záleží velmi mnoho na zručnosti, jak rychle a hlavně kvalitně se hodinář této práce zhostí. Předpokladem úspěchu jsou dobré nástroje a soustředěná pozornost pracovníka. Příručky musí být v dobrém stavu, neboť jejich hroty musí lehce a spolehlivě vnikat mezi jednotlivé závity vlásku. Rovnání provádíme vždy na podložce, kterou zpravidla tvoří sklo polepené bílým papírem, nebo ještě lépe neprůhledné bílé, popřípadě hráškově zelené desky. Odpadají zde odraz a lom světelných paprsků, který ztěžuje pozorování vlásku. Postup nelze přesně určit; záleží na velikosti a rozsahu deformace i na jemnosti vlásku, tvrdosti a pružnosti materiálu, z něhož je vyroben.

Při malých pokřiveních se snažíme srovnat jen postiženou část . Podle povahy závady vyrovnáváme buď napřed do kruhu a potom do roviny, nebo naopak. Při podstatné deformaci učiníme nejlépe, přerovnáme-li celý vlásek. Zde pomohou spíše důkladná rozvaha, než ukvapený spěch a praktická zkušenost než knižní teorie jak se to osvědčuje i při rovnání vlásků do budíků.

Oškrabování vlásků nebo jejich vkládání do zředěných kyselin, jak to mají někteří opraváři ve zvyku v případě, že je vlásek krátký, je zásadně nesprávné. I když ocelový namodro zalkalený vlásek vyhovuje nejlépe z hlediska pružnosti, byly zavedeny i vlásky ze slitin, které mají většinou menší koeficient tepelné roztažnosti.

V ý m ě n a v l á s k u

1. Průměr vlásku se má rovnat poloměru setrvačníku a může být spíše o jeden závit větší.

2. Vlasek má mít 13 až 15 závitů. Izochronismus platí nejlépe a nejčastěji pro 14.závit, kterého proto použijeme pro zhotovení zakřivení.

3. Vlasek odpočítáme buď podle speciálního odpočítavače (porovnáním kyvů setrvačky s normálem), nebo počítáním ozev chodu stroje za 1 minutu. Poněvadž u převážné většiny hodinek činí setrvačky 300 kyvů za minutu (podle hodinářského zvyku se počítají půlkmity setrvačky), počítá se obvykle do 150 dvojtíků, tj. kmitů setrvačky (TIK + TAK = 1 kmit). Pro rychlejší odpočítání je výhodnější počítat s normálem 20 sekund pro 60 dvojtíků. Odpočítávání tak probíhá rychleji a teprve, když máme vlasek tímto způsobem odpočítán, provedeme kontrolu přepočítáním 150 dvojtíků za 1 minutu.

Odpočítaný vlásek zakolíkujeme, srovnáme do plochy, zcentrujeme a odzkoušíme ve stroji. Nejprve opětným odpočítáním a eventuálním dalším zkrácením a potom chodem stroje. Správně upravený vlásek musí být srovnán pečlivě do roviny, střed jádra se musí nacházet nad čepovým otvorem, při křivání setrvačky se mají všechny závity stejnoměrně účastnit pohybu setrvačky. Při posunování regulační ručkou nesmí docházet k pohybu vlásku nebo k jeho deformaci. Vůle v zámku má být upravena podle pravidel pohybu vlásku mezi kolíky.

Zakolíkovaním se vlásek deformuje a vnáší se do něho prnutí. Nejnovější metodou upevnění vlásku je **l e p e n í**. K tomu účelu se používá speciálního tmelu (lepidla).

M a t e r i á l v l á s k ů

Slitiny dr. Guillaumea (gyjóma) užívané v hodinářství jsou invar a elinvar. Invar (65 % oceli a 35 % niklu) se používá na kyvadlové tyče, ale pro výrobu vlásků se nehodí. Elinvar je vhodnější, neboť nemění svou pružnost jako invar a má jen nepatrný koeficient tepelné roztažnosti. S elinvarovým vláskem se setkáváme u strojů střední kvality. Vlasek je ve spojení s invarovým nebo mosazným setrvačnickem. S elinvarovým vláskem musíme zacházet pozorně, neboť je dosti měkký. Při vyjímání můstku se setrvačkou ve svislé poloze dojde k deformaci již vlivem hmoty setrvačky. Vzhledem k malé pružnosti elinvarového vlásku spotřebuje tento více energie kroku, než jí sám vydá, a tím ovlivňuje rozkyv setrvačky. Těmito počátečními výzkumy nebyly uspokojeny všechny požadavky na materiál vlásků. Další důležitou slitinou vynalezenou inž. Straumannem je nivarox. Nivaroxové vlásky jsou nemagnetické, nerezavějící a jejich pružnost je dokonalá. Proto jsou nyní vlásky z nivaroxu a podobných vytvrzovatelných slitin všeobecně používány a vytlačují dřívější výrobky. Složení těchto materiálů je toto:

Složení Materiál	Ni	Co	Cr	Mo	W	C	ostatní
Elinvar Mételinvar	34-36,5	-	6,5-9,5		2,6-3,5	0,65-0,75	
Nivarox	33-37	-	7-9	7-9	-	0,2-0,5	1Si; 1Ti; 1Be
Isoval classiq	viz MÉTELINVAR						
Isoval antim.	27,5- -29,5	-	-	-	-	0,8	Nb 3-4 V 6,5
Isoval acier.	27,5- -29,5	-	-	-	-	0,8	Nb 3-4
Durinvál	40	-	-	-	-	0,1	Al + Ti 4
Cóelinvar	16	26	12	-	-	-	-
Ni - span	41-43	-	5-6,5	-	-	-	Al+Ti 2,5- -3,5

Z těchto materiálů se vyrábějí tzv. SAMOKOMPENZAČNÍ vlásky v pěti kvalitách pro stroje nejvyšší jakosti (I), až po hodinky nejlevnější (V). Jejich pružnost se nemění; kompenzují vliv roztažnosti materiálu při změnách teploty. Používají se ve spojení s monometalickým setrvačnickem. Na další tabulce je uveden přehled druhů a jejich některých vlastností.

97-0291



Druh	Monometalický setrvačnick	Kvalita	Thermo-elastický koef. s/ /24 h	Podružná komp. chyba - s	Barva	Fyzikální vlastnosti
ISOVAL I	Glucydur 1/	vyšší	0-0,6	0,3	modrý nebo bílý	
ISOVAL II	Glucydur 1/	vysoká	0,6-1,5	0-5	modrý nebo bílý	antimagnetické nerezavějící - pružné izochronní
ISOVAL III	Alpaka 2/	střední	1,5-3,5	0-8	bílý	
ISOVAL V	Mosaz 3/	Roskopf	6 a více	-	bílý	
NIVAROX I	Glucydur	vyšší	0-0,6	0-3	modrý nebo bílý	
NIVAROX II	Glucydur	vysoká	0,6-1,5	0-5	bílý	
NIVAROX III	Alpaka	střední	1,5-3,5	0-8	bílý	
NIVAROX V	Mosaz	Roskopf	6 a více	-	bílý	
1/ Beryliový bronz	- 380 Vickers					Alpaka : Ni 6 - 7 %
2/ Nové stříbro	- 220 Vickers					Pb 0,6 %
3/ Mosaz	- 180 Vickers					Cu 52 % Su zbytek

U hodinek zn. Prim se používá Boillat NO7

4. TLUMIČE NÁRAZŮ

V důsledku sledování hlediska co nejmenšího tření čepů u setrvačky (aby byla setrvačka co nejméně ve svém kývání ovlivňována) vede k tomu, že se tyto čepy vyrábějí velmi jemné. Lze říci, že jsou nejchoulostivější částí stroje. Poměrně velký a masivní setrvačnick nesou čepy o průměru necelé desetiny milimetru. Spadnou-li hodinky třeba jen z malé výšky, ulomí se čep setrvačky. Proto různé pokusy směřovaly k tomu, jak nějakým způsobem odpérovat (tlumit) náraz a chránit tak čepy před ulomením. Z celé řady konstrukcí se však osvědčilo dobře jen několik málo provedení.

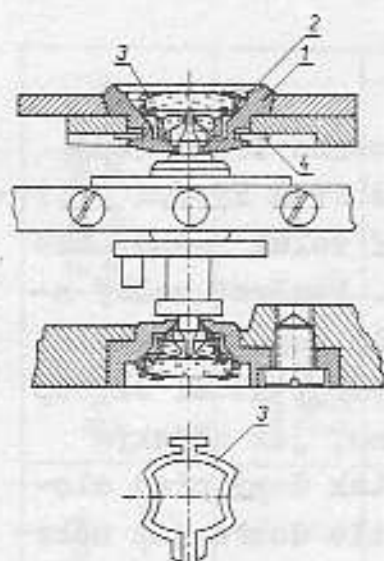
Proti dřívějším úpravám, kdy stroj byl k pouzdru pevně přitažen šroubkem, se nyní mezi strojem a pouzdrům ponechává malý volný prostor. Stroj je v pouzdře volný. Jeho utužení je nejčastěji provedeno teprve víkem, které mírně stlačí gumovou nebo pružinovou vložku a zajistí tak stroj proti pohybu. Současně je celý stroj proti pouzdru mírně odpérován. Je samozřejmé, že takovéto tlumení nárazů je nedokonalé.

TLUMIČE INCA BLOCK

Tento vynález chrání čepy tím způsobem, že jeho provedení umožňuje celé setrvačce vykonat malý pohyb vychýlením ložisek ve směru jak axiálním, tak i radiálním. Kompletní soustava je na obr. 22.

Koncentrický ložiskový díl - lůžko tlumiče 1 - je vysoustružen tak, aby mohla být kamenová obruba - šaton 2 - volně a bez vůle uložena. K tomu účelu mají lůžko i šaton zhotoveny přesně dosedající kuželové plochy. Šaton s vrtaným a krycím kamenem je do lůžka tlumiče tlačěn pérkem 3, takže všechno

97-0291

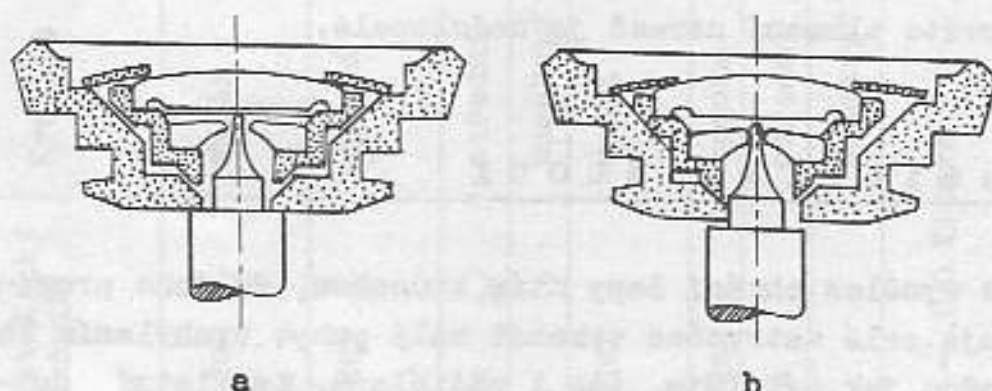


Obr. 22 - Uložení setrvačky v tlumiči INCABLOCK

- 1 - lůžko tlumiče;
- 2 - šaton s kameny;
- 3 - zpružka tlumiče

tvoří zdánlivě jediný kompaktní celek. Pokusy bylo zjištěno, že silné nárazy zatíží čepy tlakem, který je asi 100krát větší než tíha setrvačky. Při normálním uložení by se nárazem čep ulomil. Při použitém tlumiči INCABLOCK (inkablok) způsobí náraz pouze malé sklouznutí šatonu v kuželovém lůžku (pérko, které tlačí šaton do lůžka, trochu povolí) a umožní dosednutí tlustší části hřídele na dorazovou plochu. Pérko se volí tak silné, aby čepy přemohly jeho tlak bez poškození. Po utlumení nárazu vrátí pérko vlastní pružností šaton i s kameny do původní polohy.

Na obr. 32a je naznačeno zachycení axiálního pohybu setrvačky a dosednutí tlustší části hřídele na dorazovou plochu při nárazu.



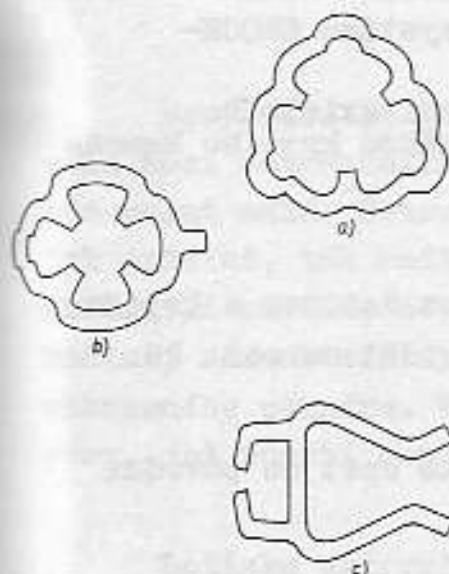
Obr. 23 - Tlumení nárazu

a - zachycení axiálního pohybu setrvačky; b - zachycení radiálního pohybu setrvačky

Z uvedeného popisu i vyobrazení je patrné, že i průměry a výška koncových částí setrvačního hřídele se podílejí na správné funkci tlumiče. Celý díl je v místku setrvačky připevněn závlačkou 4 a v základně šroubkem.

Další modifikace tlumičů

Nejčastěji se liší od provedení INCAELOCK způsobem vedení šatonu, vrtaným kamenem (šaton je na rozdíl od inkabloku centrován jen jednou kuželovou plochou) a různým provedením zpružek. Švýcarská firma PARECHOC S. A. Le Sentier vyrábí několik variant tlumičů komerčních názvů: KIF FLECTOR, ULTRAFLEX, TRIOR, SATELLOR, ELASTOR, DUOFIX, SPIROTOR.



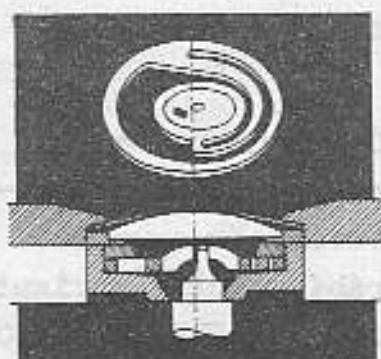
Provedení zpružek TRIOR, ELEKTOR je na obr. 24 a, b, c.

Obr. 24 - Zpružky tlumičů
firmy Parechoc

- a - KIF TRIOR;
- b - KIF FLECTOR;
- c - KIF ELASTOR

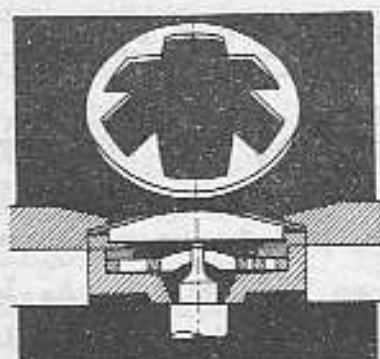
Tlumič SUPER-SHOCK-RESIST

Tento systém se podobá předchozímu ve své funkci, neboť při nárazu opět setrvačka dosedá na dorazové plochy. Dílce jsou však řešeny jinak. Vrtaný kámen je uložen ve spirálové pružině, jejíž pružnost dovoluje vychýlení setrvačky v radiálním směru. Tento případ je vyobrazen na obr. 25.



Obr. 25 - Nárazuvzdorné sajištění systému SHOCK-RESISTEN

a - zachycení radiálního nárazu pružným závěsem vrtaného kamene



Obr. 26 - Nárazuvzdorné sajištění systému SHOCK-RESISTEN

b - zachycení axiálního nárazu zpružkou krycího kamene

Pohyb setrvačky v ose je zase odpružen šatonem s krycím kamenem, jen zpružka má jiný tvar, jak je vidět na obr. 26.

Po nárazu vrátí tato zpružka setrvačku opět do původní polohy.

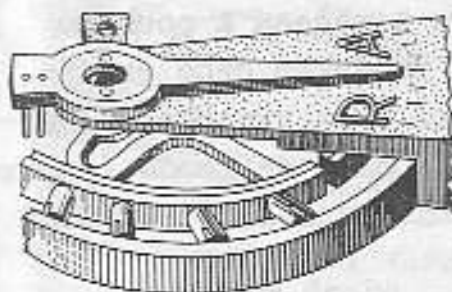
S y s t é m V I B R A X

Setrvační hřídel má dlouhé čepy, které jsou schopny odpružit radiální náraz v rozmezí vůle mezi tlustší částí hřídele a dorazovou plochou lůžka tlumiče. Tlumení axiálního nárazu je řešeno zase šatonem a zpružkou, jako u předchozích systémů.

T l u m i ě s o d p r u ž e n ý m s e t r v a č n í k e m W Y L E R

Je to nejstarší provedení tlumiče. Setrvačnick tvaru zřejmého z obr. 27 je rozříznut a upevněn na pružných raménkách ve tvaru S, takže se může pružně vychylovat, aniž je čep

97-0291



Obr. 27 - Setrvačka hodinového stroje zn. WYLER

naúcně namáhán. Tvar S dovolu-
je i značné roztažení setrvačníku do
stran, takže při nárazu hodinek je
čep odpérován vychýlením setrvačníku
ve směru výslednice nárazu. Aby vy-
chýlení setrvačníku nepřekročilo
připustné zatížení na čep, otáčí
se setrvačka v mosazném pouzdře,
jež výchyly zachycuje.

Nevýhodou je poměrně značný nárok na přesnost seřízení vůle mezi setrvačnickem a jeho pouzdrem. Tato vůle musí přitom být velmi malá. Setrvačnick musí být naprosto přesně sestředěn jak axiálně, tak radiálně, což působí opraváři značné potíže. Pomůže-li si tím, že odstraní ochranné pouzdro, přestávají být hodinky nárazuvzdornými. Na přesnost chodu má vliv blízkost ochranného pouzdra. Vyvolává nepravidelné víření vzduchu a od-pory, jež působí nepříznivě na pravidelnost kyvu.

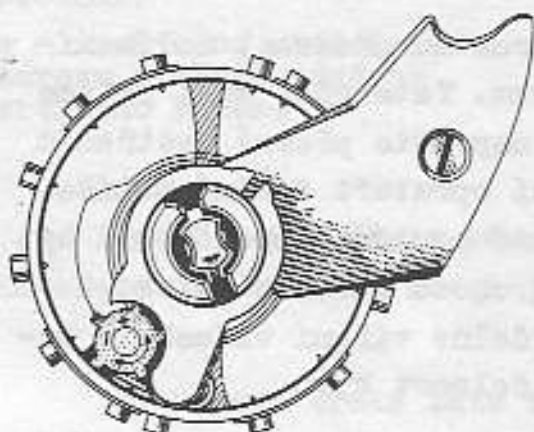
Ložiska setrvačnického hřídele jsou u tohoto typu normální. U předchozích typů musíme při mazání dbát, aby olej bezpečně vnikl až na krycí kámen. Pouhé kápnutí oleje nestačí, protože tlak vzduchu ho nevpustí dovnitř. Proto se dopravuje dovnitř buď jemnou, k tomu účelu upravenou olejníčkou, nebo speciální olejníčkou továrně vyráběnou.

5. ZVLÁŠTNÍ DRUHY REGULAČNÍCH RUČEK

Víme již, že tradičně vyráběné druhy regulačních ruček mají své nevýhody. Ty se snaží odstranit některé moderní konstrukce regulačních ruček zaváděné u kvalitních strojů.

Jednoduchá řešení jsou svou úpravou zaměřena k pouhému přitisknutí vlásku v zámku např. pružným raménkem nebo profilovým kolíkem. Mnohem dokonalejším řešením jsou výrobky švýcarské firmy Porte-Echappement Universal, La Chaux de Fonds (porte-šapman unyverzal, la šò d'fón) pod komerčními značkami INCASTAR a TRIOSTAT.

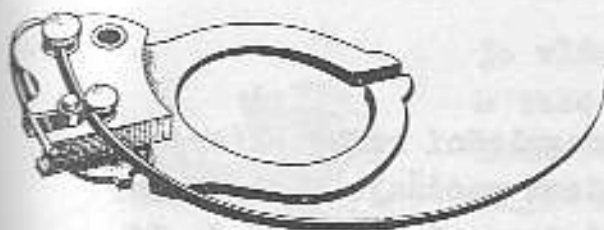
I n c a s t a r



Obr. 28 - Pohled na INCASTAR shora

Místo aby byl vlásek zakolíkovan ve špalíku umístěném v mstku setrvačky, je zachycen mezi dva válečky, jejichž otáčením můžeme měnit jeho činnou délku a tedy i chod stroje. Na obr. 28 je pohled shora; vidíme nosnou desku zachycenou šatonem horního ložiska setrvačky a točítko s označením + a -. Na obr. 29 je vidět zachycení vlásku válečky, mezi nimiž se vlásek nedeformuje. Odpadá také zámek regulační ručky.

Nulová poloha. Incastar umožňuje nejen provádění rychlé regulace, ale současně usnadňuje i odstranění kulhání, tj. nastavení nulové polohy setrvačky. Je to poloha, při které se musí popudný kámen nacházet přesně uprostřed výřezu vidličky, je-li setrvačka v klidu. Nosná deska je rozfíznuta a kuželově osazena, takže je zachycena vlastní pružností na šatonu horního ložiska. Tím je také umožněno použití incastaru i tam, kde dosud byla pro regulaci určena běžná regulační ručka. Pohybem (natáčením) incastaru provádíme seřízení nulové polohy.



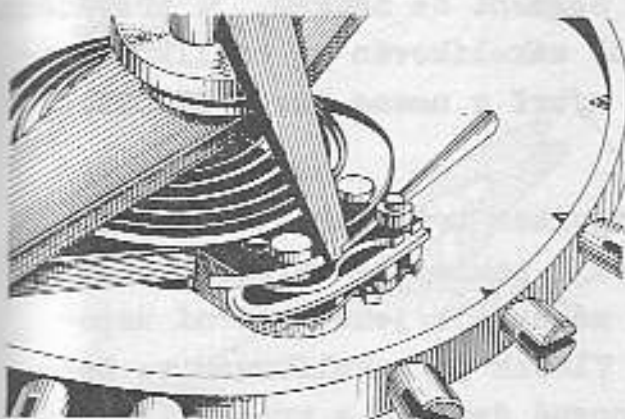
Obr. 29 - Zachycení vlásku -
nosná deska

Změna činné délky vlásku. Otáčením točítka se vlásek mezi válečky posunuje; provádíme tak jeho prodlužování nebo zkracování.

nebo prodlužování vlásku zakolíkovaním způsobí změnu nulové polohy - kulhání. Musíme proto můstek se setrvačkou znovu vyjmout a vlásek seřídít. Zde však tato práce odpadá, neboť natáčením incastaru snadno kulhání odstraníme. Zkrátíme-li vlásek při regulaci pootočením točítka, pootočíme incastarem o stejnou hodnotu zpět a nulová poloha je zase bezpečně nastavena.

Regulace incastarem. Ze zkušeností víme, že zkrácení

Velká výhoda této regulační ručky spočívá v tom, že můžeme provádět regulaci, i když je stroj v pouzdře, čímž se práce urychlí. Poměrně přesná regulace pomocí vibrografu je velmi rychlá a dokonce mnohem kvalitnější, neboť odpadá rušivý vliv tradiční regulační ručky se zámkem. Montáž i demontáž incastaru



Obr. 30 - Vkládání vlásku mezi
válečky

je snadná a nevyžaduje žádných speciálních nástrojů, i když jich především pro sériovou výrobu bylo několik zhotoveno. Na obr. 30 je znázorněno vkládání vlásku pomocí kuželového kolíku.

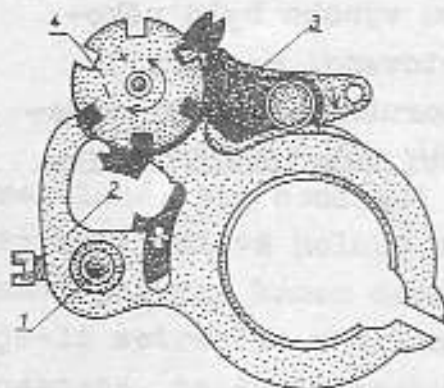
Triostat

Triostat je dalším řešením regulační ručky, který kromě uvedených výhod předchozího provedení umožňuje i nastavení vůle vlásku v zámku, a tím i jemné doregulování stroje. Zámek u incastaru odstraněný je zde opět zaveden, ale v dokonalejším provedení.

Nulová poloha. Nastavuje se stejným způsobem jako u incastaru, tj. otáčením nosné desky kolem kuželového osazení šatonu horního ložiska setrvačky.

Zámek vlásku. Vlasek zde není zachycen mezi dvěma válečky, ale mezi kolíkem a pohyblivou částí dvojdílného zámku. V něm je vlasek buď pevně uchycen, nebo je s nastavitelnou vůlí, podle požadavku regulace. Toto zlepšení umožňuje velmi přesné vyregulování chodu.

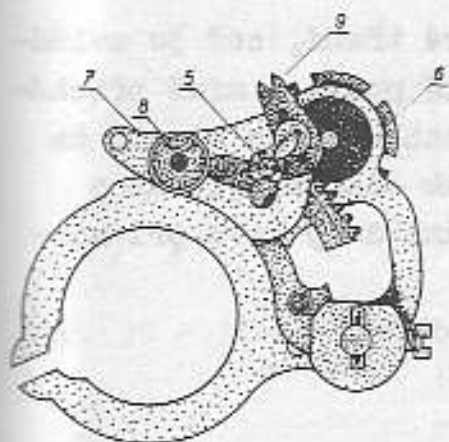
Změna činné délky vlásku. Pohybem točítka, které prostřednictvím pastorku posouvá ozubený segment se zámek, je prováděna regulace. Vlasek je zde opět pevně zakolíkovan ve špalíku. Špalík však není zachycen v mřístku, nýbrž v nosné desce TRIOSTATU.



Obr. 31 - TRIOSTAT -
pohled shora
1 - špalík; 2 - nosná
deska; 3 - ozubený seg-
ment; 4 - točítko

Regulace triostatem. Obr. 31 představuje pohled na triostat shora. Obr. 32 zachycuje jeho vnitřní uspořádání. Vlasek je zakolíkovan ve špalíku 1 nosné desky 2 a prochází zámek umístěným na ozubeném segmentu 3, který je ovládán točítkem 4.

Druhý pohled na triostat představí zachycení vlásku mezi kolíkem 5 a pohyblivou částí zámku 6. Poněvadž



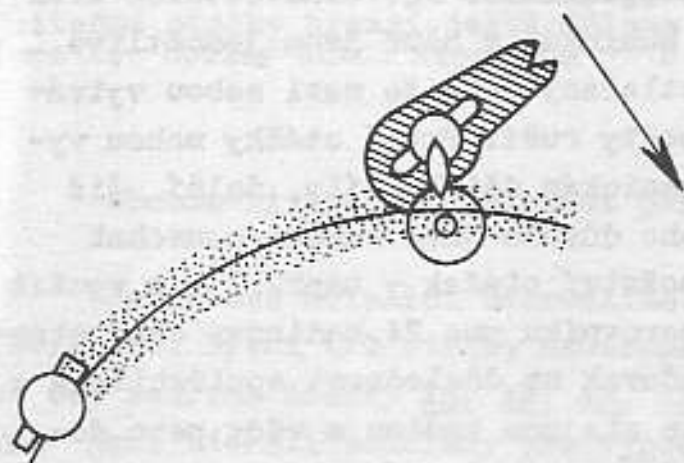
Obr. 32 - TRIOSTAT -
vnitřní uspořádání

- 5 - kolík zámku;
- 6 - pohyblivá část zámku;
- 7 - otvírací páka;
- 8 - čep otvírací páky;
- 9 - stavěcí páka

je vlásek pevně zakolíkovan ve špalíku a také sevřen v zámku, nebyla by regulace točítkem uskutečnitelná. To umožňuje otvírací páka 7, která slouží k uzavření nebo uvolnění průchoodu vlásku zámkem. Tato páka je uložena na čepu 8. Pohyblivý díl zámku je uložen na stavěcí páce 9. Pohled na otevřený zámek je na obr. 33.

Manipulace se provádí takto:

- a) nastavení nulové polohy setrvačky pootočením celého triostatu na můstku stroje;
- b) vyregulování chodu stroje otáčením točítka (při manipulaci musí být zámek otevřen);
- c) doregulování chodu stroje upravením mezery v zámku stavěcí pákou.



Obr. 33 - Otevřený zámek

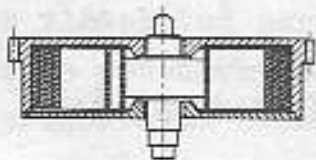
Stroj vybavený incastarem nebo triostatem a opatřený tlumičem nárazů, antimagnetickým vláskem a samokompensčním setrvačnickem můžeme pokládat za vysoce kvalitní výrobek, jehož přesnost chodu je na úrovni klasických chronometrů. Stroj není ci-

tlivý na prudší otřesy (stroje s incablokem nevykazují při zkouškách ani po milióntém nárazu změny v poloze čepů). Při

tomto uložení se neprojevuje žádné kolísavé tření, což je zvláště důležité. Nepůsobí u nich ani magnetické pole, s nímž přicházíme do styku například již při hledání rozhlasových stanic na přijímači. Zvláštní druhy regulačních ruček odstraňují anebo alespoň na přijatelnou míru omezují kolísání doby kyvu při různých amplitudách setrvačky.

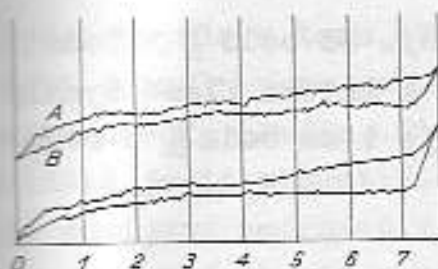
6. HODINOVÉ PERO

U náramkových hodinových strojů je pero téměř zásadně uloženo v perovníku. Má to výhodu z hlediska konstrukce, ale i nevýhodu, která se projevuje proměnlivým třením. Na obr. 34 je náčrt úplného perovníku s uloženým perem běžného provedení.



Obr. 34 - Perovník - kompletní sestava

Ověřujeme-li si tažnou sílu hnacího pera, zjistíme, že je proměnlivá a zvětšuje se při jeho natahování. Určitou rovnoměrnost můžeme sledovat u per, která se mohou volně odvíjet, neboť nejsou uložena v bubínku. U kapesních a náramkových hodinek se však s touto úpravou setkáváme jen ojediněle. Převážná většina těchto strojů má pero umístěné v bubínku, v němž jsou jednotlivé části spirály pera na sebe natlačeny tak, že mezi sebou vytvářejí tření, které všechny výpočty ruší. První otáčky mohou vykazovat značné rozdíly v mechanickém účinku síly, další již zůstávají rovnoměrnější. Z toho důvodu jsme nuceni ponechat peru dostatečnou rezervu v množství otáček - např. 7 - a využít třeba jen poslední 4 otáčky perovníku pro 24 hodinový chod stroje. To současně určuje i požadavek na důslednost spotřebitele: natahovat hodinky každý den ve stejnou hodinu a vždy pero dotáhnout. Nepravidelné natahování pera působí kolísání tažné síly, a tím i nepravidelnost chodu a nepřesnost hodin. Teoreticky je hnací síla pera propočítána zpravidla na 36 až 40 hodin chodu, aby mohl časový úsek 24 hodin probíhat za nejrovnoměrnějšího působení pera. Diagram na obr. 35 ukazuje průběh



Obr. 35 - Diagram průběhu hnací síly pera

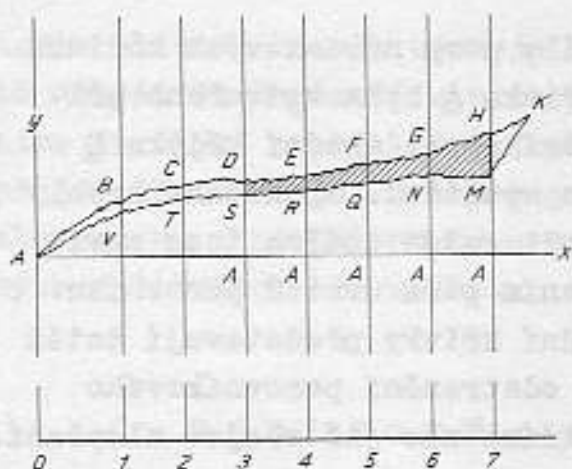
hnací síly pera náramkových hodinek. Horní křivka A byla vytvořena při natahování pera, spodní křivka B při jeho spuštění. Opakované hrboly křivky při každé otáčce jsou zaviněny třením pera uvnitř perovníku. Obě spodní křivky představují totéž pero po odstranění perovníkového tření. Vidíme zde již zřejmé zlepšení.

P o z n á m k a

Přenos hnací síly pera na perovník závisí především na tom, jakým způsobem je pero do perovníku vsazeno. Aby se zjistily všechny možné nedostatky jeho uložení, zkouší se pero přístrojem zv. dynamometr. Je to registrační přístroj, jenž zaznamenává diagram křivky, představující kolísání hnací síly pera při jeho natahování i odvíjení. Horní křivka zachycuje vždy natahování, odvíjení sleduje křivka spodní. Prostor mezi křivkami ukazuje hodnotu ztracené síly, takže podle diagramu můžeme propočítat skutečný výkon pera. Diagram současně odhaluje všechny nedostatky, jež se mohou v perovníku vyskytnout: zjišťuje vliv uzdy pera, změny výkonu pera při použití různých kvalitních mazacích prostředků apod. Otáčky pera jsou zde značeny od nuly až do sedmi. Otáčky, které je pero schopno vykonat, nazýváme ú h r n n ý m i otáčkami perovníku. Otáčky využitě pro chod stroje se nazývají o t á č k y u ž i t e ě n é. Užitečné otáčky bývají ještě děleny na z á k l a d n í (pro 24 hodiny chodu stroje) a r e z e r v n í.

Chceme-li zjistit účinnost pera, postupujeme takto:

Na nulové svislici nakreslíme v bodě A vodorovnou osu x (obr. 36). První tři otáčky nebereme v úvahu. Od této vodorovné osy změříme úsečky AS, AD; AR, AE; AQ, AF; AN, AG; AM, AH. Tak jsme získali podklady pro výpočet výkonu pera. Vyšrafovaný prostor mezi křivkami ukazuje ztrátu elastické síly pera při spuštění. Sledujeme-li křivku v bodech M, N, Q, R, S, vidíme, že při spuštění je tah pera v tomto úseku celkem stálý a



Obr. 36 - Zjišťování výkonu pera z grafu

a neměnný. Od bodu S k bodu T, V až A křivka klesá. Rychlý pokles je i od bodu K k bodu M.

Tento rychlý pokles hnací síly na počátku odvíjení se vyrovnává úpravou západky. Výkon pera se zmenšuje ztrátou jeho elastičnosti. U malých strojů se navíjí pero na poměrně malý průměr hřídele perovníku,

je značně namáhán na ohyb a ocel pera se proto brzy unaví. Navíjíme-li pero kolem hřídele perovníku, zvětšuje se postupně jeho průměr, takže další otáčky pera nejsou již tolik namáhány na ohyb. Proto se setkáváme nejčastěji s perem prasklým v místech, kde přechází k poslední otáčce před závěsem. Použitím měkčích per se sice vyhneme jejich častému prasknutí, mají však menší výkon a nepředávají hnací sílu rovnoměrně. Z těchto hledisek byl také řešen tvar pera. Továrny vyrábějí tři druhy per podle tvaru: spirálové, tzv. poloviční S-pero a S-pero.

P o z n á m k a

Přesto, že hodináři považují za nejkvalitnější S-pero, uvádí G. A. Berner, že pokusy nepřinášejí žádné zvláštní výsledky a považuje S-pero za stejně kvalitní jako obyčejná pera spirálová. Zkoušky se provádějí fotograficky. Deformace pera se fotografuje po prvním a po dvacátém spuštění, kdy se nechá pero po 12 až 24 hodinách v perovníku. Z fotografií se potom zjišťují rozdíly deformací. U per průměrné kvality je ztráta 13 až 17 %. U per vysoké kvality 2,4 až 3,33 %.

Na rovnoměrné předávání hnací síly pera mají značný vliv použitý mazací prostředek a způsob, jak je mazání provedeno. Stočí-li hodinář pero do perovníku a pak na ně nakape olej,

dojde obvykle k tomu, že olej z perovníku vyteče. Jednotlivé části spirály pera se pak po sobě smekají nasucho a vznikají velké ztráty třením. Stejnou závadu působí i nevhodný olej, zvláště je-li zhoustlý. Často se setkáváme s případy, kdy pero při odvíjení zadrhává a uvolňování vyvolává hlasité šelesty. Pak je nutné zbavit pero všech zbytků starého oleje, dobře je vyčistit a správně naolejovat nebo nanést tuk z obou stran po celé délce, vždy však jen nezbytně nutné množství, aby se snížilo tření. Nadměrné olejování pera je nejen zbytečné, ale většinou i škodlivé. Vytékající olej se roztéká po soukolí až na vlásek a stroj pak musí být znovu vyčištěn. G. A. Berner uvádí vliv použitých mazadel na výkon pera takto:

Mazadalo	Výkon
grafitový tuk	94,0 %
syntetický tuk	93,5 %
vazelína	91,0 %
perovníkový olej	90,5 %
speciální tuk S. D.	88,0 %

Mazání pera se posud nevěnuje taková pozornost, jakou pro své důsledky zasluhuje.

Phynox, niva flex, elgilogy

O výrobě a materiálech hodinových per se již hovořilo v prvním ročníku. U hodinek se setkáváme jak s pery ocelovými, tak i s pery ze speciálních slitin (obsahujících železo, nikl, kobalt, chróm a jiné přísady), dodávanými pod různými značkami, jako například PHYNOX, NIVAFLEX, ELGILOY aj. Mají zatím ze všech používaných per nejvyšší mez pružnosti, jsou nemagnetické a ne-rezavějící, ale také poměrně drahé.

Proti dřívějšímu způsobu výroby ocelových per z páskové oceli se vyrábí tzv. TEXTURNÍ hodinová pera z kalené ocelové struny válcováním za studena. Tím se dosáhne vláknité struktury (tzv. textury) v podélném směru pera. Takto vyrobená pera jsou odolnější proti ochabování a praskání než pera tradičně vyráběná.

Pera vyrobená z chromniklové oceli (nerezavějící) mají přibližně stejnou odolnost jako dříve uvedená.

Novinkou jsou pera s a m o m a z n á . Tato jejich vlastnost je označena na sáčcích, v nichž jsou dodávána. Jde o pera, na nichž je nanášena mikroskopická vrstva TEFLONU. Tato pera se již nepřimazávají.

R o z m ě r y p e r a

Při výměně vadného pera se nelze spoléhat jen na zjištění rozměrů vyměňovaného prasklého pera, neboť i jeho rozměry mohly být nesprávné. Zásadou je, aby pero dovolovalo maximální počet otáček a současně i nejvyšší výkon při rovnoměrném působení síly. Splnění tohoto požadavku je podmíněno rozměry pera, tj.

jeho délkou,
tloušťkou
a výškou.

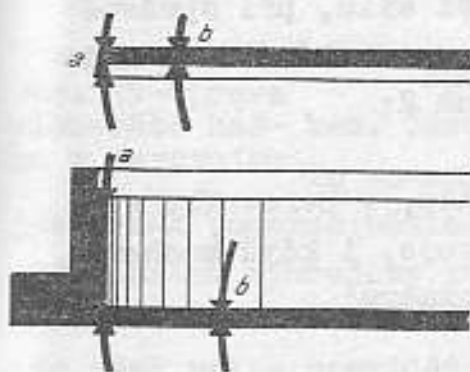
Výška pera je určena rozměry perovníku, právě tak jako jeho délka a tloušťka. Použijeme-li pera větší tloušťky, zaujme v perovníku větší prostor, zmenší se místo k odvíjení a jeho výkon se proto sníží. Naopak pero tenčí a delší má sice větší prostor k odvíjení, popřípadě i větší počet otáček, ale podstatně nižší výkon. Výkon pera bude tedy optimální tehdy,

budou-li jeho rozměry v určitém poměru k požadovanému počtu úhřrných otáček. Výpočet rozměrů pera je na str. 181-183.

Dřívě byl vžitý způsob uvádět rozměry pera na sáčcích podle Robertovy míry. U této míry jsou šířky per označeny na měřidle čísla od 1 do 27. Průměry jsou vyfrézovány do plochy měřidla a označeny čísla od 1 do 16. Na sáčcích značených podle Roberta značí např. N2 16 tloušťku pera č. 16 a Dtre 10 průměr podle této míry.

Nyní se udávají rozměry pera (tloušťky i průměry) v desetínách nebo celých milimetrech. Pera jsou obvykle stočena a zachycena obroučkou.

Pera značkových strojů jsou opatřena značkou a kalibrem. Např. OMEGA 40, 6, DOXA 19 apod. Výrobci per širokého sortimentu uvádějí na sáčcích značku výrobku (EUROTEX, NEWTEX, ALTRAX, FAVORITE, INOX), rozměry pera v milimetrech (délka, výška, tloušťka, průměr stočeného pera), počet kusů a eventuálně významnou vlastnost pera, jako třeba nerezavějící, odolné proti prasknutí nebo deformaci, S-tvar, antimagnetické, samomazné.



Obr. 37 - Proměřování perovníku

Vnitřní rozměry perovníku zpravidla měříme desetinnou mírou. Způsob měření je naznačen na obr. 37 (str. 41). Měříme od osazení a, od něhož odečteme tloušťku stěny b. Stejně změříme i víčko a obě naměřené hodnoty sečteme. Po odečtení nezbytné vůle vyjde jako výsledek výška pera v desetínách milimetru. Délku volíme běžně podle

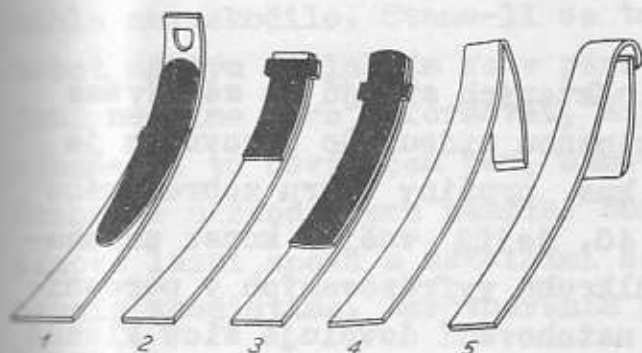
pravidla, které požaduje vyplnění vnitřního prostoru perovníku v rozmezí jedné třetiny. Volíme pero správné výšky, svinuté

v obroučce, když jeho průměr odpovídá vnitřnímu průměru perovníku. Současně však nesmíme zapomínat, že má pero uskutečnit 4 otáčky určené projevům rovnoměrné hnací síly a 1 až 2 otáčky jako rezerva chodu. Při vyplnění jedné třetiny prostoru perovníku musí tedy pero uskutečnit 5 až 6 otáček. U některých novějších malých hodinových strojů je převod upraven v jiném poměru a pero musí uskutečnit 8 až 9 otáček. Nemáme-li jistotu, je třeba provést kontrolu výpočtem.

Nedocházení hodinového stroje může být způsobeno nesprávnými rozměry pera:

1. Krátké pero působí nedocházení stroje proto, že jím nelze uskutečnit potřebný počet otáček pro 24 hodiny chodu;
2. dlouhé pero zavinuje rovněž nedocházení stroje proto, že má příliš malý prostor k odvíjení;
3. tenké pero nevyvine dostatečný silový efekt, takže dodává v průběhu odvíjení jen malou hnací sílu a jeho poslední otáčky nestačí již udržet stroj v chodu;
4. tlusté pero vyvíjí sice značnější sílu, při správné délce však zaplní větší prostor perovníku a nastává zase nedocházení stroje z příčiny uvedené pod bodem 2;
5. nízké pero nevyvine potřebnou sílu, v perovníku se deformuje a působí rovněž nedocházení stroje, i když mnohem méně výrazné než při nedodržení jiného rozměru;
6. vysoké pero zavinuje zastavování stroje, i když je plně dotaženo, neboť se jednotlivé části spirály pera zachycují o víčko perovníku a hnací síla se buď zcela ztrácí, nebo působí velmi nepravidelně. Stejnou závadu působí i drsný povrch vnitřku perovníku nebo jeho nevyrovnané deformace.

Upevnění pera



Obr. 38 - Háčky a uzdy per

I zde se však při opravě můžeme setkat s vážnými závadami.



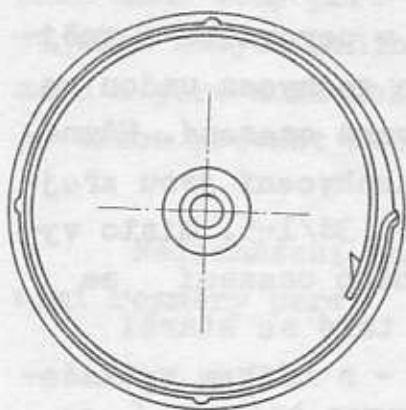
Obr. 39 - Oprava ulomeného háčku v perovníku

Způsob závěsu pera má vliv i na jeho výkon. Závěsy 1, 2, 3 z obr. 38 jsou výhodné proto, že zamezí excentrickému odvíjení pera. Výrobně jsou však poměrně nákladné. Závěs se provádí nejčastěji tak, že nad kahanem vyhřejeme konec pera, který pak přehneme, a pokud je ještě do červena rozžhavený, stlačíme ho kleštěmi k sobě (to však nelze provádět u všech druhů per). Zahřátí pera má sahat jen tak daleko, jak dlouhý je přehyb. Doporučuje se také volný závěs, který se zhotovuje podobně. Při ohýbání vložíme do ohybu kousek pera, takže v ohybu zůstane jen úzký volný prostor. Část pera zbývající za přehybem odloíme (což provedeme tak, že nejdříve napilujeme zářez) a pilníkem

U malých hodinek je ve většině případů pero uloženo v perovníku a vnější konec zachycen uzdou za vyfrézované osazení. Různé úpravy zachycení jsou zřejmé z obr. 38/1-5. Místo vyfrézovaného osazení se setkáme také se starší úpravou - s háčkem vytlačeným v perovníku.

Je-li vyfrézovaná opěrná plocha poškozena, smeká se při natahování uzda pera a pero prokluzuje. Chybu lze opravit vhodně přibroušeným rýtkem. Zjistíme-li, že se vytlačený háček ulomil, použijeme k vytlačení nového háčku buď speciálních kleští, nebo provedeme úpravu podle obr. 39.

zkosíme. Tuto část (v délce asi 1/3 průměru perovníku) na obou stranách spilujeme a vložíme do ohybu. Je samozřejmé, že závěs musí být dobře vyhlazen.



Obr. 40 - Kluzná uzda perovníku

U některých strojů se setkáváme s tzv. kluznou uzdou. Do perovníku je vložen kus pružiny tvaru zobrazeného na obr. 40, jejíž vnější konec zasahuje do půlkruhu vyfrézovaných v perovníku. Při natahování dovoluje sice kluzná uzda dotažení pera, při dalším otáčení korunkou je však stočena i silnější vložka, čímž se uvolní a protočí v perovníku. Tato úprava je provedena proto, že perovník typu Rosskopf má větší průměr a při větším dotažení pera by mohlo dojít k ulomení zubů. Systém kluzné uzdy se užívá též u strojů se samonátahem, kde plné natažení pera závisí na množství pohybů ruky, která nese hodinky.

Vnitřní závěs pera se provádí třemi způsoby: nejméně vhodný je ten, s nímž se setkáváme u starších druhů kapesních hodinek. Háček je příliš vysoký a pero je při natáčení na hřídel deformováno. Výhodnější je provedení s háčkem uloženým ve vyfrézovaném ozubu, ale i zde nastává ostrý ohyb, a tím i deformace pera. U moderních strojů je háček vyfrézován v hřídeli, takže vůbec nepřechnívá, a proto je pero namáháno rovnoměrně. Vnitřní konec pera má být upraven tak, aby závěs doléhal na jádro bez značnějšího předpětí. Deformace v místech nadměrného ohybu zavinují totiž často prasknutí pera.

I hřídel musí mít v perovníku vůli, nesmí se tísnit. Důležité je i nasazení víčka na perovník. Kde je označení, musíme se jím vždy přesně řídit, aby byl hřídel perovníku uložen správně a kolmo k rovině proložené spirálou pera. Věnujeme

rovněž pozornost vůli, kterou má perovníkový hřídel v perovníku. Velká vůle je tu škodlivá, neboť ovlivňuje hloubku záběru ozubení perovníku. Při vyjímání pera dáváme pozor na to, aby pero náhle nevyskočilo. Stane-li se to však přece, pero brzy praskne, neboť náhlým uvolněním se v peru vytvářejí trhlinky. Při navíjení nesmíme pero deformovat, aby nevznikl tzv. "kornout". Pomáháme si tu navíječem per, máme-li jej v dílně k dispozici. Rozhodně neškodí peru benzín. Není však třeba čistit pero v benzínové lázni spolu s ostatními součástmi, protože tak zbytečně benzín znečistíme. Narovnáváním při čištění se pero rovněž poškozuje.

7. HLAVNÍ SOUKOLÍ

Všechno, co bylo řečeno o záběrech kol a pastorků hlavního soukolí nástěnných hodin a budíků, platí i pro malé hodinové stroje. Působí zde sice menší síly, jsou zde však i úměrně menší rozměry, takže vychození ložisek levných strojů není řídkým jevem. Mýlí zde jen drobnost součástí, hlavně u náramkových strojů, která může svádět k domněnce, že malá hodnota, o níž se záběr porušil, není při vychození ložiska tak závažnou chybou jako u strojů velkých. Rozhodující tu však je poměrné zmenšení stroje, které nás přesvědčí o tom, že i takové "malé" vychození ložiska je vážnou závadou. Stažení ložiska ve směru vychození a uvedení kola do správné záběrové vzdálenosti je zde poměrně obtížným výkonem. Tlak zubů perovníku do zubů pastorku otáčí hřídelem uloženým v ložiskách, která se časem vychodí. Výslednice otáčivé a protipůsobící reakční síly má různý směr podle uspořádání soukolí, a mohli bychom ji graficky sestrojít. V praxi stačí lupa a vyvolání tlaku proti směru hnací síly perovníku, jak je to popsáno již v textu prvního ročníku. Rovněž zkoušku záběru provádíme jen citem. I u malých strojů dochází k opotřebení kluzných částí hřídelů a čepů. Oprava se provádí obvykle přešetěním. U kvalitnějších strojů jsou

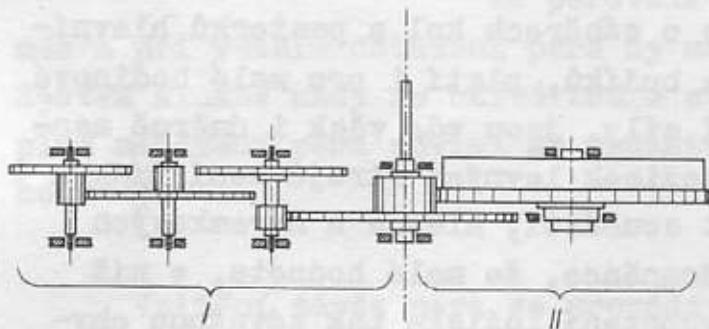
hřídele uloženy v kamenech, při opravě se provádí výměna prasklých nebo jinak poškozených kamenů.

Hlavní soukolí je konstrukčně řešeno různými způsoby. Jeho uspořádání se rozděluje na :

- a) běžné uspořádání
- b) zvláštní uspořádání

Zvláštní uspořádání je zase rozděleno na :

- a) uspořádání bez minutového kola
- b) uspořádání s centrální vteřinovou ručkou.



Obr. 41 - Soukolí hodinek tradičního provedení

Běžné uspořádání hlavního soukolí dělíme zase na dvě skupiny, jako u velkých hodin. Od osy minutového kola až k ose krokového kola je soukolí skupiny I. Od osy minutového kola k ose perovníku je soukolí skupiny II (obr.41).

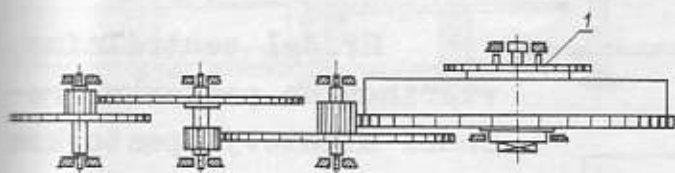
I. skupina:

minutové kolo-pastorek mezilehlý
mezilehlé kolo-pastorek vteřinový
vteřinové kolo-pastorek krokový

II. skupina :

hnací kolo (perovník)
pastorek minutový

Zvláštní uspořádání



Obr. 42 - Soukolí ROSSKOPF
1 - střídné kolo s partorkem

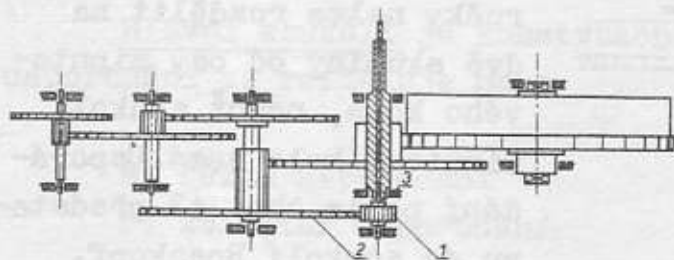
Převod na ručky je odvozen od střídného kola umístěného na perovníku.

Stroje bez vteřinové ručky nelze rozdělit na dvě skupiny od osy minutového kola, neboť soukolí minutové kolo nemá. Uspořádání podle obr. 42 představuje soukolí Rosskopf.

Stroje s centrální vteřinovou ručkou

Vteřinová ručka, pohybující se nad miniaturním vteřinovým číselníkem, je řešení, které nevyhovuje moderním podmínkám, kladeným na hodinový stroj, neboť odčítání sekund je obtížnější a méně přesné. Nebereme-li v úvahu speciální potřeby odborníků, přichází na prvním místě sport, kde čas vymezený sekundami je důležitým činitelem sportovních utkání i tréninku. Proto tím méně vyhovují stroje bez vteřinové ručky. Nyní již centrální vteřinová ručka, umístěná uprostřed stroje a ukazující sekundy na velkém číselníku, vytlačuje předchozí konstrukce soukolí. Konstrukčních řešení lépe či hůře vyhovujících jak z hlediska rušivých vlivů, tak i z hlediska snadnosti opravy bylo provedeno několik. Žádné však není tak náročné, aby vyžadovalo zvláštní studium. Větší nároky se kladou spíše na zručnost a cit než na speciální znalosti hodináře.

Konstrukce s nepřímým pohonem



Obr. 43 - Soukolí stroje s nepřímým pohonem centrální ručky

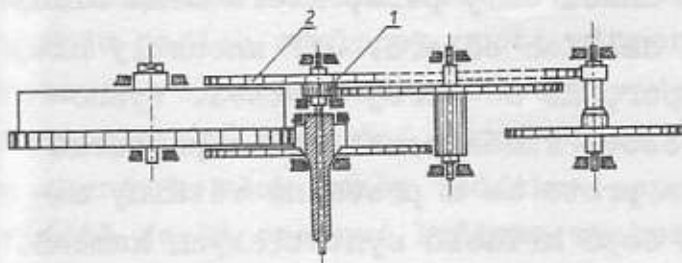
1 - centrální vteřinový pastorek;
2 - přidavné kolo; 3 - brzdící pružina

zachycena jemnou plochou pružinou. Tato pružina slouží současně k brzdění pohybu vteřinové ručky, aby se příliš znatelně neprojevovala chyba, vzniklá mezizubovou vůlí. Centrální vteřinová ručka není pod bezprostředním vlivem hnací síly pera, a proto se mezizubní vůle projevuje kmitáním ručky, není-li plochá pružina správně napružena. Hlavní nevýhodou tohoto systému, tzv. vteřinové ručky s nepřímým (indirektním) pohonem, je to, že brzdící pružinka odnímá peru energii a zvyšuje tím neúnosně nadměrné celkové odpory stroje.

Konstrukce s přímým pohonem

Vteřinový pastorek prochází zase minutovým pastorkem, ale tvoří zde součást hlavního soukolí (přenáší hnací sílu), takže odpadá pružina popsaná u předchozího typu. Neprojevuje se ani kmitání centrální vteřinové ručky (obr. 44).

Setkáváme se i s úpravou, kdy sice centrální vteřinová ručka je uprostřed stroje, ale ručkový pastorek je upraven podobně jako u systému Rosskopf. Pohon ruček je odvozen od střídávacího kola, umístěného na perovniku. Mezizubní vůle



Obr. 44 - Soukolí stroje s přímým
pohonem centrální ručky

- 1 - vteřinový pastorek;
2 - vteřinové kolo

je zase poháněno vložené kolo bez pastorku, a to je již v záběru se základním soukolím, jež je vlastně minutovým kolem umístěným mimo střed stroje. Setkáváme se zde se zcela zvláštním konstrukčním řešením dvou kol na společném hřídeli. Podobných typů konstrukčně upravených převážně z hlediska úspory celkové velikosti hodinového stroje je více.

Soukolí je uloženo v prostoru mezi základnou a můstky (obr. 110, str. 167). Ztráty vznikající třením jsou zmenšeny na minimum použitím ložisek ze syntetického rubínu nebo safíru.

V l i v z m ě n y o s o v é v z d á l e n o s t i

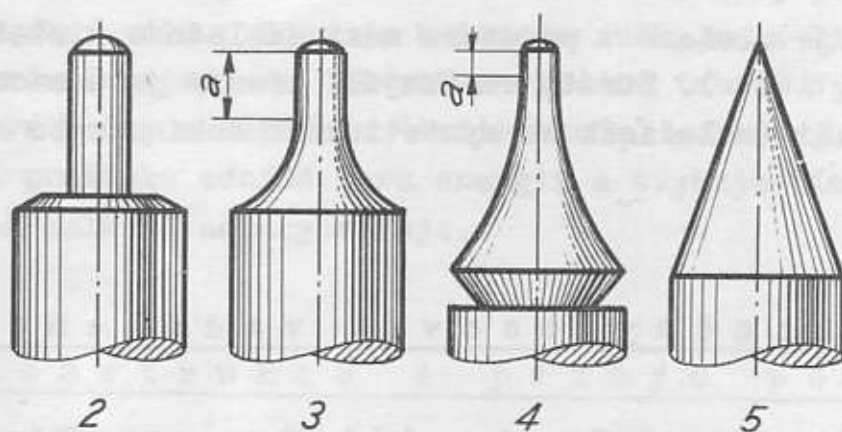
Již z učiva I. ročníku víme, jaký význam pro záběry kol a pastorků má správná záběrová vzdálenost a jak nepříznivě se projeví vychozené uložení kola nebo pastorku. Vychozením ložiska se poruší vzdálenost os soukolí, roztečné kružnice se již neodvalují po sobě, vzniká velký úbytek hnací síly a dochází až k úplnému zastavení stroje. S vlivem dopadu a odpadu zubů se budeme zabývat ve stati o tvarech zubů. Pro opraváře není snadné hrubé porušení osové vzdálenosti správně opravit u velkých strojů, natož u strojů náramkových, kde jsou rozměry několiknásobně zmenšeny. Miniaturizace náramkových strojů vede

je vymezena opět perkem, které je však silnější. U tohoto systému je pod vlivem hnací síly vteřinka, kdežto minutová ručka je zde jen unášena.

U jiného řešení pohání perovnik minutový pastorek bez kola, kterým

k enormním nárokům na využití hnací síly pera, která nemá nikdy velkou rezervu na překonávání dalších odporů. Již zhoustlý olej je schopen vytvořit takový odpor, že se stroj zastaví. Vychození ložisek a tedy porušení osové vzdálenosti kol a pastorků zde působí mnohem citlivěji, a proto se u převážné většiny malých strojů používá k uložení čepů hřídelů syntetických kamenů. Kamenová ložiska, v nichž jsou uloženy jemné čepy, jsou důležitou částí strojů malých hodinek. Na přesnosti jejich provedení ve značné míře závisí i pravidelnost jemného chodu stroje. Od čepů očekáváme, že se budou v ložiskách otáčet s nejmenším možným třením, a tuto vlastnost že si uchovají dlouhodobě. Aby to bylo možné, musí se kameny, čepy i mazací prostředky vyrábět s tak náročnými požadavky, jak je to uvedeno v dalším textu.

8. Č E P Y



Obr. 45 - Čepy hodinek

2 - hřídelů kol, 3, 4, 5 - setrvačky

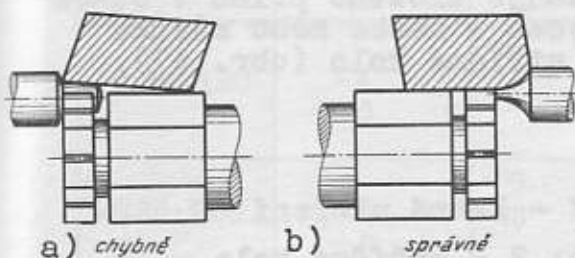
U hodinek se setkáváme s provedením čepů (obr. 45) a s hrotovým uložením. Válcové čepy se používají pro hřídele ozubených kol a zachycují jen radiální tlaky. Čepy podle obr. 45 (3, 4) jsou používány pro hřídel setrvačky a zachycují jak

radiální, tak axiální tlaky. Kuželovitý přechod (tzv. trumpeta) zvyšuje jejich odolnost proti ulomení. Poslední čep je čepem hrotového uložení setrvačky u levných strojů. Je nejodolnější proti ulomení a chrání stroj proti nárazům. Značná vůle v ložisku zhoršuje však záběr vodítka (popudného kamene) a vidlicí, zvláště je-li ocelové ložisko vychozené.

Ocel, ze které se zhotovují pastorky a hřídele s čepem u kvalitních hodinových strojů, musí obsahovat dostatečné množství uhlíku (minimálně 0,7 %), aby měla po zakalení vysokou tvrdost. Po zakalení se musí součásti popustit, aby se u nich docílilo jistého stupně houževnatosti a zvětšila se tak odolnost čepů proti ulomení při nárazu. K docílení dobré třískové obrobiteľnosti na automatech mívají tyto oceli přísadu 0,2 % olova, nebo u méně kvalitních materiálů zhruba 0,2 % síry a 0,1 % fosforu.

U kvalitních druhů hodinek záleží velmi mnoho na vysokém lesku čepů i otvorů v kamenech. Pozorujeme-li vyleštěnou plochu pouhým okem, zdá se být dokonale hladká. Použijeme-li však ke kontrole mikroskopu, vidíme, že je náš názor na hladkost povrchu příliš shovívavý. Na vyleštěné ploše se objevují rýhy i jiná zdrsňení. Je dobře známo, jaký vliv na vzrůst tření, proměnlivost a ztrátu tažné síly má drsnost styčných ploch.

Při opravě hodinek čepem leštíme, aby byly dokonale hladké. Při zhotovení nového setrvačnickového hřídele spílujeme



Obr. 46 - Leštění a zaoblování čepů

čep na vhodný rozměr speciálním čepovým pilníkem a dbáme, aby byl přesně válcový. Musíme volit i vhodný rozměr rýhovky. Použijeme-li příliš malé, spílujeme čep do kuželu (obr.46a). Zaoblení čepů setrvačky provádíme tvarovou hranou pilníku

(obr. 46b). Čepy leštíme až po docílení dokonale hladkého povrchu - nejlépe vysokého lesku. Leštící pilník přetřeme předem olejem. Jeho otupenou část (hladítko) zdrsníme na olověné desce, posypané jemným smirkovým práškem.

Rozměry čepů a velikost vůle u ložení

Rozměry čepů mají značný význam hlavně u součástí kroku a setrvačnickového hřídele. Praktickými zkouškami byly stanoveny nejvhodnější rozměry, jež se při výrobě všeobecně dodržují. Na obr. 48 b jsou jednotlivé rozměry vyznačeny.

Výška čepu

$$\underline{c} = 1,8 \underline{d}$$

Průměr čepu

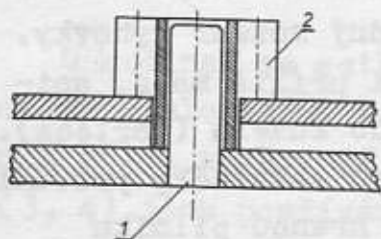
$$\underline{D} = 3,0 \underline{d}$$

Na tabulce A je přehled doporučovaných rozměrů pro čepy kol uložených v kamenových ložiskách včetně vůlí a dovolených odchylek. Uvedené hodnoty jsou převzaty ze zpracování J. Žida.

Tabulka B představuje použité vůle pro stroj zn. PRIM, n.p. Chronotechna.

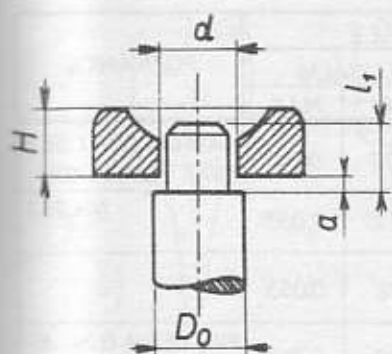
Poznámka

Pro úplnost je třeba říci, že se u hodinových strojů používá též l e t m é uložení; ložisko je uloženo přímo v otáčející se součásti a čep je pevně zachycen v desce nebo můstku stroje. Téměř všude je takto uloženo střídné kolo (obr. 47).

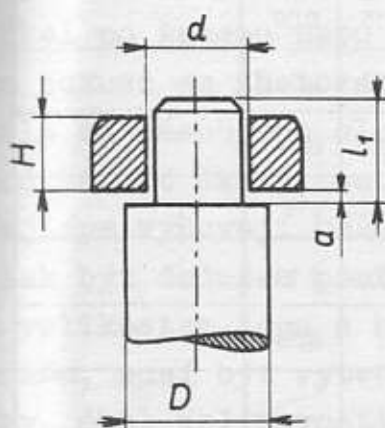


Obr. 47 - Letmé uložení

1 - čep; 2 - střídné kolo s pastorkem



$\varnothing d$	a	$\varnothing D_0 \text{ min}$	L_1
0,09-0,36	0,03	$d + 0,15$	$d + \frac{H-d}{2}$
>0,36-0,63	0,04	$d + 0,20$	
>0,63-1,10	0,05	$d + 0,25$	
>1,10-1,80	0,07	$d + 0,30$	
>1,80-2,50	0,08	$d + 0,40$	



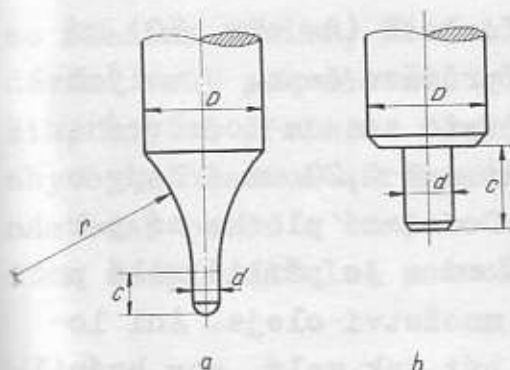
$\varnothing d$	a	$\varnothing D_0 \text{ min}$	L_1
0,25-0,36	0,03	$d + 0,15$	$H + 0,10$
>0,36-0,63	0,04	$d + 0,20$	$H + 0,12$
>0,63-1,10	0,05	$d + 0,25$	$H + 0,15$
>1,10-1,80	0,07	$d + 0,30$	$H + 0,18$
>1,80-2,50	0,08	$d + 0,40$	$H + 0,20$

ROZSAH						
$\varnothing d$	TOLERANCE μ	TOLERANCE $\varnothing d_2$ μ		VŮLE μ	MINIMÁLNÍ v	PŘÍPUST. VŮLE μ
0,09-0,20	+4 0	-10 -14	-14 -18	min 10 max 18 min 14 max 22	7	5
> 0,20-1,00	-6 0	-10 -16	-14 -20	min 10 max 22 min 14 max 26	8	5
>1,00-2,50	+10 0	-10 -20	-14 -24	min 10 max 30 min 14 max 34	9	6

č/č	ČÍSLO BODU	OZNAČENÍ SOUČÁSTI	NÁZEV SOUČÁSTI	VELIKOST VŮLE				POZNÁMKA
				RADIÁLNÍ		AXIÁLNÍ		
				MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	
1	17	NH 82 NH-N82	HŘÍDEL SETRVAČKY	0,007	0,016	0,02	0,04	AXIÁLNÍ VŮLI SE- ŘÍDIT PODLOŽKOU
2	16	NH 81	HŘÍDEL KOTVY	0,007	0,016	0,015	0,035	NH 252
3	15	NH 65 NH-N65	KROKOVÝ PASTOREK	0,01	0,019	0,02	0,055	
4	14	NH 63 NH-C63	VTEŘINOVÝ PASTOREK	0,012	0,021	0,02	0,055	PRO ČEP ϕ 0,24 JE RAD. VŮLE 0,01-0,019
5	13	NH 62 NH-C62	MEZILEHLÝ PASTOREK	0,012	0,021	0,02	0,055 0,050	VŮLI UPRAVIT ZALIS. KAMENE DO MŮSTKU
6	12	NH-C64	CENTRÁLNÍ PASTOREK	0,01 0,012	0,025 0,021	-	-	V MINUT. PASTORKU V HODINOVÉM KAMENU
7	12	NH 61 NH-C61	MINUTOVÝ PASTOREK	0,01	0,02	0,015	0,06	
8	11	NH 20 NH 21	PÉROVNÍK VÍKO PÉROVNÍKU	0,005	0,015	0,015	0,04	
9	11	NH 80	HŘÍDEL PÉROVNÍKU V ZÁKLADNĚ A MŮSTKU	0,005	0,015	0,01	0,04	
10	11	NH 35	ZÁPADKOVÉ KOLO	0,005	0,03	-	-	
11	22	NH 130	ZÁPADKA	0,025	0,055	0,02	0,10	
12	21	NH 36	NATAHOVACÍ KOLO	0,01	0,035	0,01	0,08	
13	-	NH 66	NATAHOVACÍ PASTOREK	0,01	0,035	-	-	
14	-	NH 83	NATAHOVACÍ HŘÍDEL	0,01	0,035	-	-	
15	-	NH 67	PŘESUVNÝ PASTOREK	0,01	0,035	-	-	
16	20	NH 37	KOLO ŘÍZENÍ	0,01	0,03	0,02	0,10	
17	19	NH 38	PŘEVODNÍ KOLO	0,01	0,03	0,02	0,10	
18	18	NH 504	STRÍDNÉ KOLO ÚPLNÉ	0,01	0,027	-	-	
19	12	NH 69 NH-C69	ČTVRŤOVÝ PASTOREK	0,0025	0,015	-	-	RADIÁLNÍ VŮLI DOCÍLIT VÝBĚREM
20	12	NH 40 NH-C40	HODINOVÉ KOLO	0,01	0,025	-	-	

číslo součásti	číslo výkresů	název součásti	kusů	materiál	váha součásti	poznámka
měřítka	kreslil <i>Wdy</i>	norm. referent				d
	přezkoušel <i>Wdy</i>	vyr. referent				c
	schválil <i>Wdy</i>	datum 4.5.1958				b
	typ		změna			a
	název		starý výkres 2-4740 b		nový výkres	
	TABULKA VŮLÍ		list	listů	2-4851 c	

97-0291



Obr. 48 - Čepy hřídelů

Doporučuje se dodržovat aspoň přibližně tyto údaje i při opravě. Chronotechna, n.p. vyrábějící hodinky PRIM, používá vůle pro čepy hřídelů podle tab. B.

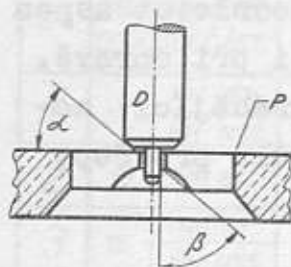
Zvlášť důležité jsou tvar a velikost kamenového ložiska. Ložiskový kámen má být konstrukčně řešen tak, aby byl schopen přijmout určité množství oleje, aniž by se roztekal po kamenu nebo po hřídeli. V tomto směru bylo učiněno mnoho pokusů se zhotovením zvláštní jamky pro olej, která by sloužila za zásobárnu oleje. Podle A. Bernera, ředitele švýcarské hodinářské školy, se setkaly všechny takové pokusy s neúspěchem. Nejlépe vyhovují běžně používané tvary ložiskového kamene, musí však být dodržen poměr profilu k jeho velikosti, a stejně i k velikostem čepu a hřídele. Aby byl čep určité velikosti dobře mazán, musí být vytvořen mezi kamenem, čepem a jamkou pro olej tzv. úhel vzlínavosti.



Obr. 49 - Úhel vzlínavosti oleje
B-místo, kde se olej drží;
AC-vzdálenost ramen

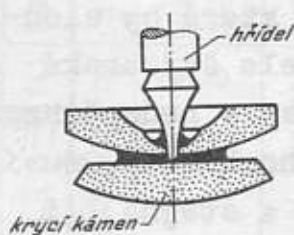
Obr. 49 ukazuje vzlínavé účinky oleje mezi dvěma hladkými plochami. Naneseme-li kapku oleje do místa B, kde se plochy A a C stýkají, bude tam kapka lpět tím pevněji, čím menší úhel budou spolu obě plochy svírat (20 až 30°).

Dalším požadavkem je vymezení určité vůle mezi čepem a otvorem v kamenu. Její nejvhodnější velikost byla prověřena dlouholetou praxí. U čepů setrvačky (kuželový čep) se udává čepová vůle 0,007 5 až 0,012 5 milimetru. Pro válcové čepy 0,010 až 0,015 milimetru. Takto vymezená vůle je ovšem jen přibližnou hodnotou, která se mění s velikostí stroje a jeho kvalitou. Uložení válcového čepu v kamenovém ložisku vidíme na obr. 50. Na obr. 51 je znázorněno uložení čepu setrvačky. Úhel vzlínavosti se zde nachází mezi krycím a vrtaným



Obr. 50 - Uložení válcového čepu v kamenu

α, β - úhly vzlínavosti; P - kámen



Obr. 51 - Uložení čepu setrvačky

Čep by pak nebyl vůbec mazán. Dávkování správného množství oleje pro daný průměr čepu a velikost kamene zůstává v praxi posud nedořešeným problémem.



Obr. 52 - Olejová ložiska
a - závada; b, c - postup

se o tom přesvědčit tímto jednoduchým pokusem: naplňte sklenici až po okraj vodou. Potom po kapkách přidávejte a pozorujte, jak

kamenem. Průměr hřídele D (na obr. 50) má být trojnásobkem průměru čepu. U malých strojů však nebývá tato zásada dodržována. Setkáme se s hřídeli o \varnothing 0,20 mm a čepy o \varnothing 0,08 až 0,10 mm. Dosedací plocha má pak průměr 0,05 až 0,06 mm a je příliš malá pro přijetí potřebného množství oleje. Ani ložiskový kámen nemá být tak malý, aby bránil roztékání oleje. V místech označených P se olej vsává mezi kámen a desku stroje.

Na obr. 52 je znázorněno olejování ložiska setrvačky. V případě 52a zůstane kapka oleje ve vyhloubení, neboť je uvnitř vzduch. Proto je nutné vsunout ji hrotem mezi vrtný a krycí kámen podle obr. 52b, kde se již drží silou vzlínavosti. Proč musí mít kameny dostatečný průměr, vidíme z obr. 52c. Při větším množství by se olej roztekl až k desce stroje a vnikl by mezi ni a kámen.

Často z obavy, aby se čep neotáčel "nasucho", dává hodinář více oleje a neuvědomuje si, že tím vlastně dosáhne opaku toho, čemu chtěl zabránit. Úhel vzlínavosti neudrží tak velké množství oleje, ten se rozteče po desce stroje a stáhne s sebou i olej z otvoru ložiska. Můžete

se hladina zdvihá, až dosáhne okraje sklenice. Budete-li v přidávání vody pokračovat, půjde voda nad okraj, až nastane okamžik, kdy se přelije. Očekávali bychom, že odteče jen tolik vody, aby byla hladina zarovnaná přesně s okrajem sklenice. Skutečnost nás však poučí o tom, že odteče vody mnohem více, takže se hladina sníží znatelně pod okraj sklenice.

Podobný případ nastává i v přeolejovaném ložisku. Proto je vždy lépe mazat raději méně než více. Různé velikosti olejnic, určených k mazání, jsou naprosto oprávněným požadavkem. U dámských náramkových hodinek působí tak nepatrné síly, že nesprávné mazání nebo i jen volba nevhodného oleje způsobí nedocházení stroje, popřípadě jeho úplné zastavení. Druhy oleje se liší z hlediska chemického složení, jak je to popsáno ve statích o materiálu. Nebudeme zde proto učivo o olejích znovu opakovat. Sami si však znovu tuto partii přečtěte. Tak se přesvědčíte, zda jste nic důležitějšího nezapomněli.

Průměr čepu se má rovnat výšce kluzné plochy (válcového otvoru) ložiska. Má tedy v řezu kluzná plocha kamene s čepem představovat čtverec. U kamene setrvačky není vyvrtaný otvor válcový, nýbrž obě jeho strany jsou mírně zakulaceny. Tím se docílí vyhovujícího uložení setrvačky i v případě, že její ložiska nejsou přesně protilehlá.

Čelo čepu setrvačky je buď čočkovitě vypuklé, nebo ploché. Plochým čelem se docílí zvýšeného tření v horizontální poloze hodinek, čímž se vyrovnávají rozdíly v rozkmitu setrvačky mezi polohou horizontální a svislou.

Upevnění kamenů ve stroji

Kamenová ložiska se vyrábějí ze syntetického korundu (tavený kysličník hlinitý Al_2O_3) různě zbarveného. Z komerčních důvodů bývají nejčastěji růžová až červená. Technické údaje jsou uvedeny v ČSN 17 0140.

Kameny jsou v desce stroje nebo v můstcích uloženy v podstatě dvěma způsoby: jde buď o zalisování, nebo obroubení. Obrubování kamenů je starý způsob, pocházející ještě z doby, kdy nyní běžné lisování kamenů přímo do desky nebo můstku nebylo ještě technicky dořešeno. S kameny obrubovými se však setkáváme u mnoha starších typů hodinek, a proto si popíšeme jejich dvojí způsob provedení.



Obr.53 - Švýcarské uložení kamene

Uložení zvané švýcarské vidíme na obr. 53.

Kámen je v tomto uložení zasazen vnější plochou, přehyb je proveden přes vnitřní část kamene.



Obr.54 - Uložení kamene systémem GLASHÜTTE

Velká nevýhoda tohoto uložení spočívá v tom, že změnou tloušťky kamene se mění i axiální vůle kola. Tato nevýhoda je odstraněna při uložení zv. GLASHÜTTE (obr. 54). Kámen je uložen na ploché straně a upevněn přehybem, který doléhá na jeho vnější část. Tloušťka kamene při tomto způsobu uložení nemá vliv na změnu axiální vůle hřídele, i když je vyměňovaný kámen masívnější.



Obr.55 - Uložení kamene s vložkou

Uložení s vložkou (na obr. 55) nacházíme jen u dražších druhů hodinek. Má tu výhodu, že můžeme měnit axiální vůli hřídele. Poškodí-li se podsoustružená část uložení, vyměníme celou vložku bez obavy, že se dostaneme ze správného záběru. Poměrně velký kámen u minutového kola vyžaduje i větší vložku, která se zpravidla

přípevňuje třemi šroubky. Mimo tato praktická hlediska působí popsané uložení i svým pěkným provedením, a proto se používá hlavně na můstky stroje. Ostatní vložky bývají do můstku nalísovány. Jen u nejkvalitnějších strojů jsou všechny vložky připraveny šroubky.

Zpracovanému hodináři nečiní výměna kamene potíže, pokud není obruba poškozena. Kámen se vytlačí a obruba se rozevře pomocí obrubového otvírače. Po vložení nového kamene správných rozměrů se obruba znovu přihne. Vcelku je to však práce poměrně náročná, takže se nyní v opravářských dílnách téměř neprovádí. Při poškozeném uložení se obvykle vyztuží i průchozí otvor deskou stroje nebo můstkem, načež se použije kámen zalisovaného.

Výjimečně se setkáme i s tzv. "mosaznými kameny". Tyto mosazné vložky mají tvar kamenů, takže je lze upevnit obrubou nebo i zalisováním. Hledisko trvanlivosti takového ložiska odpovídá běžnému uložení v desce stroje.

K a m e n y k r y c í

Krycí kameny jsou plné, jedna jejich strana je plochá a dokonale vyleštěná, druhá je obvykle zaoblena. Výjimečně se setkáme i s krycím kamenem, který má na zaoblené straně leštěné plošky (výbrus) jako kámen prstenový. Každý krycí kámen je upevněn v šatonu, kruhové nebo oválné destičce a přišroubován k desce nebo můstku stroje. Krycích kamenů se u hodinek používá k vymezení axiální vůle, hlavně u setrvačky. Současně slouží i k zachycení axiálního tlaku, a proto musíme při opravě vždy překontrolovat, nejsou-li vychozené. Velmi levné stroje mají místo kamenů ocelové destičky. Setkáme se i s provedením vložkovým. Takový kámen není úplně provrtán; ukončení vrtání

nahrazuje krycí kámen. Tvary krycích kamenů jsou v přehledu na tabulce C.

Při čištění stroje je třeba vždy krycí kámen demontovat a dobře vyčistit. Kameny byly v hodinářství užity nejprve pro krok a setrvačku. Vynález byl patentován v roce 1704 švýcarským geometrem Fatio de Duillier (fáció d'dylijé), který žil v Londýně a byl zaměstnán při výrobě optického skla. S pomocí francouzského hodináře de Beaufre (d'bòfr) dával do hodinek provrtané drahé kameny. Asi od roku 1902 je v hodinářství používán hlavně umělý rubín, který má lepší vlastnosti než kámen přírodní. Umělé kameny umožňují proti přírodním snížit tření, mají menší třištitelnost a jsou přitom výrobně daleko levnější. Náš znárodněný průmysl vyrábí syntetické kameny v Turnově, n.p. Turnovské brusírny.














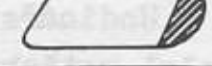
U l o ž e n í k a m e n ů v l i s o v á n í m



Obr. 56 - Uložení vlisovaného kamene

Uložení kamenů v obrubách je překonáno výrobně i opravářsky jednodušším řešením, pouhým vlisováním do válcového otvoru v desce a mštcích stroje (obr. 56). Tvary a rozměry hodinových kamenů jsou uvedeny v ČSN 17 0140.

Kameny připravené k nalisování jsou válcové (tab. C). Jejich velikosti jsou odstupňovány podle běžně vyráběných průměrů. Aby kámen v uložení dobře držel, má být průměr díry asi o 0,1 mm menší, než průměr kamene. K vlisování se používá speciálního lisu na kameny (obr. 57). Hřídél lisu se seřizuje maticí na doraz. Kámen se vtlačí do vystruženého vývrtu tlakem na páčku. Hřídél je provrtán, a tím upraven k univerzálnímu použití. Lis na kameny je vybaven i sadou kuželových výstružníků, číslovaných v setinách mm (např. 139 - 158 atd.), jimiž

NÁZEV		PROVEDENÍ	
HODINOVÝ KÁMEN, VRTANÝ	PLOCHÝ S OTVOREM	VÁLCOVÝM	
		OLIVOVANÝM	
	PLOCHÝ S OLEJOVOU MISKOU A OTVOREM	VÁLCOVÝM	
		OLIVOVANÝM	
	VYPUKLÝ S OLEJOVOU MISKOU A OTVOREM	VÁLCOVÝM	
		OLIVOVANÝM	
	PLOCHÝ S OBOU STRANNOU OLEJOVOU MISKOU A OTVOREM	VÁLCOVÝM	
		OLIVOVANÝM	
HODINOVÝ KÁMEN KRYCÍ	PLOCHÝ		
	VYPUKLÝ		
	VYPUKLÝ S DRÁŽKOU		
HODINOVÝ KÁMEN PALETOVÝ	VSTUPNÍ		
	VÝSTUPNÍ		
HODINOVÝ KÁMEN POPUDNÝ	VÁLCOVÝ		

97-0291



se vystružuje otvor pro kámen. Při vystružování otvoru má být průměr vystružníku menší než průměr vsazovaného kamene (tab. D).

Obr. 57 - Lis na ložiské kameny

TYP HODINOVÉHO KAMENE		TOLERANCE	PŘESAŘ
KÁMEN VRTANÝ	$D = 0,80$ $- 2,80$	$+7$ ± 0 -6 -11	$min\ 6$ $max\ 12$
	$D > 2,80$ $- 5,00$	$+9$ ± 0 -6 12	$min\ 6$ $max\ 21$
KÁMEN KRYCÍ	$D = 0,80$ $- 5,00$	$+10$ ± 0 -6 -14	$min\ 6$ $max\ 24$

9. TVAR OZUBENÍ HLAVNÍHO SOUKOLÍ

Hodinářství je jedním z prvních strojírenských oborů, který vyvolal potřebu konstrukce ozubených kol. Převod síly ozubenými koly se vyskytuje již v XI. století ve věžních hodinách. Je historicky prokázáno, že ozubená kola znal již Archimédes 280 let před n.l. Zuby na prvních kolech neměly přesně určený tvar, takže při přenosu síly docházelo k velkým ztrátám energie.

97-0291

Téměř od samého počátku výroby hodin se používalo tzv. špičatého profilu, který se velmi podobá dnešnímu profilu hodinářského ozubení. Tento profil vznikl ještě dříve, než byla známa teorie ozubení. Teprve v XVIII. století podložil výrobní praxi přesnou teorií ozubení známý matematik M. Camus (kány - 1699 až 1768). Až do dnešního dne se v hodinářství používá odlišné ozubení než v ostatních strojírenských oborech. To se vysvětluje tím, že při miniaturnosti kol a pastorků má evolventní ozubení v některých případech nevyhovující výsledky.

O vhodnosti použitého profilu ozubení v hodinách a hodinkách rozhoduje především nutnost umístit ve velmi omezeném prostoru soukolí s poměrně velkým převodovým poměrem. To je možno splnit dvěma způsoby: buď zmenšením počtu zubů, aniž by se současně měnil převodový poměr, nebo zmenšení modulu. Nyní se používá např. pastorků s nejmenším počtem zubů 6 a nejmenším modulem 0,08.

Na hodinářské ozubení jsou kladeny dva základní požadavky:

- a) necitlivost proti poměrně velké výrobní nepřesnosti, zaviněné miniaturností součástí;
- b) vyloučení nepříznivých poměrů, vzniklých použitím pastorků s malým počtem zubů.

Tyto podmínky plní nyní nejlépe nejpoužívanější a nejrozšířenější ozubení švýcarské, zvané též ozubením podle NHS (normes de l'industrie horlogère Suisse). Švýcarská norma má již více než padesátiletou tradici.

Důvod proti používání evolventního ozubení spočívá v tom, že neplní druhý základní požadavek kladený na hodinářské ozubení. Vzhledem k malému počtu zubů pastorku a malým převodovým



zrychlením vykazuje totiž velmi špatnou okamžitou účinnost záběru (okamžitou účinností záběru rozumíme účinnost v libovolném okamžiku při záběru jediného páru zubů), která zavinuje velké ztráty energie a za zvlášť nepříznivých okolností dokonce samosvornost ozubení.

Dříve používaná cykloidní ozubení pracují správně opět jen při dodržení teoreticky vypočítaných osových vzdáleností. Tento požadavek je v rozporu s první základní podmínkou, kladenou na hodinářské ozubení. Při nedodržení osových vzdáleností, respektive při jejím zvětšení, nastává tzv. dopad. Při něm zůstává zub pastorku téměř v klidu, ve zvláštních případech se může pootočit i částečně zpět, což se pochopitelně projeví nepříznivě v celém mechanismu. V opačném případě (při zmenšené osové vzdálenosti) dochází k již popsané okamžité účinnosti ozubení.

Švýcarské ozubení NHS je zlepšené cykloidní ozubení. Úprava byla provedena v tom smyslu, že byly odstraněny právě popsané nedostatky cykloidního ozubení a byla zjednodušena výroba. Profil zubu kola a pastorku se od sebe liší. U kola tvoří bok profilu radiální přímka, hlavu profilu oblouk, jehož poloměr se nachází pod roztečnou kružnicí. Bod dotyku oblouku a radiální přímky se nachází rovněž pod roztečnou kružnicí. Patu zubu vytváří kružnice navazující na patní průměr kola a přímka tvořící boční profil dvou sousedních zubů.

U pastorku vytváří bok zubu rovněž radiální přímka. Hlavu profilu určuje oblouk, jehož poloměr je na roztečné kružnici. Místo styku oblouku s radiálními přímkami je pod roztečnou kružnicí, u osmizubého pastorku se již na roztečné kružnici prakticky nachází.

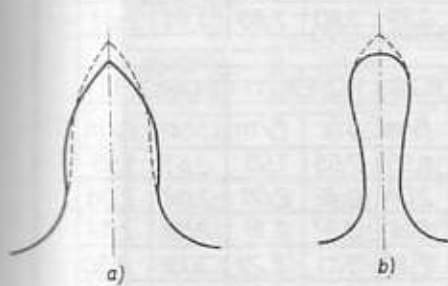
Z výrobního hlediska je zhotovení pastorku jednoduché. Provádí se dělicím způsobem, tzn. vždy zub po zubu se frézuje

mezizubní mezera. Ozubená kola se frézují převážně způsobem odvalovacím. Nevýhoda výroby spočívá v tom, že se musí pro každý nový počet zubů při stejném modulu používat zvláštní frézy s novým profilem, a to jak při dělicím, tak při odvalovacím způsobu výroby.

Můžeme shrnout: Ozubení je cykloidní s přímými (radiálními) boky zubů, tzv. přímé. Je zvláštním případem hypocykloidy (která patří mezi křivky zvané kotálnice), vytvořené odvalováním bodů kružnice po vnitřním obvodu jiné kružnice dvojnásobného poloměru.

Pokud jsou zuby epicykloidní (epicykloida je křivka vytvořená odvalováním bodů kružnice po vnějším obvodu druhé kružnice), jsou zpravidla nahrazovány kruhovými oblouky. Zuby pastorků (v případě, že pastorek je poháněn) jsou proti teoretické formě na hrotech zkráceny, aby se zkrátila záběrová křivka, a tím aby se odstranilo vcházející tření.

Tyto úpravy (korekce podle švýcarské normy NHS 56702 a 56703), jež jsou v hodinářství všeobecně používány, spočívají ve snížení hlavy zubu kola i pastorku a nahrazení cykloid kruhovými oblouky, jak je to znázorněno na obr. 58a, b.



Obr. 58 - Náhrada cykloid kruhovými oblouky

Tabulka I, str. 66 představuje normu NHS 56702 korigovaného epicykloidního ozubení hnacích i hnaných kol.

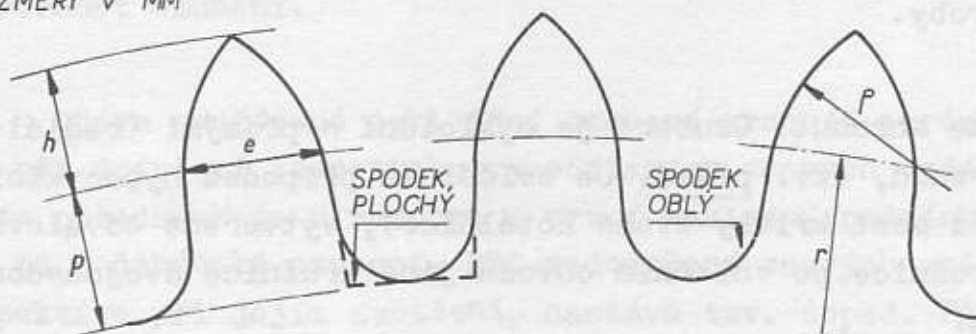
Tabulka II, str. 67 představuje normu NHS 56703 korigovaného epicykloidního ozubení hnacích i hnaných pastorků.

OZUBENÍ

EPICYKLOIDNÍ KOLA HNACÍ A HNANÁ - KORIGOVANÁ

NHS 56702

ROZMĚRY V MM



KOLA HNACÍ A HNANÁ (ZABÍRAJÍCÍ S PASTORKY NHS 56703)	
m = MODUL	t = ROZTEČ
POLOMĚR TVŮRÍCÍCH KRUŽNIC	$1/2 r = 1/2 r'$
TLOUŠŤKA ZUBU	$e = 1/2 t = 1,57m$
VÝŠKA PATY ZUBU	$p = \pi m/2 = 1,57m$
DVOJNÁSOBNÁ VÝŠKA HLAVY - TEORETICKÁ	$f \cdot m$ (f = TEORETICKÝ FAKTOR ÚMĚRNOSTI)
DVOJNÁSOBNÁ VÝŠKA HLAVY - KORIGOVANÁ	$2h = f \cdot c \cdot m$ ($f_e = 0,95 f$)
POLOMĚR KŘIVOSTI	$\rho = m \cdot 0,7f$
MODULY	VIZ LIST NHS 56701

z/z'	POMĚR 3		POMĚR 4		POMĚR 5		POMĚR 6		POMĚR 6,5		POMĚR 7		POMĚR 7,5	
z'	$f \cdot c$	ρ/m	$f \cdot c$	ρ/m	$f \cdot c$	ρ/m	$f \cdot c$	ρ/m	$f \cdot c$	ρ/m	$f \cdot c$	ρ/m	$f \cdot c$	ρ/m
6	2,52	1,85	2,56	1,88	2,58	1,90	2,60	1,92	2,61	1,92	2,62	1,93	2,62	1,93
7	2,67	1,97	2,72	2,00	2,75	2,02	2,76	2,04	-	-	2,78	2,05	-	-
8	2,80	2,06	2,86	2,11	2,90	2,13	2,92	2,15	2,93	2,16	2,94	2,16	2,94	2,17
9	2,93	2,16	2,99	2,20	3,02	2,23	3,05	2,25	-	-	3,07	2,26	-	-
10	3,05	2,25	3,11	2,29	3,14	2,32	3,17	2,34	3,18	2,35	3,19	2,35	3,20	2,36
12	3,25	2,39	3,32	2,45	3,36	2,48	3,40	2,51	3,41	2,51	3,42	2,52	3,43	2,53
14	3,44	2,53	3,51	2,59	3,56	2,62	3,60	2,65	3,61	2,66	3,62	2,67	3,63	2,67
15	3,52	2,60	3,60	2,65	3,65	2,69	3,69	2,72	-	-	3,71	2,74	-	-
16	3,60	2,65	3,69	2,72	3,73	2,75	3,78	2,79	3,79	2,79	3,80	2,80	3,81	2,81

z/z'	POMĚR 8		POMĚR 8,5		POMĚR 9		POMĚR 9,5		POMĚR 10		POMĚR 11		POMĚR 12	
z'	$f \cdot c$	ρ/m	$f \cdot c$	ρ/m	$f \cdot c$	ρ/m	$f \cdot c$	ρ/m	$f \cdot c$	ρ/m	$f \cdot c$	ρ/m	$f \cdot c$	ρ/m
6	2,63	1,94	2,63	1,94	2,63	1,94	2,64	1,95	2,64	1,95	2,65	1,95	2,65	1,95
7	2,79	2,06	-	-	2,80	2,06	-	-	2,81	2,07	2,82	2,08	2,82	2,08
8	2,94	2,17	2,95	2,18	2,95	2,18	2,96	2,18	2,96	2,18	2,97	2,19	2,97	2,19
9	3,09	2,27	-	-	3,10	2,28	-	-	3,11	2,29	3,11	2,29	3,12	2,30
10	3,21	2,37	3,22	2,37	3,22	2,37	3,23	2,38	3,23	2,38	3,24	2,39	3,24	2,39
12	3,44	2,53	3,45	2,54	3,45	2,54	3,46	2,55	3,47	2,55	3,47	2,55	3,48	2,56
14	3,64	2,68	3,65	2,69	3,66	2,69	3,67	2,70	3,67	2,70	3,68	2,71	3,68	2,71
15	3,74	2,76	-	-	3,75	2,76	-	-	3,77	2,78	3,78	2,79	3,80	2,80
16	3,82	2,81	3,83	2,82	3,84	2,83	3,85	2,83	3,86	2,84	3,86	2,84	3,87	2,85

POZNÁMKA: DOPORUČUJE SE SPODEK OBLÝ. RADIÁLNÍ BOK JE TEČNOU KRUHOVÉHO OBLUKU O POLOMĚRU ρ ; BOD DOTYKU LEŽÍ MÍRNĚ POD ROZTEČNOU KRUŽNICÍ.

NORMOVÁNO:

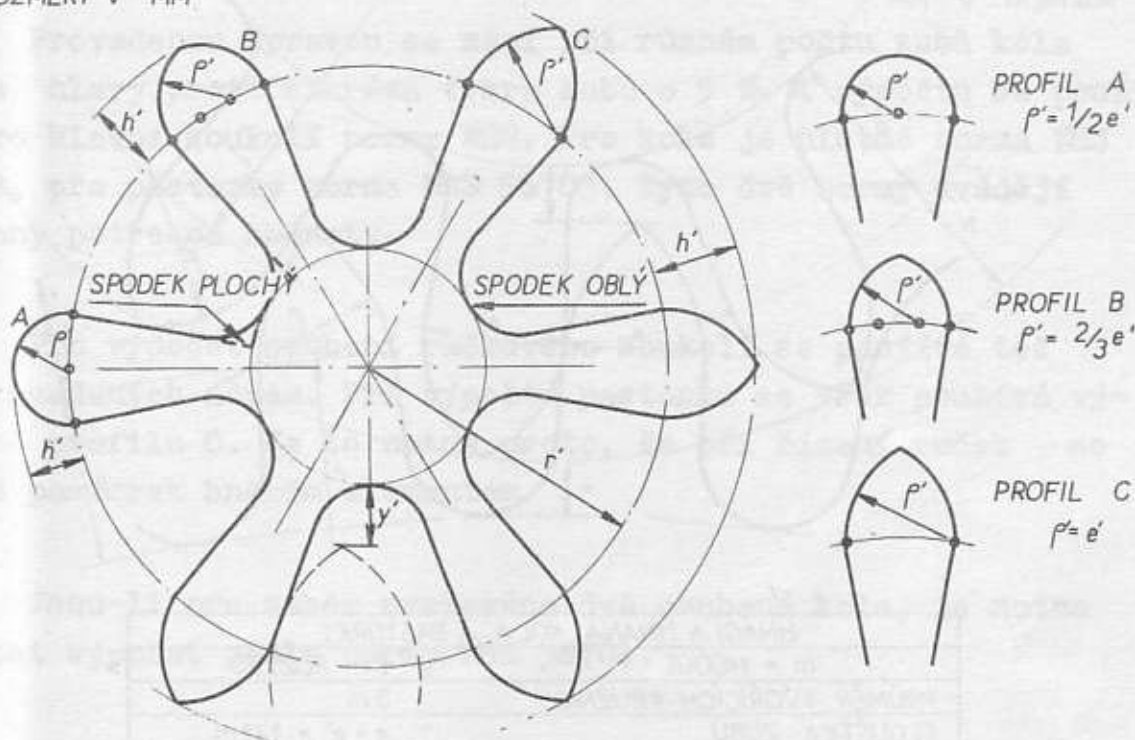
POZMĚNĚNO:

OZUBENÍ

EPICYKLOIDNÍ PASTORKY HANANÉ A HNACÍ, KORIGOVANÉ

NHS 56703

ROZMĚRY V MM



PASTORKY HANANÉ			
m = MODUL		t = ROZTEČ	
POČET ZUBŮ	z'	6 - 10 ZUBŮ	11 A VÍCE ZUBŮ
POLOMĚR TVOŘICÍ KRUŽNICE (PATY)		1/2 r'	
TLOUŠŤKA ZUBŮ	e'	1/3t = 1,05m	2/5t = 1,25m
BOČNÍ VŮLE		1/6t = 0,52m	1/10t = 0,31m
VRCHOLOVÁ VŮLE	v'	0,40m	
MODULY	m	VIZ LIST NHS 56701	
DVOJNÁSOBNÉ HODNOTY VÝŠKY HLAVY		2 h'	
PROFIL A OBLÝ		1,05m	1,25m
PROFIL B POLOŠPIČATÝ		1,34m	1,61m
PROFIL C ŠPIČATÝ		1,71m	2,10m
HODNOTY POLOMĚRU KŘIVOSTI		p'	
PROFIL A OBLÝ		0,525m	0,625m
PROFIL B POLOŠPIČATÝ		0,70m	0,82m
PROFIL C ŠPIČATÝ		1,05m	1,25m
PASTORKY HNACÍ (RUČKOVÉ ÚSTROJÍ) ŠÍŘKA ZUBŮ e' = 1,25m S PROFILEM C ŠPIČATÝM. ODPOVÍDAJÍCÍ EPICYKLOIDNÍ KOLA - VIZ LIST NHS 56702			

POZNÁMKA: DOPORUČUJE SE SPODEK OBLÝ. RADIÁLNÍ BOK JE TEČNOU KRUHOVÉMU OBLUKU O POLOMĚRU p' ; BOD DOTYKU LEŽÍ MÍRNĚ POD ROZTEČNOU KRUŽNICÍ.

NORMOVÁNO:

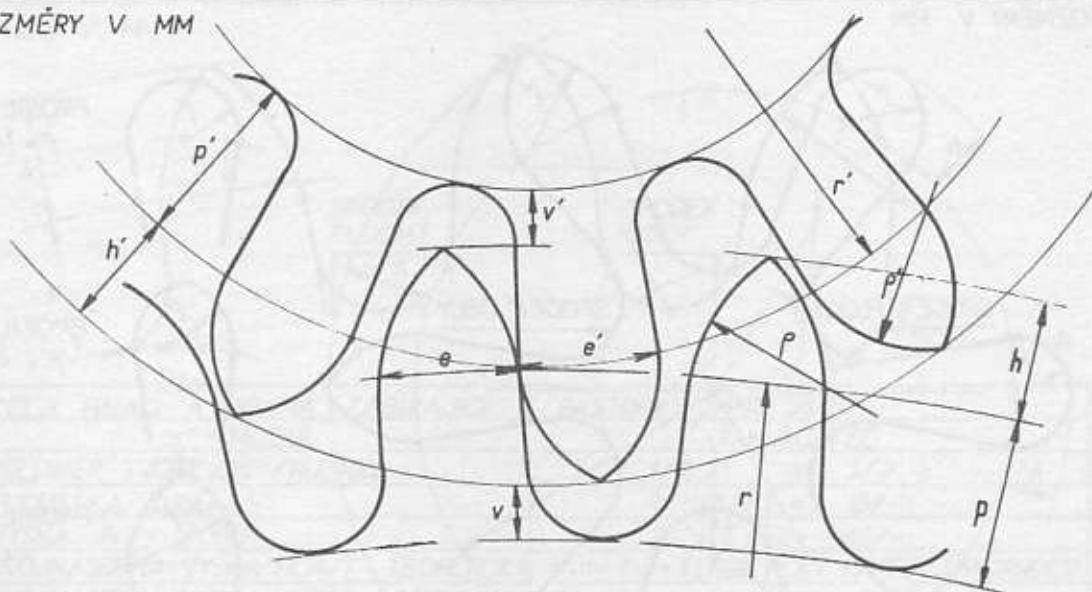
POZMĚNĚNO:

OZUBENÍ

ÚSTROJÍ NATAHOVACÍ A ŘÍDICÍ, KOLA A PASTORKY
EPICYKLOIDNÍ KORIGOVANÉ

NHS
56704

ROZMĚRY V MM



HNACÍ A HNANÁ KOLA A PASTORKY		
$m =$ MODUL	$t =$ ROZTEČ	
PRŮMĚR TVOŘÍCÍCH KRUŽNIC	3 m	
TLOUŠŤKA ZUBŮ	$e = e' = 1,41m$	
VÝŠKA PAT ZUBŮ	$p = p' = 1,75m$	
DVOJNÁSOBNÁ VÝŠKA HLAV ZUBŮ	$2h$ NEBO $2h' = f \cdot m$	
POLOMĚR KŘIVOSTI	f NEBO $f' = 0,8m$	
VŘCHOLOVÁ VŮLE	$v = p - h'$; $v' = p' - h$	
BOČNÍ VŮLE	$1/10 t = 0,31m$	
MODULY	VIZ LIST NHS 56701	
POČET ZUBŮ z NEBO z'	$f = \frac{2h}{m}$ NEBO $\frac{2h'}{m}$	$0,8f = \frac{f}{m}$ NEBO $\frac{f'}{m}$
8	2,32	1,85
9	2,34	1,87
10 - 11	2,38	1,90
12 - 13	2,40	1,92
14 - 16	2,44	1,95
17 - 20	2,48	1,98
21 - 25	2,52	2,01
26 - 34	2,54	2,03
35 - 54	2,58	2,06
55 - 134	2,62	2,09
135 - ∞	2,64	2,11

POZNÁMKY: OBLOUKY POLOMĚRŮ KŘIVOSTI f NEBO f' JSOU PRODLOUŽENY
POD ROZTEČNOU KRUŽNICÍ A NAVAZUJÍ TEČNĚ NA RADIÁLNÍ
BOKY. SPODEK ZUBU VYTVÁŘÍ KRUHOVÝ OBLOUK.
OBLOUKY e NEBO e' SE PRAKTICKY ROVNÁJÍ PŘÍSLUŠNÝM TĚTIVÁM.

NORMOVÁNO:

POZMĚNĚNO:

Tabulka III, str. 68 představuje normu NHS 56704 korigovaného epicykloidního ozubení kol a pastorků pro ústrojí natáhovací a řídicí.

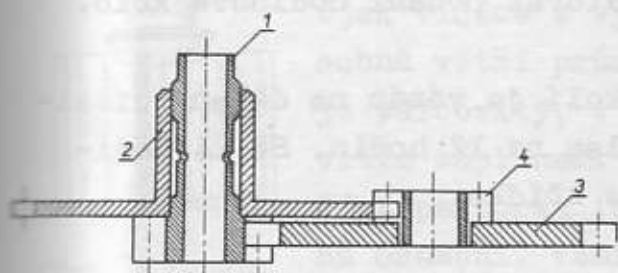
Provedenou úpravou se mění při různém počtu zubů kola výška hlavy proti starému tvaru zubu o 5 %. K výpočtu se používá pro hlavní soukolí normy NHS. Pro kola je platná norma NHS 56702, pro pastorky norma NHS 56703. Tyto dvě normy uvádějí všechny potřebné hodnoty.

Pro výpočet ozubení ručkového soukolí se používá též obou uvedených norem. Při výpočtu pastorku se však používá výhradně profilu C. Je to nutné proto, že při řízení ruček se stává pastorek hnacím elementem.

Jsou-li pro záběr uvažována dvě ozubená kola, je nutno provést výpočet podle normy NHS 56704.

10. RUČKOVÉ ÚSTROJÍ

Uspořádání ručkového soukolí

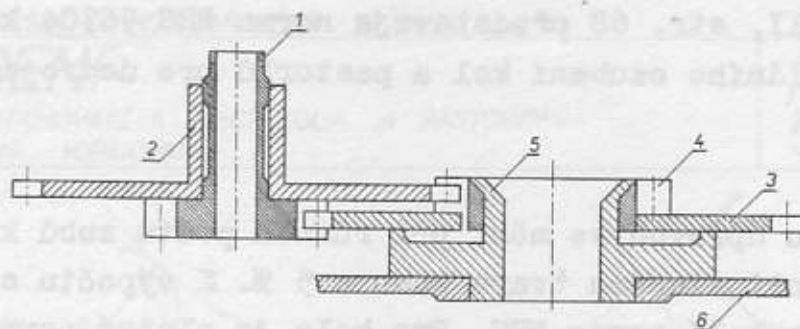


Obr. 59 - Běžné uspořádání ručkového soukolí

1 - ručkový pastorek; 2 - hodinové kolo; 3 - střídné kolo; 4 - střídný pastorek

U malých strojů se setkáváme se dvojím odlišným uspořádáním soukolí z hlediska převodu. Nejrozšířenější uspořádání je téměř shodné s ručkovým převodem velkých hodin (obr. 59).

Druhý způsob řešení, používaný pro stroj typu Roskopř, je na obr. 60.



Obr. 60 - Převodové soukolí systému ROSSKOPF

- 1 - ručkový pastorek; 2 - hodinové kolo;
 3 - střídne kolo; 4 - střídny pastorek;
 5 - třecí pouzdro

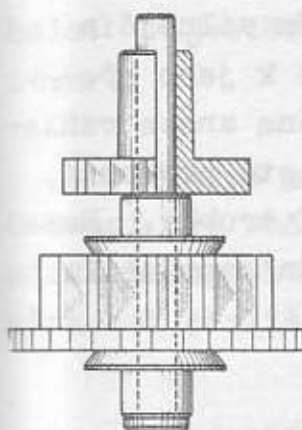
Vidíme, že rozdílnost obou provedení se netýká počtu kol, ale způsobu přenášení hnací síly od hlavního soukolí. V prvním případě je třecí spojka umístěna na pastorku minutovém, v druhém je umístěna spojka na víku perovníku. V prvním případě ručkový pastorek pohání střídne kolo a pastorek střídneho kola pohání kolo hodinové. Hnacím kolem je ručkový pastorek. Za jednu otáčku ručkového pastorku se hodinové kolo otočí o jednu dvanáctinu; jedná se tedy o převod do pomala.

V druhém případě, kdy je střídny pastorek s kolem umístěn na víku perovníku (utužení je provedeno třecím pouzdem), jsou hnacím kolem střídne kolo i střídny pastorek. Střídne kolo pohání ručkový pastorek a střídny pastorek pohání hodinové kolo.

Celkový převod ručkového soukolí je vázán na dělení číselníku. Číselník je téměř vždy rozdělen na 12 hodin. Se 24 hodinovým dělením se setkáme jen velice zřídka.

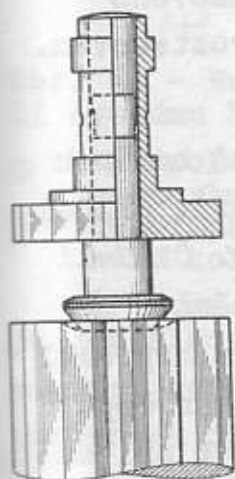
P ř e n o s o t á č í v é h o p o h y b u

Přenos otáčivého pohybu hlavního soukolí na ručkové je řešen různým provedením třecích spojek.



Obr. 61 - Utužení ručkového pastorku ručištěm

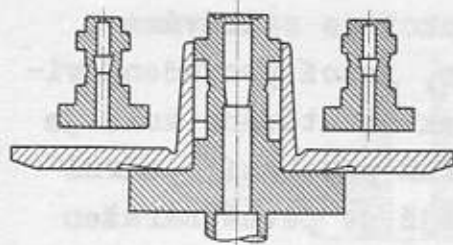
U starších konstrukcí se setkáváme s tzv. ručkovým hřídelem, jehož provedení vidíme na obr. 61. Pastorek minutového kola je provrtán. Válcovým otvorem prochází mírně kuželovitý hřídel, na nějž je pevně naražen ručkový pastorek. Na přečnívající část hřídele se naráží minutová ručka. Tlakem na stěnu válcového otvoru vyvíjí ručkový hřídel tření, které přenáší pohyb na ručkové soukolí. Oprava hřídele je často obtížná proto, že jeho kuželovitost je jen nepatrná a utužení ruček nesmí být ani násilné (mohlo by dojít k ulomení zubů při řízení ruček), ani nedostatečné. Nedostatečné utužení ruček znamená překážku přenosu síly ze soukolí; stroj pak jde, jeho ručky se však netočí. Ručkový pastorek musí tedy být naražen natolik ztuhla, aby nedocházelo k jeho prokluzování na hřídeli. Utužení se provádí jemným zdrsňením nebo vypilováním zářezu s mírným napružením spodní části.



Obr. 62 - Utužení ručkového pastorku pružnou stěnou pastorku

Moderní způsob přenosu síly na ručkové soukolí je zřejmý z obr. 62. Pastorek minutového kola není provrtán, má však prodloužený čep, který prochází deskou stroje. Na něm je nasazen ručkový pastorek, který dosedá přímo na osazení čepu (jak vidíme z vyobrazení), jenž má několikanásobně větší průměr proti čepům ostatních kol. Čep je válcovitý, v horní polovině opatřený kuželovitým zápichem. Do zápichu zasahuje přizpůsobená část pastorku (na obr. 63), který je tak tlačěn na osazení. Vzniklým třením se pohyb přenáší na ručkové soukolí.

Při opravě nasadíme ručkový pastorek na tříč, uchopíme ho do štípacích klíčů nebo štípací příručky v místech, kde má být tenká stěna prohnuta, a jemným uhozením kladívka pak úkon provedeme. Tříč vsouváme do pastorku



Obr. 63 - Provedení zá-
pichu pro utužení
ručkového pastorku

proto, aby při náhodném silnějším úhozu kladívka nedošlo k jeho přeštipnutí. Ztenčená stěna snese vzhledem klesvé pružnosti jisté prohnutí, aniž dojde k proražení trubky. Bez tohoto zásahu by se nám nepodařilo ručky utužit.

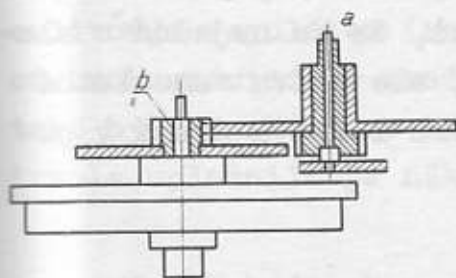
Častou závadu ručkového pastorku zavinuje rozšíření konce čepu minutového pastorku, na němž je ručkový pastorek nasazen. Při narážení minutové ručky dojde při silnějším úderu k roztemování hřídele, který pak nepatrně přečnívá přes pastorek. I když není takové roztemování při běžném pohledu vidět, přece při nasazování nebo vysouvání ručkového pastorku způsobí vyrovnaní utužující nerovnosti, takže se pastorek po nasazení otáčí volně. Tato chyba vede obvykle k nenapravitelnému poškození ručkového pastorku, neboť hodinář, který provádí utužení ruček, se domnívá, že úprava neprovedl dosti důrazně a opakuje ji tak dlouho, až pastorek zničí. Před každým nasazením ručkového pastorku se proto přesvědčíme, není-li snad hřídel roztemován.

Snímání ručkového pastorku je u některých druhů hodinek (kde je tvrdě kalený hřídel) značně obtížnou demontáží. Hřídel snese značné namáhání na tah, ale velmi malé na ohyb. Činí-li snímání potíže, je lépe sejmout nejdříve můstek, v němž je uložen druhý čep hřídele, aby měl hřídel větší vůli a nepraskl při náhodném menším vychýlení. Je samozřejmé, že průměr čepu hřídele musí být tak velký, aby ručkový pastorek neměl při nasazení vůli. Při utužování pastorku si někdy hodináři v nebezpečných případech pomáhají tím, že mezi stěnu a čep pastorku vloží tenkou žíní z kartáče. Oprava přeštipnutého pastorku je práce velmi náročná, podobně jako oprava ulomeného čepu minutového pastorku. Musí být vysoustružen nový pastorek s osazením, který se narazí do otvoru vyvrtaného v ozubené části. Stejná úprava musí být provedena i s pastorkem minutového

kola. Největší potíží činí přesnost vyvrtání tak dlouhého otvoru.

Některé konstrukce mají utužení přímo minutovou ručkou. Osazení pro ručku je podélně rozříznuté; jejím naražením se utuží pastorek k hřídeli. Provedení je sice jednoduché, není však ani příliš spolehlivé, ani výhodné.

U moderních konstrukcí nebývá ručkový pastorek provrtán tak, aby jím čep minutového pastorku procházel. Čep je o něco kratší, zakončen kuželem, a proto při nasazování ručkového pastorku nemůže dojít k jeho roztemování.



Obr. 64 - Ručkové soukolí systému ROSSKOPF

- a - sloupek ručkového pastorku;
- b - třecí pouzdro střídného kola

je jen hladce provrtán. Nesmí se na sloupku tísnit. Převodové poměry jsou zde jiné. Převod mezi střídným kolem a ručkovým pastorkem je do rychle, mezi střídným pastorkem a hodinovým kolem do pomala. Proto při výpočtu musíme vycházet z počtu otáček perovníku a ne (jako u běžného uspořádání) z otáček minutového pastorku.

Vezměme např. nejběžnější konstrukci, u níž perovník učiní 1/4 otáčky za 1 hodinu. Na 1 plnou otáčku perovníku proběhnou tedy 4 hodiny chodu. Z toho vidíme, že základní poměr je 1 : 4.

Ručkový pastorek, který nese minutovou ručku, musí provést 1 otáčku za 1 hodinu, zatímco perovník uskuteční jen 1/4 otáčky. Proto musí mít střídané kolo čtyřnásobný počet zubů než ručkový pastorek.

Pro hodinové kolo platí jiný převod, neboť je na něm nasazena hodinová ručka. Zatímco minutová ručka opíše celý kruh (360°), pootočí se hodinová ručka jen o 1/12. Dělíme-li touto dvanáctinou, dostaneme poměr pro pastorek a hodinové kolo:

$$\frac{1}{4} : \frac{1}{12} = \frac{12}{4} = \frac{3}{1}$$

Podle výpočtu musí mít hodinové kolo trojnásobný počet zubů než pastorek kola střídání. Můžeme tedy říci, že se nejedná o složený převod, jak tomu je u běžného typu, ale o dva samostatné převody, z nichž jeden je upraven v poměru 1 : 4 a druhý v poměru 3 : 1.

T v a r z u b ů r u č k o v é h o s o u k o l í

Při chodu stroje je kolem hnacím ručkový pastorek a poháněným kolo střídání, převod jde do pomalu. Při řízení ruček je však hnacím kolem kolo střídání a poháněným ručkový pastorek. Tato funkční záměna vede k jistým potížím a musí být brána v úvahu při řešení tvaru zubů (viz norma NHS, str. 68).

Výhodnější je proto řešení ručkového soukolí Rosskopf, kde kolo střídání je hnací jak při chodu stroje, tak i při řízení ruček. Ručkový pastorek je stále kolem hnaným.

II. KROKY HODINEK

V prvním ročníku jsme se seznámili s kroky velkých hodin. Tyto druhy kroků již dovedeme opravit. Víme, že krok je zařízení, které uvolňuje pravidelně zuby krokového kola a přenáší hnací sílu pera na regulátor. U dalších kroků, s nimiž se nyní seznámíme, platí plně zásada, že krok je tím lepší, čím méně ovlivňuje regulátor (setrvačku) při kyvu. Od úpravy a konstrukce kroku závisí do značné míry přesnost chodu stroje. Proto také bylo vyzkoušeno mnoho různých typů kroků, z nichž však se trvale uplatnilo je několik.

Kroky hodinek rozdělujeme na dvě skupiny:

- a) kroky k l i d o v é,
- b) kroky v o l n é.

Do první skupiny náleží dosud používaný krok válečkový. Používal se pro levnější druhy hodin. Vynalezl jej anglický hodinář Tomáš Tompion. Dříve byl značně rozřízen a v novější úpravě vyhovoval při menších nárocích na přesnost. Přesto se nyní od jeho výroby upouští.

Do druhé skupiny náleží krok kolíčkový, objeven Bedřichem Jiřím Rosskopffem pro výrobu levných druhů hodinek. Neliší se příliš od kolíčkového kroku budíků.

Nejvíce užívaný volný krok je krok švýcarský; tím se budeme zabývat podrobně.

V ý j i m e č n ě - a sice jen u starožitných hodinek - se setkáváme s krokem vřeténkovým, s jehož konstrukcí pro velké hodiny jsme se seznámili v prvním ročníku. Je to krok vratný. Dalším typem starožitných strojů je krok anglický. Vynalezl jej anglický hodinář Tomáš Mudge (modž). Je to krok volný, předchůdce kroku švýcarského. Speciálním krokem velmi přesných strojů byl do poslední doby krok chronometrový. Jeho vynálezcem je John Harrison (džón herisn). Vyskytuje se ve dvou provedeních: s přezmenem a s vahadlem. I přesnost těchto kroků včetně švýcarského je překonávána moderními konstrukcemi elektrických hodin. Různé kuriózní kroky (např. Robinův nebo turbilonový) mají již jen historickou cenu.

A. V Á L E Č K O V Ý K R O K

Z klidových kroků je válečkový jediný, s nímž se ještě při opravách setkáme.

P o z n á m k a

V původní sestavě, jak jej vynalezl kolem roku 1700 anglický hodinář Tomáš Tompion, zcela nevyhovoval. Tlustý a těžký váleček nesl velký setrvačnický. Masívní čepy se otáčely v mosazných ložiskách. Proto se nelze divit, že chod tohoto kroku byl velmi nepřesný. O jeho zdokonalení se zasloužil hlavně Jiří Graham (grám), který sám vynalezl krok pro kyvadlové hodiny, velmi podobný válečkovému kroku Tompionovu. Palety Grahamova kroku s krátkoramennou kotvou jsou ve skutečnosti výseče kruhového průřezu válečku, umístěné na ramenech kotvy. Přes všechny snahy o rozšíření byl válečkový krok stále odmítán jako nevyhovující. Trvalo plných sto let, než byl zdokonalen do podoby, jakou spatřujeme v dnešních hodinových strojích. Mezi zlepšovatele válečkového kroku patří nejznámější hodináři 18. století, jako Jodin (jodán), Berthou (bertú), Jürgensen (jirgn'sen), Tawan (tajv'n) a Henry Robert (ánri robér).

Válečkový krok je proti kotvovým krokům jednodušší, neboť má o jednu základní součást méně (chybí kotva). Nemůže však v přesnosti chodu s kotvovými (neodvislými) kroky konkurovat, neboť je krokem klidovým (trvale ovlivňuje kyvy setrvačky). Používal se proto jen pro levnější druhy hodinek.

I když je krok jednoduchý, vyžaduje při opravě aspoň základní zásobu náhradních dílů. Stroje s tímto krokem se již nevyrábějí. Vzhledem k nedostatku náhradních dílů je proto i každá oprava problematická. Dosud se však setkáváme s požadavkem zákazníků, opravit takový stroj jen proto, že jde o pomátku či starožitnost. Proto byla ponechána v textu i návodná část k opravě kroku a to od str. 80 až do str. 92, a sice jako nepovinné učivo.

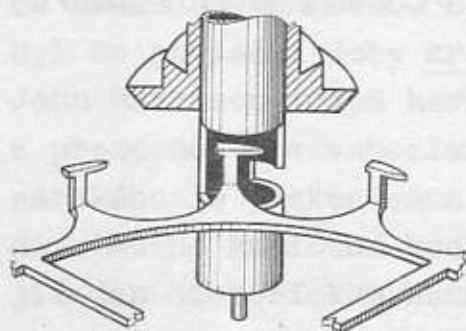
1. Části válečkového kroku

Celý krok sestává jen ze dvou základních součástí:

- a) z krokového kola,
- b) z válečku.

Krokové kolo je naraženo na posledním pastorku soukolí, který je v záběru s vteřinovým kolem. Je zhotoveno z kalené oceli a má obvykle 15 zubů. Výjimku tvoří jen miniaturní dámské stroje, u nichž se používá kola se 13 zuby. Plocha ozubení je s tělesem kola rovnoběžná. Plocha popudu se nachází na zubech kola. Hrot zubu je k vůli větší životnosti poněkud seříznut. U malých strojů je toto seříznutí sotva znatelné. Pata zubu je rovněž seříznuta v úhlu 16° . Mezi hrotem a patou zubu je plocha popudu, která nesmí být rovná, nýbrž mírně vypuklá. K vytvoření popudné plochy se používá zcela nepatrného zaoblení, provedeného poloměrem, který se rovná nejméně poloměru krokového kola.

Váleček je zhotoven rovněž z kalené oceli, na koncích zakalen na modro, na částech, kterými zabírá do krokového kola, na žluto. Na obou koncích jsou naraženy tampóny (spodní a horní), jež jsou opět ocelové. Část, kterou se vsazují do válečku, je podle běžných pravidel lícována. Část váleček přesahující je ukončena čepy. Spodní část válečku je proříznuta a tvoří tak průchod pro věnec kola. Nad průchodem pro věnec krokového kola je vlastní účinná část válečku s tvarovými popudnými plochami,



Obr. 65 - Sestava válečkového kroku v řezu

po nichž klouže zub při funkci popudu. Kruhová plocha uvnitř válečku je vnitřní plochou klidu, plocha na vnějším obvodu válečku představuje vnější plochu klidu. Setrvačnick není nasazen přímo na válečku, ale na mosazném náboji. Sestava kroku, krokového kola v záběru s válečkem a nábojem je patrna z obr. 65.

2. Funkce kroku

U válečkového kroku probíhají jen tři funkce: klid - popud - odpad.

Obě části válečkového kroku - kolo i váleček - provádějí otáčivé pohyby, a proto budeme hovořit o úhlech. U krokového kola to jsou dva úhly - úhel popudu a úhel odpadu. U válečku jsou to pohybový úhel, úhel výpustný a oblouky setrvačky.

1. K l i d

Hrot zubu krokového kola klouže po vnější ploše (obvodu válečku) nebo po vnitřní stěně válečku. Podle toho rozeznáváme klid vnější a vnitřní.

2. P o p u d

Natočením válečku opustil zub krokového kola plochu klidu a působení svou plochou na vstupní nebo výstupní "ret" válečku. Funkce rtu odpovídá funkci palety. Vzhledem k tomu, že provedení je odlišné a že se místo zvláštní součásti uplatňuje stěna válečku, vžil se i název ret, odvozený pravděpodobně od tvaru stěny válečku.

3. O d p a d

Po provedeném popudu odpadá zub patou od vstupního rtu a dopadá hrotem na vnitřní klid. Při vnějším odpadu, který probíhá na výstupním rtu, dopadá další zub na vnější plochu klidu. Váleček obkračuje půl zubní rozteče.

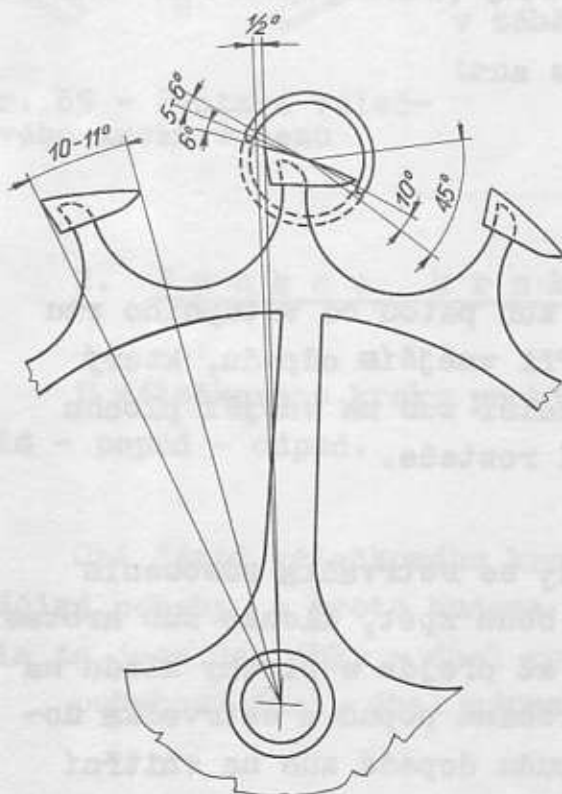
Vycházíme-li od okamžiku, kdy se setrvačka působením pružnosti vlásku vrací z krajního bodu zpět, klouže zub hrotem po vnější ploše klidu tak dlouho, až přejde s plochy klidu na plochu popudnou. V tom okamžiku probíhá popud a setrvačka dostává nový impuls. Po ukončení popudu dopadá zub na vnitřní plochu klidu a setrvačka probíhá výběhem do protilehlého krajního bodu kyvu. Napjatý vlásek jí zastaví, načež kýve zpět. Zatím klouže zub po vnitřní ploše klidu až do okamžiku, kdy přejde popudnou plochou na výstupní paletu, kde je setrvačce udělen další impuls v opačném smyslu. Zub proběhne vnějším

odpadem a další zub doseďne na vnější plochu klidu. Tento postup se neustále opakuje. Celkový výkyv setrvačky má úhlovou hodnotu 240 až 270°. Z toho více než 200° připadá na styk hrotu zubu s plochou klidu. Vzniká tak poměrně velké tření (váleček musí být dobře olejován) a trvalý vliv hnací síly na rozkyv setrvačky. Proto také se tu nemohou klást velké požadavky na přesnost chodu.

Nepovinné učivo

3. Úhly, jimiž funkce válečkového kroku probíhají

1. Popudný úhel



Úhel popudu je rozdělen na zub krokového kola a na paletu válečku (obr. 66). Popudný úhel na zubu kola činí 10 až 11°, úhel popudu vstupní palety 6° a palety výstupní 10°. Tyto hodnoty platí pro normální váleček.

Obr. 66 - Výlečkový krok, váleček a zuby kola

2. Úhel odpadu

Odpad zubu krokového kola má činit $1/2^\circ$. Často se však setkáme se sbroušenými zuby, kde je pak odpad větší. Při nesprávném průměru válečku, který má příliš tlusté stěny, bude odpad na každé paletě jiný. Na odpad má rovněž vliv i hloubka kroku (záběrová vzdálenost mezi kolem a válečkem).

3. Plný popudný úhel

Plný popudný úhel má velikost 40 až 45° . Můžeme jej zmenšovat i nesprávnou záběrovou vzdáleností, jak se dovíme později.

4. Úhel výpustný

Tento úhel činí 5 až 6° . Je současně místem, kam dopadá zub krokového kola při průběhu odpadu. Vzhledem k tomu, že úhel popudu má pro každou paletu jiné hodnoty, mění se i velikost úhlu klidu, pokud jej měříme od počátku vnější plochy klidu.

5. Výběhy setrvačky

Výběhy setrvačky nesmí být příliš velké, aby nedošlo k "zaskočení" zubu krokového kola za paletu válečku. Po odečtení plného popudného úhlu je jejich hodnota přibližně 200° . Aby nemohlo dojít k zvětšení výběhů, je obroučka setrvačky opatřena pojistným kolíkem. Ten omezuje její rozkyv tím, že při příliš velkém kyvu naráží na kolík v můstku, nebo u moderních strojů přímo na hřídel vteřinového kola.

V praxi se obvykle provádí měření úhlu jen odhadem, což nemůže být dost přesné, neboť průměr válečku přesahuje hodnotu 1 mm jen u velkých strojů. Zpravidla se pohybuje v rozmezí mezi 0,5 až 1,0 mm.

4. Seřizování a oprava válečkového kroku

Při seřizování a opravě kroku nejdříve vyšetříme nejsou-li můstky setrvačky ani krokového kola deformovány, popřípadě existující deformace opravíme. Krokové kolo se otáčí v horním můstku, opatřeném profrézovanou drážkou, aby mohly zuby dobře procházet. Tím je můstek značně ztenčen (někdy až na tloušťku 0,1 mm), a podléhá proto snadno poškození. Rovněž můstky setrvačky mohou být zahýbány pro menší výšku válečku nebo jednostranně deformovány (odehnuté), použil-li při dřívější opravě hodinář vyššího válečku. Nepříznivější situace nastává, stojí-li váleček mezi můstky nakřivo. Pak je třeba především zjistit, který můstek byl poškozen, a opravit chybu novým zácelem tak, aby nebyla porušena správná záběrová vzdálenost.

Při přezkoušení kroku je důležité, aby byla sesazena všechna kola mimo perovník v základní desce. Potom tlačíme na minutové kolo brslenem přibližně silou pera, přičemž vyzkoušíme snadno otáčení všech kol. Někteří hodináři používají k tomu účelu pružiny (ohnutý ocelový drát), jejíž jeden konec zasadí do otvoru po šroubku v desce a druhý opírají o minutové kolo, kterému svou pružností dodává potřebný tlak. Po vsazení setrvačky je třeba hned zjistit, probíhá-li setrvačnická hládce a volně mezi můstky. Před přišroubováním krycích kamenů přezkoušíme, mají-li čepy správnou délku a procházejí-li vrtaným kamenem. Ani nadměrně dlouhé čepy nejsou vhodné, neboť se lehce při otřesu stroje ohnou nebo zlomí. Prohlédneme také krycí kameny, a hlavně u ocelových se přesvědčíme, nejsou-li vychozeny. Všechny

vyjmenované předběžné opravy provádíme ihned. Dodatečná oprava provedená v době, kdy byl již krok seřizen, může změnit podmínky pro úpravu kroku v takovém měřítku, že ho musíme seřizovat znovu. Tím se práce prodlužuje a zbytečně komplikuje. Seřízení samotného kroku můžeme rozdělit na 4 základní operace:

1. průchod krokového kola válečkem (pasáž),
2. výpustný úhel klidu,
3. odpad (vůle zubů ve válečku i válečku mezi zuby),
4. výběh setrvačky (rozkyv).

Opravu provádíme vždy v uvedeném pořadí.

5. Průchod krokového kola

V případě, že přijde věnec kola do styku s horním nebo dolním výřezem, je průchod chybný. Sahá-li věnec kola až k hornímu výřezu, vrací váleček krokové kolo zpět, stroj se předchází a nelze jej vyregulovat. Zachytává-li o spodní část výřezu, ustává setrvačka v kývání. Než přistoupíme k opravě, přesvědčíme se o správnosti polohy setrvačnicku, zjistíme, bylo-li by možné jeho polohu změnit směrem nahoru nebo dolů a nebude-li při změně polohy zachycovat o můstek krokového kola nebo zámek vlásku. V případě, že nelze setrvačnickem pohybovat, musíme provést opravu na krokovém kole vystředěním vzhůru nebo dolů. Zachytává-li jen některý zub krokového kola, pak musíme zub srovnat a krokové kolo sestředit (zcentrovat).

P o z n á m k a

Plochý čekán se k vyrovnání nehodí, oblý se snadno smeká; nejvhodnější pro tuto práci je oblý čekán dutý. Jeho hrot má být asi dvakrát tlustší než paprsek krokového kola. Zjistíme nejdříve, v kterém směru krokové kolo hází a jak velká je jeho odchylka. Abychom si snáze zapamatovali paprsek, uvědomíme si,

že pouze jeden je postaven přímo proti zubu kola. Protilehlý stojí přesně uprostřed mezi dvěma zuby a ostatní dva vždy za zubem. Tím si usnadníme zapamatování paprsku, upadne-li nám kolo při vkládání na kovadlinku nebo na stůl. Vyrovnávání provádíme čekánem, na nějž udeříme lehce kladívkem. Je-li deformace jen malá, nasadíme čekán doprostřed paprsku. Čím větší je deformace, tím blíže k pastorku čekán nasazujeme. Kolo pokládáme samozřejmě na kovadlinku obráceně. Jednotlivé zuby vyrovnáváme tak, že krokové kolo položíme na kovadlinku, aby se zub nacházel až na samém jejím okraji. Abychom kolo nepoškodili, musíme tuto práci provádět velmi opatrně a s citem. Používají se i kovadlinky z liteřiny, která se velmi dobře hodí k tomuto účelu.

Musíme-li zvednout nebo snížit (podle toho, jak stojí krokové kolo v průchodu) věnec setrvačky, pak provedeme opravu posunutím válečku v náboji. Používáme k tomu kovadlinky s otvory a trubkový čekán buď vrtaný, nebo tampónový s osazením. Někdy lze úpravu uskutečnit i výškovým přesazením tampónu, zásadně však neprovádíme ohýbání můstků.

6. V ý p u s t n ý ú h e l k l i d u

Kontrolu správnosti úhlu klidu provádíme otáčením setrvačky z jedné krajní polohy do druhé. Zjistíme tak, ve kterých místech zub krokového kola odpadá a ve kterých dopadá. Soukolí musí přitom být pod tlakem pružiny.

P o z n á m k a

V praxi nám vzhledem k malým rozměrům válečku zpravidla nestačí pozorování hrotu zubu při dopadu na plochu klidu a odhad velikosti úhlu. Nepomůže nám ani silně zvětšující lupa, poněvadž jde o hodnoty příliš nepatrné. Stejných výsledků však lze dosáhnout při seřizování měření požadovaných hodnot obvodem setrvačnicku. U starších strojů je na obvodu obroučky označeno vyhloubení, které se při volném nasazení setrvačky (nesmí spolupůsobit tah pera) kryje se středním vyhloubením na základní desce stroje. Oba krajní body na desce stroje určují krajní polohy válečku v okamžicích dopady i odpadu. Vzdálenost mezi oběma krajními body má hodnotu 40° . Mohli bychom provést přesné seřízení i ostatních úhlů; tato praxe však selhává u značněji poškozených strojů. U nových strojů je úhel větší, kdežto u starých - již častěji opravovaných - výkyv nedobíhá. U nejnovějších strojů se bodová soustava nevyskytuje.

Odpadní body určuje jedině rozkvy válečku na obě strany, a ten závisí nejen na výpustném úhlu, ale i na velikosti zdvihu. Nemusí také být správné měnit vzdálenost záběru, nesouhlasí-li odpadní doby s rozkvy setrvačky. Úhel rozkvy setrvačky lze změnit úměrnou změnou rozměrů válečku (použitím válečku nesprávných rozměrů), jak poznáme dále. Teoreticky má být váleček otevřen tak, že se z jeho pláště odřízne výseň se středovým úhlem asi 164 až 160° , takže zůstává 196 až 200° . Vnější průměr válečku má odpovídat průměru krokového kola. Měření se provádí speciální měrkou, v níž je vyfrézován průměr krokového kola a současně vyvrtán i otvor odpovídající rozměru válečku. Pro 15zubá kroková kola můžeme určit vnější průměr válečku i odměřením mikrometrem. Měříme-li krokové kolo přes mezizubní mezeru (jedna čelist se dotýká dvou zubů, průměru kola v poměru $1 : 1,01$. Průměr válečku je přesně $13,5^\circ$ obvodu krokového kola. Volíme-li průměr krokového kola $1,00$, můžeme vypočítat součinitele pro snadné zjištění průměru válečku k odměřenému průměru krokového kola:

$$\text{součinitel} = \frac{1,00 \cdot 1,01 \cdot 3,14 \cdot 13,5^\circ}{360^\circ} = 0,119$$

Správný průměr válečku pak vypočítáme podle vzorce:

$$\text{průměr válečku} = \text{průměr kola} \cdot 0,119$$

P ř í k l a d

Při opravě stroje scházel váleček. Měření bylo zjištěn průměr kola $5,65$ mm. Jaký bude odpovídající průměr válečku?

$$\text{Průměr válečku} = 5,65 \cdot 0,119 = 0,67 \text{ (mm)}$$

Správný průměr válečku bude $0,67$ mm.

Tloušťka stěny válečku se rovná $1^\circ 20'$ (přibližně $1/10$ vnějšího průměru válečku). Velikost obroučky k průměru válečku je $16 : 1$. Malá a těžká setrvačka má vliv na nepřesnost chodu právě tak, jako lehká setrvačka o velkém průměru. U stroje, kde jsou tyto poměry dodrženy, hlavně mezi průměrem válečku a kolem, tloušťkou stěny i proříznutím válečku, můžeme přesněji stanovit správný úhel klidu. Základním pravidlem bude dosažení tak velké hloubky klidu, aby zuby krokového kola dopadaly vně i uvnitř vždy na plochu klidu. Teoretický klid musí však být jen tak velký, aby vůlí čepu v ložisku nenastalo dopadání hrotů zubů na zdvih válečku. Většími rozměry klidu se ztěžuje chod hodin a počáteční rozkvyváání setrvačky. U normálního válečku má být hodnota popudu na výstupní paletě 10° a u vstupní palety 6° (obr. 66). Místo, na něž dopadá hrot zubu krokového kola při

správně seřizené hloubce, leží odkloněno od počátku popudu o 6° a více. Nejmenší možný odklon je však 5° . Značný sklon výstupní palety válečku umožňuje, že při správném tvaru zubů krokového kola může činit tento úhel až 10° ; zub tedy může dopadat až ve dvojnásobné vzdálenosti minima. Zjišťování velikostí těchto úhlů pohledem na váleček a sledováním polohy hrotu zubu kola je ztíženo i tím, že palety válečku jsou zaoblené a není proto dobře rozeznatelné rozhraní (jako u švýcarského kroku) mezi plochami klidu a popudu.

Pro porovnání vezmeme větší hodiny 18", jejichž váleček má průměr 1,03 mm. Vzdálenost, v níž dopadá hrot zubu kola od popudu, činí zde 0,04 mm. Tak malé hodnoty nelze už ani pod lupou odhadovat. U stroje 10,5", kde má váleček \varnothing 0,76 mm, je hodnota úhlu klidu 0,035 mm. Musíme vědět, jak velký význam pro zvětšování nebo zmenšování tak nepatrných vzdáleností má nadměrná vůle čepu v ložisku. Určení hloubky klidu je velmi důležité pro správný chod stroje. Proto opravář, který jen odhaduje a usuzuje, provádí na hodinovém stroji riskantní experiment.

Přesněji stanovíme velikost klidu pomocí odpadních bodů, kterých nepoužijeme jako normy, ale jako porovnávacích znamének.

Pod můstek setrvačky vsuneme kousek papírku a otáčením setrvačky zjistíme, kdy zub krokového kola odpadne. Toto místo označíme. Nyní zase setrvačkou otáčíme pomalu a pozorně zpět. Přitom stroj stále leží na stojánku a my se nedíváme do válečku, ale shora dolů na krokové kolo a pozorujeme, kdy se pohne v klidu ležící zub krokového kola. To je okamžik, v němž přechází zub s plochy klidu na popudnou plochu válečku. Je-li úhel klidu správný, musí být mezi oběma polohami znatelná vzdálenost. Totéž provedeme na druhé ploše válečku a dostaneme tak dva krajní body odpadu (1,2). Rozdělením vzdálenosti mezi body 1 a 2 na 7 stejných dílů dostáváme dalších 6 bodů, které označíme na papírek např. ostřím šroubováčku. Rozdělíme je kvůli přesnosti takto:

1 2 3 4 a 5 6 7 8

Rozdělení je tak přesně stanoveno a lze uvést všeobecná pravidla. Když se po uvolnění zubu při zpětném pohybu setrvačky krokové kolo pohne v bodě 1 nebo 8, nebo mezi body 1 - 2 a 8 - 7, je krok mělký. Úhel klidu je správný, když pohyb krokového kola začíná u bodu 2 a 7. Když se při zpětném pohybu setrvačky pohne krokové kolo až v bodě 3 nebo 6, eventuálně ještě blíže k střednímu bodu, je krok hluboký.

Tímto způsobem jsme zjistili, je-li úhel klidu vyhovující, aniž bychom dále seřizovali pohybový úhel setrvačky na 40 nebo 45°. U stroje, u něhož není bodové označení pohybového úhlu setrvačky, se můžeme orientovat podle polohy kolíku na obvodu setrvačky. Zdánlivě stejně jako nesprávná hloubka záběru se projevuje i málo nebo příliš proříznutý váleček.

Můžeme shrnout:

1. Právě popsanou kontrolu úhlu klidu provádíme je tehdy, nestačí-li jednodušší postup.

2. Krok je hluboký jen v tom případě, jestliže zdvih na obou stranách začíná ve středu mezi vnějším a prostředním označením.

3. Krok je mělký, zůstane-li po odpadu krokové kolo při pootáčení válečkem zpět na obou stranách nejméně přes 4 dílky nehybně stát. Správnější je, zůstane-li v klidu raději déle.

4. Je-li některé minimum podle bodu 2 a 3 nedostatečné, musíme hloubku kroku upravit.

5. Tímto způsobem můžeme zjistit i to, je-li popud nebo klid na obou stranách stejný. Hlavní přednost postupu je v tom, že poměrně nepatrný obvod válečku zvětšíme obvodem věnce setrvačky natolik, že se pak jednotlivé úhly dají pohodlně určovat.

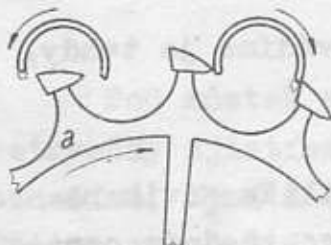
97-0291

Rozdělíme-li vzdálenost mezi body 1 a 2 na čtyři stejně velké dílky, představuje jeden dílek hodnotu 5° . Tyto čtyři dílky určíme mnohem snadněji než odměřování hodnoty např. 0,035 mm na obvodu válečku o průměru 0,76 mm.

7. V ů l e z u b ů

Po přezkoušení hloubky kroku nevyjímáme hned váleček, ale překontrolujeme vnější i vnitřní vůli zubů. Odpad zubů je sice zřejmý již při zkoušce hloubky kroku, bezpečnější je však provedení přesnější kontroly.

Na obr. 67 je část krokového kola v záběru s válečkem natočeným ve dvou polohách. Zub a právě odpadl od vstupní palety dovnitř válečku, který se otáčí ve směru šipky. Před zjišťováním vůle zubu ve válečku jím musíme nepatrně otočit zpět, aby vstupní paleta přesahovala patu zubu, což je názorně čarkovaně. Pootočení však nesmí být velké, jinak by při zkoušce hrot zubu dopadal již na popudnou plochu výstupní palety (místo na plochu kli-



Obr. 67 - Určování vůle zubů

Totéž platí i pro zkoušení vnějšího odpadu. Váleček musíme po odpadu natočit vpravo, a zase jen o malou hodnotu, aby hrot zubu nedosedal na popudnou plochu vstupní palety. Má-li být zkouška spolehlivá, musíme přezkoušet odpad všech zubů. Tím současně zkontrolujeme, jsou-li všechny zuby stejně dlouhé.

Při správném vnějším průměru a odpovídající tloušťce stěn bude vůle zubů (odpad) uvnitř i vně válečku stejná za předpokladu, že nebyla hloubka kroku porušena. Jsou-li odpady zubů vně a uvnitř válečku rozdílné, nevyhovuje tloušťka stěny válečku konstrukci stroje. Hroty zubů dělí při správné hloubce kroku

váleček na dvě stejně části. Je-li krok o něco hlubší, posune se zub více na tu stranu, kde jeho vůle ubývá, nebo se ve válečku tísni. Vnější vůle se však přitom zvětšuje. Je-li tedy při správné hloubce kroků vnitřní vůle o hodně menší než vnější, je váleček příliš malý, a je ho třeba vyměnit. Žádný jiný způsob opravy zde nikdy nevede k žádoucímu výsledku.

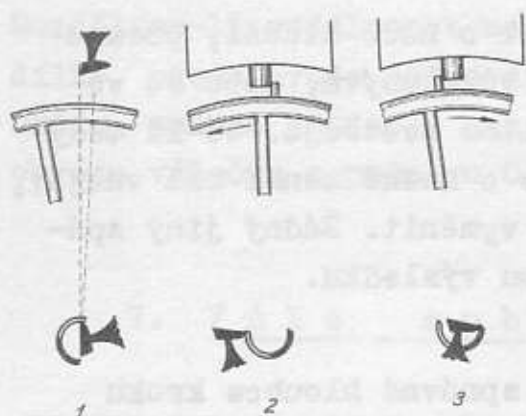
Je-li váleček větší (zub má při správné hloubce kroku velkou vnitřní a malou vnější vůli), můžeme nepatrným přibroušením zubů jeho chod zlepšit. Obrušování zubů však provádíme jen ve výjimečných případech, kdy máme záruku, že tím krokové kolo neničíme. Jinak váleček vyměníme. Při opravě kontrolujeme:

1. je-li volný i jinak vyhovující průchod, není-li krokové kolo posazeno vysoko nebo nízko;
2. je-li správná hloubka kroku (teoretický úhel klidu);
3. jaká je vnější i vnitřní vůle zubů;
4. jaký je odpad.

Pamatujeme-li při opravě vždy na všechny 4 právě uvedené body, jde práce rychle kupředu a krok je dobře seřízen.

8. V ý b ě h y (r o z k y v) s e t r v a č k y

Z hlediska rovnodobosti kyvů by bylo nejvýhodnější upravit rozkyv setrvačky na nejvyšší možnou hodnotu. Konstrukce kroku však takovou úpravu nedovoluje, neboť by při větším rozkyvu zub krokového kola zapadl do rozevřeného válečku (zaskočil za jeho stěnu) a další kývání setrvačky by tak bylo znemožněno. Aby se to nestalo, je opatřena obroučka na obvodu zarážecím kolíkem, který větší rozkyv setrvačky nedovoluje. Nejčastěji je kolík umístěn kolmo k paletám válečku.



Obr. 68 - Kontrola nastavení válečku

Musí zde zůstat ještě jistá hodnota plochy klidu, mezera mezi hrotem zubu a okrajem palety. Nemůžeme-li provést kontrolu pohledem do stroje, pootáčíme setrvačkou v obráceném směru a pozorujeme, nevzniká-li přitom odpor. Zjistíme-li ho i v nepatrné míře, pak nemůže být nastavení válečku vzhledem ke kolíku správné. Závadu odstraníme přesazením válečku. Je-li kolík natočen k válečku příliš vlevo, dochází k vrácení krokového kola zpět dříve, než kolík dosedne na zarážecí sloupek. I zde je třeba, aby po pootočení setrvačky do uvedené polohy zůstala mezi věncem a koncem zářezu ve válečku nepatrná mezera.

Nakonec musíme zjistit, není-li kolík příliš krátký nebo zarážecí sloupek nízký. V obou případech dochází k většímu rozkvyu setrvačky a hned potom k zastavení kroku.

Všechny závady, které jsme při prohlídce zjistili, si dobře zapamatujeme a po odborné teoretické přípravě je co nejlépe opravíme. Často můžeme jediným správným zásahem opravit i více chyb najednou. Dodržujeme však bezpodmínečně zásadu: "Nepoškodíme v hodinkách žádnou dobrou součást jen proto, abychom již poškozenou mohli při opravě upotřebit".

9. Opravy jednotlivých částí válečkového kroku

a) Ulomený čep válečku

Při této závadě vyrazíme tampón s ulomeným čepem a nasadíme nový. V případě, že nemáme v zásobě potřebný rozměr tampónu, lze menší průměr zdrsněním utužit. Zdrsnění se obvykle provádí pilníkem na měkčí podložce (z mosazi). Po nasazení tampónu upravíme osovou vůli a přešetíme čepy.

b) Ulomený zub krokového kola

Nelze-li opravu provést výměnou celého krokového kola, je možno poškozené kolo opravit tím, že na místo ulomeného zubu připájíme měkkou pájkou zub jiného krokového kola odpovídajících rozměrů. Celé kolo pak sestředíme tak, aby všechny zuby procházely výřezem ve válečku. Pájení musí být provedeno odborně, bez zahřátí kola a zubů.

c) Zlomený váleček

Zlomený váleček vyrazíme vrtaným čekánem. Nový váleček uchopíme do příručky ve výřezu a kolmo k ploše příručky nastavíme pojistný kolík setrvačnicku. Setrvačnick pak nasadíme a v kovadlince nasuneme čekánem váleček. U tvarových strojů malých náramkových hodinek nebývá zarážecí sloupek. Jeho funkci zastává hřídel vteřinového kola, který je postaven v určitém úhlu k výřezu válečku. Narážení válečku musí proto být u těchto strojů provedeno s ohledem na polohu hřídele vteřinového kola.

d) V y c h o z e n é z d v i ž n é p l o c h y v á l e č k u

Váleček je třeba vyměnit. Jen v případě, že taková možnost neexistuje, může se vycentrovat věnec krokového kola tak, aby zuby zabíraly níže - pod vychozenou částí. Jsou-li zuby krokového kola příliš dlouhé, brousíme je vždy na patě, nikdy ne na hrotu.

U dvoumístkových systémů se přesvědčíme, není-li spodní můstek vychýlen z osy (vyosen).

B. Z Á K L A D N Í D Í L Y V O L N Ý C H K O T V O V Ý C H K R O K Ů

Když v r. 1760 vynalezl Tomáš Mudge (madž) kotvový krok použitelný pro přenosné hodiny, zjednodušil vlastně jen spojení mezi vidlicí a setrvačkou. Krok však v této úpravě byl jen změněním kroku Grahamova a nevyhovoval, poněvadž u něho nebyla zajištěna poloha kotvičky. Jak uvádí Sladkovský, teprve v roce 1825 C. A. Leschot (lešo) v Ženevě přeměnil plochy klidu u kotvičky na plochy vtažné, čímž teprve se stal tento krok krokem v o l n ý m . Každý volný kotvový krok sestává ze tří hlavních částí:

1. krokové kolo,
2. kotva s vidlicí,
3. vodítko

1. K r o k o v é k o l o

Krokové kolo je naraženo na poslední pastorku soukolí. U kvalitnějších druhů hodinek se vyrábí z kalené oceli, u levnějších strojů (zvláště u typu Rosskopf) z horší oceli nebo z mosazi. Krokové kolo má být lehké, dokonale centrované a vyrobené co nejpřesněji. Kola jednotlivých kroků se od sebe liší hlavně tvarem zubů. Tři druhy krokových kol, s nimiž se v praxi setkáváme, náleží třem rozdílným typům volných kotvových kroků. Můžeme je rozdělit podle toho, nachází-li se popudná plocha :

- a) na kotvě,
- b) na zubu krokového kola,
- c) na kotvě i na zubu kola.



Obr. 69 - Krokové kolo anglické ho kroku

Na obr. 69 je tvar zubů anglického kroku, který se ještě vyskytuje u starých kapesních hodinek. Zuby jsou zahrocené s nepatrnou ploškou ($1/30t$). Charakteristikou anglického kroku je tedy krokové kolo se zahrocenými zuby a plochou popudu na paletě kotvy.



Obr. 70 - Krokové kolo kolíčkovo- vého kroku systému ROSSKOPF

Na obr. 70 je zub krokového kola kolíčkovo- vého kroku typu Rosskopf. S tímto tvarem zubů jsme se již setkali i u kolíčkovo- vého kroku budíkového. Víme tedy, že se zde plocha popudu nachází jen na zubu krokového kola, neboť popudná část na paletě (kolíku) je při charakterizování jednotlivých kroků zanedbatelná.

Na obr. 71 je tvar zubů švýcarského kroku; jsou zkosená, s poměrně širokou popudnou plochou ($3,5^\circ$). Charakteristikou švýcarského kroku je krokové kolo se zkosenými zuby a provedení popudné plochy je jak na paletě kotvy, tak i na zubu krokového kola.



Obr. 71 - Krokové kolo švýcarského kroku

Můžeme shrnout: U kroku anglického se nachází popudná plocha pouze na paletě kotvy, u kolíčkového jen na ploše krokového kola. U švýcarského kroku je rozložena na paletu kotvy i zub krokového kola.

U velmi kvalitních strojů je hřídel krokového kola uložen stejně jako hřídel setrvačky. Jeho axiální vůle je vymezena krycími kameny. Nejvyšší stroje mají pak v krycích kamelech uloženu i kotvu.

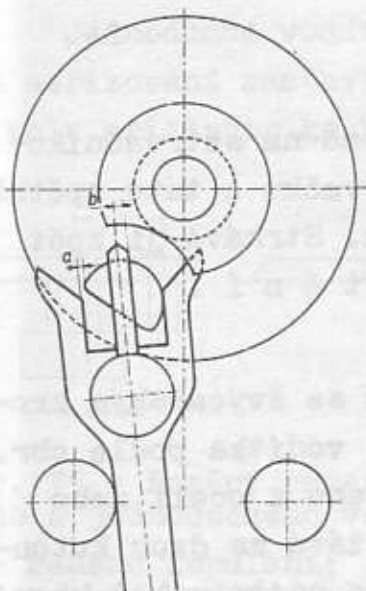
2. K o t v a s v i d l i c í

Kotva je provedena různě podle konstrukce a kvality hodin. Je buď z leštěné kalené ocele, nebo z ocele nekalené. Značně jsou rozšířené i kotvy vyrobené z mosazi nebo z jiných slitin. Bývá buď z jednoho kusu (kotva švýcarského kroku), nebo dělená (kotva anglického kroku). Hovoříme-li o celku, máme při pojmu "kotva" zpravidla na mysli kotvu s vidlicí.

Kotva je našroubována nebo naražena na hřídeli. Pokud jde o kotvu dělenou, je vždy sešroubována hřídelem. Zajištění polohy kotvy a vidlice je provedeno dvěma kolíky. Kotva má dvě ramena s vyfrézovanými drážkami, do nichž jsou vsazeny palety. U levných strojů jsou tyto palety ocelové, u lepších jsou zhotoveny z umělých rubínů nebo safírů. U kolíčkových kroků mají palety tvar ocelových kolíků.

V i d l i c e

Vidlice je rovněž zhotovena z ocele, mosazi nebo speciální slitiny. U moderních strojů se již nevyskytuje odděleně od kotvy, ale kotva i vidlice jsou vyfrézovány nebo vylisovány



Obr. 72 - Záběr vidlice s vodičkem

a - rúžková vůle;
b - vůle jazyka kotvy

z jediného kusu. Kotvy se vzhledově od sebe liší různým řešením tzv. "růžku", a to zhruba do pěti skupin. Základní tvar však zůstává týž. Charakteristika vidlice (obr. 72) je dána dvěma rúžky vykrouženými větším poloměrem, než opisuje popudný kámen, a mezi nimi je výřez pro průchod popudného kamene.

Buď ze spodní, nebo horní části vidlice (podle konstrukce stroje), rovnoběžně s výřezem a vidlicí, je upevněn jazyk kotvy, zasahující do vykroužení pojistného kotouče. Jazyk je buď jen ztuha zasunut do otvoru, nebo přinýtován, přišroubován i přímo vyfrézován v masívnější části vidlice.

Shrnutí: Kotva je buď vyfrézována z jediného kusu současně s vidlicí, nebo dělená. Nese palety (kameny nebo ocelové kolíky), které přenášejí sílu z krokového kola na vidlici a současně zahrazují zuby krokového kola, takže jeho otáčení je postupné. Vidlice sestává ze dvou rúžků, výřezu pro průchod popudného kamene a souběžně s ní je zachycen i jazyk kotvy. Kotvy se také dělí podle velikosti ramen na

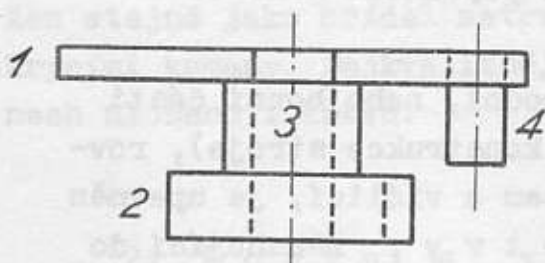
a) rovnoramenné (popudné plochy palet jsou od středu stejně daleko),

b) nerovnoramenné (záchytné plochy palet jsou od středu stejně daleko),

c) smíšené (je kompromisem mezi oběma předcházejícími, má nejmenší rušivý účinek na rovnodobost kyvů. Je nyní nejčastěji používána).

3. V o d í t k o

Vodítko náleží ke kroku, ale je umístěno na setrvačnickém hřídeli. Přenáší pohybový impuls na setrvačku a tato zpětně zase působí prostřednictvím vodítka na kotvu. Strhává ji zpět od dorazových kolíků, provádí **v y p u š t ě n í**.

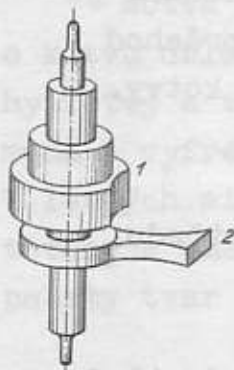


Obr. 73 - Vodítko švýcarského kroku

1 - popudný kotouč; 2 - pojistný kotouč; 3 - trubka;
4 - kámen

U strojů se švýcarským krokem je použito vodítka podle obr. 73. Je zhotoveno z oceli nebo z mosazi a sestává ze dvou kotoučů (popudného a pojistného), které jsou spojeny středem ve tvaru trubky. Popudný kotouč 1 nese popudný kámen 4. Pojistný kotouč 2 má na svém obvodu kruhový výřez, kterým při kyvu prochází jazyk kotvy.

Oba kotouče se vyskytují také odděleně. Moderní kolíčkové stroje mají popudný kámen nasazen přímo na spojovacím ramenu setrvačnicku. Starší stroje s kolíčkovým krokem řeší funkci pojistného kotoučku přímo tvarem hřídele setrvačky. Nejtlustší pojistné osazení hřídele 1 má zhotoven kruhový výřez pro průchod jazyku kotvy (obr. 74). Popudný kotouč dostal tvar označený číslem 2 (popudný palec); je zhotoven z mosazi a zprostředkovává spojení vidlice se setrvačkou.



Obr. 74 - Setrvační hřídel kroku ROSSKOPF

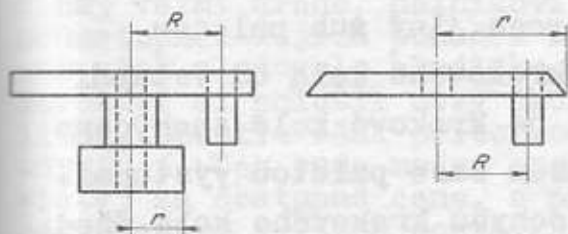
1 - pojistné osazení hřídele; 2 - popudný palec

U strojů s anglickým krokem je použito jednoduchého vodítka, které však zastává funkci vodítka dvojitého. Kotouč je na svém obvodu opatřen kruhovým výřezem a teprve za tímto výřezem je vsazen popudný kámen.

Funguje tedy vnějším obvodem jako kotouč pojistný a kamenem jako kotouč popudný.

97-0291

Jednoduché vodítko je nevýhodné proto, že stroj při zpětném seřizování zastaví, neboť jazyk kotvy je působením krokového kola přitlačen ke kotouči. Jestliže je u takových hodinek



Obr. 75 - Poměry ramen dvojitého a jednoduchého vodítka

R - rameno impulsní;
 r - rameno brzdící při styku vodítka s jazykem

seřizen krok nedokonale, je např. velký úhel záchytu, pak se stroj sám nerozejde. U strojů se dvojitým vodítkem nastane při zpětném řízení ruček tření jazyku kotvy na menším poloměru r (obr. 75), které nepřivodí úplné zastavení setrvačky. Pomine-li zpětný tlak, setrvačka začne uplatňovat plný výběh (rozkyv).

Popudný kámen se vyrábí z granátu, umělého safíru, rubínu, popřípadě ocele, což záleží na kvalitě hodinového stroje. I tvar popudných kamenů je různý. Nejčastěji se setkáváme s oválným nebo půlkruhovým, používají se však i trojhranné. Kámen je do kotoučku vtlačen a zašelakován.

Tři popsané základní díly jsou společné pro všechny volné kotvové kroky. V I. ročníku jsme se zabývali volným krokem budíkovým. Budíkový kolíčkový krok se podobá velice kolíčkovým krokům používaných u hodinek. Liší se obvykle jen úpravou vidlice a vodítka.

J e d n o t l i v é f u n k c e v o l n ý c h k o t v o v ý c h k r o k ů

- ZÁCHYT** Paleta kotvy je zakývnuta do dráhy zubů krokového kola, zub spočívá na paletě.
- POPUD** Zub krokového kola klouže po paletě a otáčí kotvou, jejíž vidlice přenáší prostřednictvím popudného kamene pohyb na setrvačku. Popud se odehrává současným působením

- a) zubu krokového kola na paletu,
b) vidlice na popudný kámen vodítka.
- ODPAD** Realizuje odpadní vůli a probíhá na každé paletě. Odpadá-li zub krokového kola od výstupní palety (vnější odpad), je zachycen jiný zub paletou vstupní. Odpadá-li zub krokového kola od vstupní palety (vnitřní odpad), je krokové kolo zachyceno ve svém pohybu jiným zubem zase paletou výstupní. Pokud hovoříme pouze o pohybu krokového kola před **ZÁCHYTEM**, nazýváme tento pohyb také dopadem.
- PŘITAŽENÍ** Představuje další část pohybu jedné z palet kotvy do dráhy zubů krokového kola. S tímto pohybem probíhá současně i překyv.
- PŘEKYV** Vidlice dosedne na dorazový kolík a druhá paleta kotvy se zase oddálí z dráhy zubů krokového kola, aby mohl nerušeně proběhnout odpad.
- VYPUŠTĚNÍ** Je to pracovní úkon setrvačky, při němž popudný kámen vodítka otáčí vidlici kotvy od dorazového kolíku zpět, a zub krokového kola přechází s plochy záchytné na popudnou.

C. K O L Í Č K O V Ý K R O K

Volný kolíčkový krok je značně rozšířen u levnějších strojů. Podle vzoru amerických budíků jej začal ve Švýcarsku vyrábět pro stroje prvních levných kapesních hodinek Jiří Bedřich Rosskopf.

P o z n á m k a

Výroba levných kapesních hodinek Jiřím Rosskopffem zaslouží si zmínku i z jiného, než ryze technického hlediska. Jejím cílem bylo vyrábět levné a spolehlivé hodinky pro nemajetné vrstvy a udržet při poměrně nízké ceně i jejich vyhovující kvalitu. Stroje měly v původním provedení o jedno kolečko v soukolí méně. Řízení ruček nebylo ovládáno soukolím, ale přímo posouváním prstem, nebo jemněji ručně vedenou pomůckou. Rosskopf

měl v úmyslu zhotovit hodinky lidové a pro lid, proto také místo stříbrného nebo zlatého pouzdra použil výrobně levné slitiny niklu. Způsobil tak převratnou změnu v hodinářství. Vlastnit hodinky bylo do té doby umožněno jen bohatým, protože jejich cena byla značně vysoká. Do té doby se vyráběly jen hodinky velmi drahé, dělníkovi nebo drobnému rolníkovi cenově nedostupné. Jejich pouzdra byla sice krásně umělecky zdobená, což však sledovalo hledisko spíše estetické než praktické. Rosskopf si položil nový úkol: vyrábět stroje technicky kvalitní, upustit však přitom ode všech zbytečností, jež hodinky zdražují. Tak bude možno produkovat hodinky pro široké lidové vrstvy za dostupné ceny, a přitom při rozšíření výroby umožněné rozsahem zvýšené poptávky docílit i zvýšení podnikatelských zisků.

V době, kdy Rosskopf žil, znamenala jeho myšlenka skutečnou revoluci v hodinářství a musel proto překonat značné potíže, než dosáhl svého cíle. Lidové hodinky měly jenom 75 součástí, což byl zatím nejmenší počet mezi všemi druhy tehdy vyráběných hodinek. Při výrobě byly zavedeny i nové formy práce, dosud v hodinářství neužívané, jako např. lisování součástí. Díky úsilí a vytrvalosti s jakou Rosskopf svůj cíl realizoval, staly se brzy jeho hodinky pověstné po celém světě. I nyní je ještě Roskopfův systém používán, třebaže byly stroje v některých podrobnostech zmodernizovány a upraveny pro požadavky dnešní výroby, módy a potřeb.

U "Roskopfek" je tak velký perovník, že přesahuje střed desek stroje. Tím docílil Rosskopf větší hnací sílu na zubech krokového kola. Současně mohl být perovník opatřen i vyšším počtem zubů a bylo možno v soukolí vynechat minutové kolo. Tak se využilo ještě dokonaleji hnací síly pera a pro stroj mohl být použit kolíčekový krok, který sice vyžaduje větší kinetickou energii, je však z hlediska výrobního jednodušší a mnohem levnější, než krok švýcarský.

Popudná plocha se nachází na zubu krokového kola jako u kolíčekového kroku budíkového. U tohoto kroku není pohyb kotvy ohraničen dorazovými kolíky jako u kroků dalších (anglického a švýcarského), neboť jejich funkci zastává věnec krokového kola. Hřídél setrvačnicku nahrazuje u starších strojů svým základním osazením pojistný kotouč. U moderních strojů se užívá vodítka. Krokové kolo má zpravidla 18 nebo 15 zubů. Celý krok bývá vyráběn i jako samostatná část stroje, kterou sesadíme přišroubováním k soukolí.

Kotvy se vyrábějí prostřihováním v několika tvarech tak, aby se umožnilo snadné seřízení jednotlivých funkcí. Hloubka kroku bývala u velkých strojů regulovatelná šroubkem, umístěným v rozříznuté desce stroje. V nynější době se již nepočítá s náročnými opravami jednotlivých součástí, ale s mnohem jednodušší výměnou náhradního dílu za poškozený. Oprava může tak být provedena kvalitněji, rychleji a levněji.

1. Průběh funkcí kolíčkového kroku

1. Z á c h y t

Záchytná plocha se nachází na zubu krokového kola (obr. 76) a je skloněna v úhlu 15 až 16° . Sklon záchytných ploch tvoří současně vtažný úhel, jímž je paleta kotvy (kolík) přitahována k věnci kola. Vidíme, že funkce záchyty a přitažení se odehrává na zubu krokového kola. Teoretický úhel záchyty má velikost polovičního úhlu, vytvořeného průměrem palety a sklonem záchytné plochy. Podle obrázku sestavy kroku tvoří úhel o velikosti 4° . Teoretický úhel záchyty je tedy 2° . Praktický úhel záchyty je o 1 až $1,5^\circ$ větší (podle konstrukce stroje).

2. P o p u ě

Popuď probíhá rovněž na zubu kola a je vytvářen šířkou zubu 6 až $6,5^\circ$ a sklonem popuďné plochy. Spilováním zubů měníme (zmenšujeme) velikost popuďu a předávaná energie se zmenšuje. Pohybový (popuďný) úhel vidlice činí 10° . Je určen popuďným úhlem krokového kola zvětšeným o úhel, kterým je dán průměr palet (kolíků).

3. O d p a d

Užijeme rozlišení na odpad a dopad. Teoretický odpad má hodnotu 1° , ale zvětší se o poloměr kolíku. Je poněkud menší než dopad, což působí úhel pohybu kotvy. Při kývání kotvy mění kolíky svou polohu v okruhu pohybového úhlu. Výstupní kolík se k zubu přibližuje, zatím co vstupní kolík se od něho vzdaluje.

4. P ř i t a ž e n í

Vtažný úhel je vytvářen na zubu sklonem záchytné plochy v úhlu 15 až 16° . Při opravě se velmi často vtažný úhel zvětšuje, což není zaviněno úmyslným zásahem opraváře. Plocha se otlačí nárazy kolíků a vzniká vyhloubení, které je třeba odstranit. Aby se nezmenšila popudná plocha, provede hodinář opravu spilováním plochy záchyty šikmo k věnci kola, čímž zvětší vtažný úhel a zhorší vypuštění. Zadní stěna zubů je zkosena přibližně v úhlu asi 8° . I zde však záleží na konstrukci stroje. Například u některých moderních kolíčkových kroků bylo od sklonu zadní stěny zubu upuštěno a vtažný úhel zmenšen až na 8° .

5. P ř e k y v

Působením vtažného úhlu probíhá i odchýlení vidlice. Protože zuby krokového kola nemusí být příliš hluboké, není použito dorazových kolíků a ohraničení pohybu vidlice zprostředkuje věnec krokového kola. U tohoto kroku může dojít k zmenšování nebo zvětšování záběrové vzdálenosti mezi kotvou a krokovým kolem, zvláště u levných strojů. Zmenšuje-li se záběrová vzdálenost, zmenšuje se také úhel překyvu vidlice. Při zvětšení záběrové vzdálenosti se zvětšuje současně i překyv a zhoršuje průběh vypuštění. Provádí se tím (převedeno na švýcarský krok) odchýlování dorazových kolíků.

6. V y p u š t ě n í

U kolíčkového kroku typu Rosskopf činí popudný úhel setrvačky 38 až 40°. Vypuštění probíhá jako u kroku švýcarského, ať už je jako popudného činitele použito kamene nebo popudného palce. Stejně se projevují i závady velké vůle ve výřezu vidlice, drsnost ploch a ostatní ukazatelé.

2. O p r a v y k o l í č k o v é h o k r o k u

Při opravě bereme v úvahu všechny funkce kroku a jejich závady. Protože se jedná o levný druh stroje, méně kvalitní materiál a větší síly, dochází i k silnějším nárazům při jednotlivých funkcích, které zavinují značnější vychození stroje. Musíme proto věnovat zvýšenou pozornost hlavně dále uvedeným místům:

- a) V y c h o z e n ý b o k z u b u k r o k o v é h o k o l a , p o š k o z e n á z á c h y t n á p l o c h a

Otlačení způsobené dopadáním kolíků zhoršuje průběh vypuštění a musí být opraveno. Poněvadž je plocha záchytná současně i plochou vtažnou, má být dokonale vyleštěna. Oprava se musí provádět především napěchováním materiálu do původní polohy a teprve potom jeho zarovnáním a vyleštěním. Běžně prováděným zpilováním zvětšíme buď vtažný úhel na nepřipustnou hodnotu, nebo zmenšíme úhel popudu (zúžením šířky zubu).

- b) V y c h o z e n ý k o l í k k o t v y (p a l e t a)

Uvážíme-li, že krokové kolo má 18 zubů a kolíky jsou jen dva, je každý kolík devětkrát více odírán smykem než zuby. Proto

se u každé opravy přesvědčíme, nejsou-li kolíky vychozené. Je-li tomu tak, nahradíme je novými, pečlivě vyleštěnými. Přitom dbáme hlavně na to, aby nové kolíky neměly větší průměr než původní.

c) D e f o r m o v a n á r a m e n a k o t v y

Zvláště u tvarových kotev musíme přezkoušet, není-li porušeno správné rozevření kotvy a osová vzdálenost vyhnutím ramének. Chybu zjistíme podle nestejného odpadu na vstupní a výstupní straně. Oprava vyžaduje značnou opravářskou zručnost a dokonalou znalost teorie kroku.

d) P o š k o z e n ý j a z y k k o t v y

Nejčastěji se setkáváme s jazykem ohnutým (pokud je proveden jen z drátu) - buď doleva, nebo doprava od výřezu vidlice. Ohnutí jazyka působí nestejnou vůli mezi růžky a vodítkem v porovnání s vůlí jazyka. Závadu odstraníme narovnáním. Krátký jazyk vyměníme.

e) D r s n ý n e b o n e s p r á v n ě p r o v e - d e n ý p o j i s t n ý k o t o u ě

(Základní osazení na setrvačnickovém hřídeli.) Výřez můžeme upravit pilováním. Při malém průměru se musí hřídel setrvačky vyměnit. Jeho plochy mají být dobře vyleštěny. Základní osazení se nemá olejovat; chod stroje sice ukazuje zpočátku určité zlepšení (hlavně v rozkyvu setrvačky), olej však brzy zhoustne a lepí jazyk kotvy, v důsledku čehož se chod stává čím dál nepravidelnějším.

f) H á z e n í k o t v y n e b o k r o k o v é h o k o l a

Kotva nebo krokové kolo jsou naražena na hřídeli křivě ("hází"). U kotvy není tato chyba po úpravě funkcí tak vážná. Krokové kolo však musíme obvykle vyměnit. Opravu lze provést vysoustružením většího otvoru pro hřídel. Do kola pak vsadíme vložku, kterou provrtáme otvor průměru hřídele přesně středem a kolmo k rovině kola.

g) O h n u t á v i d l i c e

Oprava se provede snadno narovnáním vidlice do původní polohy.

O kolíčkovém kroku můžeme tvrdit, že plně vyhovuje při menších nárocích na přesnost. Při opravě je však často náročnější, než přesnější krok švýcarský. Popis uvedených funkcí kolíčkového kroku přeneseme nyní na krok švýcarský v ještě detailnějším rozboru.

D. Š V Ý C A R S K Ý K R O K

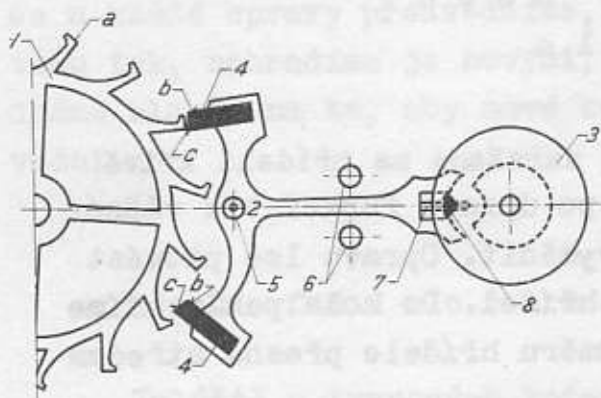
Jednotlivé funkce švýcarského kroku si rozdělíme na dvě skupiny:

1. Krokové kolo ve spojení s kotvou vykonává :

záchyt - popud - odpad - přitažení

2. Vidlice s vodítkem navazuje na úkony krokového kola s kotvou a vykonává:

vypuštění - popud - překyv



Obr. 77 - Švýcarský krok

kladně stroje, popřípadě jsou v ní přímo vyfrézovány drážky pro ohraničení pohybu.

Při chodu stroje probíhají jednotlivé funkce v tomto pořadí: 1. záchyty; 2. vypuštění; 3. současný popud kotvy i vodítka; 4. odpad; 5. současné přitažení a překyv.

Pohyby kotvy jsou ohraničeny dvěma dorazovými kolíky (obr. 77) zasazenými v zá-

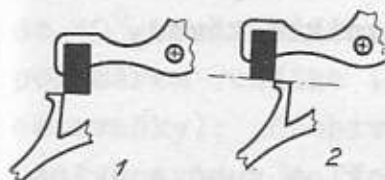
J e d n o t l i v é f u n k c e k r o k u

Při popisu jednotlivých funkcí švýcarského kroku musíme vycházet ze základní polohy krokového kola, kotvy a vodítka. Tato poloha je patrná z obr. 77. Zub krokového kola se nachází na popudné ploše palety kotvy, vidlice je uprostřed dorazových kolíků a popudný kámen ve výřezu vidlice. Ze zkušeností získaných s předchozím kolíčkovým krokem víme, že tato poloha představuje okamžik, v němž je setrvačce udílen impuls. Dodáme-li krokovému kolu potřebné množství energie natažením pera, bude zub kola působit na nakloněnou rovinu palety, po níž sklouzne. Tím způsobí vyklonění kotvy s vidlicí o určitý úhel a současně i vodítka se setrvačkou. Tak je udílen setrvačce impuls (popud) k vykývnutí a stroj se uvádí do chodu. Správně seřízený krok musí takto reagovat, a již po několika otáčkách korunky se sám rozběhnout.

1. P o p u d

Vrátíme-li se zpět k okamžiku, kdy zub krokového kola leží na popudné ploše palety (např. vstupní), nazýváme právě probíhající funkci popud.

97-0291



Obr. 78 - Průběh popudu

- 1 - počáteční;
2 - ukončení

Na obr. 78 jsou nakresleny dvě polohy zubu krokového kola. Levý obrázek (1) udává polohu krokového kola v okamžiku, kdy popud začíná, kdy se hrot zubu dotýká popudné plochy palety. Pravý obrázek (2) představuje polohu zubu v okamžiku dokončení popudu. Pata zubu ukončila styk s popudnou plochou palety.

Popud probíhá tak dlouho, pokud je zub krokového kola ve styku s paletou. Poněvadž se pohyb krokového kola děje po kružnici, uvádíme všechny hodnoty ve stupních. Získáme tak jednotné údaje pro různě velké stroje a velikost úhlů se nemění. V praxi však působí potíže změřit přesně úhel a provést kontrolu, jsou-li předepsané hodnoty zachovány. U švýcarského kroku je popud rozdělen na paletu kotvy a zub krokového kola. Šířka zubu k šířce palety je v poměru 1 : 2. Všeobecně používaná hodnota úhlu popudu pro kolo s 15 zuby činí $10,5^\circ$. Rozdělením v daném poměru připadá na zub $3,5^\circ$ a pro paletu 7° . Po vykonaném popudu opouští zub paletu, o d p a d á. Úhel odpadu má doporučenou střední hodnotu $1,5^\circ$. Výpočtem z počtu zubů krokového kola vychází rozdělení

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

Při každém kyvu postoupí krokové kolo kupředu o polovinu \underline{t} , tedy o 12° . Odečteme-li úhel odpadu $1,5^\circ$, dostaneme $10,5^\circ$ pro úhel činné dráhy zubu a palety.

Na velikosti popudu je závislá energie impulsu předaného setrvačce, a tím i udržení stroje v chodu. Je zřejmé, že obrusování pat zubů pro zlepšení chodu stroje je naprosto chybné, protože zmenšuje popud. Stejnou chybu může zavinit i výměna palety za užší. Popud je dán konstrukcí stroje a opravář zde

proto nemůže provádět žádná zlepšení, pokud vzniklé závady nebyly zaviněny dřívějším neodborným zásahem.

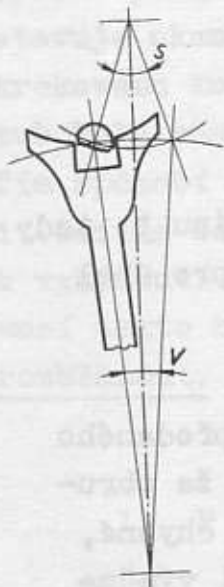
Na správný průběh popudu má vliv ještě sklon zubů a sklon popudné plochy palety. Při správném sklonu těchto popudných ploch klouže nejprve hrot zubu po celé ploše palety až k odpadu,



a potom teprve sklouzne i pata zubu. V okamžiku odpadu jsou obě plochy v jedné rovině. Měření popudného úhlu zubu i palety je na obr. 79. Po vykonání popudu odpadne zub od palety, načez zub nacházející se před druhou paletou dosedne na plochu záchyty této palety. Současně s popudem probíhá i popud setrvačky. Zatímco je působením zubu krokového kola kotva uváděna do pohybu, je i setrvačka vykláněna

Obr. 79 - Úhel z původní polohy prostřednictvím vodítka, na popudu zubu a palety jehož popudný kámen působí vidlice.

2. Popud setrvačky



Popud setrvačky probíhá od okamžiku, kdy plocha výřezu vidlice začne působit na popudný kámen vodítka a trvá až do ukončení styku, kdy setrvačka vykývne z působivé dráhy vidlice. Při styku popudného kamene s vidlicí probíhají dva úhly naznačené na obr. 80. Úhel V je popudným úhlem vidlice, úhel S popudným úhlem setrvačky.

Popudný úhel vidlice má u všech kalibrů stejnou hodnotu 10° . Popudný úhel setrvačky je různý podle jakosti stroje a pohybuje se od 32

Obr. 80 - Popudný úhel vidlice a setrvačky

S - popudný úhel setrvačky;
 V - popudný úhel vidlice

do 40° . Velikost popudného úhlu setrvačky se určuje působivým poloměrem vodítka (vzdáleností popudného kamene od středu (osy) setrvačky); působivý poloměr vodítka určují silové poměry přenášené kotvou. Je třeba si uvědomit, že tyto poměry jsou dosti složité a že mezi sebou vzájemně souvisejí. Principiálně si můžeme představit rameno kotvy jako rameno síly a rameno vidlice jako rameno břemena. Jsou-li dány konstrukcí stroje nejpříznivější poměry mezi oběma rameny, pak jakákoli jejich změna musí vždy působit jen nepříznivě. Tak třeba použije-li hodinář při opravě stroje vodítka s menším působivým poloměrem a vidlici prodlouží vyklepáním, poruší závazné poměry a místo opravy stroj pokazí.

Impuls se zmenší také, je-li průměr popudného kamene malý a musí-li vidlice vykonat ztrátový pohyb, než dosedne plochou výřezu na popudný kámen. Takový vadný kámen se musí vždy vyměnit, neboť kromě ztráty hnací síly působí zvětšenými nárazy i vyhlodání plochy výřezu ve vidlici. Vychozenou plochu výřezu ve vidlici musíme rovněž opravit tak, aby se přitom rozměr výřezu nezvětšil. Při opravě stroje obvykle vždy obě plochy výřezu důkladně vyčistíme a vyleštíme. Správná velikost popudného kamene se pohybuje v hodnotě poloviny popudného úhlu vidlice nebo $1/6$ až $1/7$ průměru kotouče. Výřez ve vidlici má být právě tak široký, aby se v něm popudný kámen netísnil. Větší vůle je vždy závadná.

Jazyk kotvy se při popudu žádného úkonu neúčastní. Jeho rozměr (délka) je určen funkcí a váže se přímo na průměr pojistného kotouče. Délku jazyka upravíme tak, aby měl na obou stranách pojistného kotouče správnou vůli, když setrvačka vykonává tzv. výběh (překyv). Při opravě stroje přezkoušíme v ř á d y správnost délky jazyka kotvy. Příliš krátký umožňuje při otřesu překývnutí kotvy na opačnou stranu, čímž se zarazí průběh dalších funkcí a stroj zůstane stát. Tuto chybu nazývají hodináři zaskočení vidlice. Může k ní dojít i při nesprávném výškovém nastavení vodítka nebo jazyku. Růžky vidlice mohou

mít vnější tvar různý; jejich provedení ovlivňuje jen vkus konstruktéra, neboť nemají vliv na chod stroje. Délka růžku vidlice se řídí velikostí vodítka: čím je vodítko větší, tím kratší mohou být tyto růžky a naopak. U jednoduchého vodítka, nebo kde má dostatečně velký průměr, jsou růžky zbytečné. Po skončeném popudu se otáčí setrvačka výběhem dále, již nezávisle na kroku. Hned po ukončeném popudu nedosedá ještě rameno vidlice na dorazový kolík, ale zub krokového kola opouští plochu palety a odpadá.

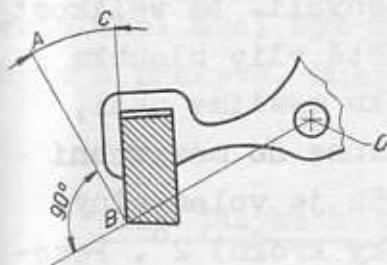
3. O d p a d

Úhlem odpadu proběhne krokové kolo hned, jakmile zub, tj. pata zubu opustila popudnou plochu palety. U každé palety probíhá odpad vnější (dopad zubu na záchytnou plochu vstupní palety a jeho odpad od palety výstupní) a odpad vnitřní (odpad zubu od vstupní palety a jeho odpad na paletu výstupní). Úhel odpadu má běžnou hodnotu $1,5^\circ$. U velmi přesných strojů může být i menší, u levných strojů bývá naopak větší, neboť nepřesnosti dělení krokového kola a uložení hřídelů jsou zde větší. Na velikosti úhlu odpadu má vliv zpětný chod kola při vypuštění. Úhel odpadu krokového kola představuje nezbytnou vůli mezi zuby kola a paletami kotvy. Z hlediska zužitkování hnací síly pera je tento pohyb kola pohybem ztrátovým. Při opravě je důležité upravit krok tak, aby vnější i vnitřní odpad měly na obou paletách stejné hodnoty. Jakmile zub krokového kola dopadne na záchytnou plochu palety, probíhá další funkce mezi zubem a paletou projevující se současně i pohybem vidlice směrem k dorazovému kolíku. Opět se zde setkáváme se současným průběhem dvou funkcí. Přitažení probíhá mezi zubem kola a paletou, překyv mezi vidlicí a dorazovým kolíkem.

4. P ř i t a ž e n í

V okamžiku vnitřního odpadu dopadá zub krokového kola na záchytnou plochu výstupní palety. Vidlice je po ukončeném impulsu vychýlena vpravo. Kdyby zub krokového kola nacházející se na záchytné ploše vlivem působení ložiskové vůle hřídelů sklouzl na popudnou plochu, přilehl by jazyk kotvy na pojistné vodítko a setrvačka by se přestala otáčet.

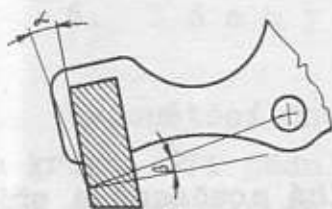
Toto slabé místo mezi zubem a paletou se odstraňuje funkcí, kterou nazýváme přitažení. To musí proběhnout silou, která je vyvolána tlakem zubu na záchytnou plochu palety. Proto musí být tato plocha skloněna v určitém úhlu, aby po dopadu zubu krokového kola na záchytnou plochu byla kotva přitažena a vidlice aby dosedla ramenem až k dorazovému kolíku. Tlakem soukolí drží potom zub kotvu vtažným úhlem v poloze vymezené dorazovým kolíkem.



Obr. 81 - Zjišťování velikosti vtažného úhlu ABC

Je to úhel vytvořený odklonem palety od kolmice BA (obr. 81). Velikost tohoto úhlu určíme takto: Nakreslíme přímku s otáčejícího se bodu kotvy tak, aby procházela hranou mezi plochou záchyty a popudu. V témže bodě vztýčíme na přímce OB kolmicí BA . Vedeme-li nyní z bodu B k ploše záchyty palety tečnu BC , vymejíme velikost vtažného úhlu čili odklonu palety.

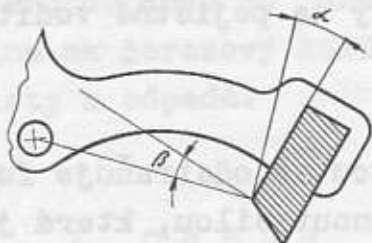
Vezmeme-li leštěnou plochu kamene a položíme na ni kus vyleštěné oceli, začne ocel s plochy sklouzávat teprve tehdy,



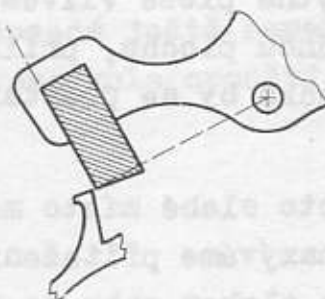
Obr. 82 - Působení velikosti vtažného úhlu na pohyb kotvy

když kámen skloníme v úhlu 9° . Abychom docílili sklouznutí zubu krokového kola na záchytné ploše palety a současně aby byla i vidlice určitou silou držena u dorazového kolíku, musíme úhel sklonu zvětšit. Z obr. 82 vidíme, že skloněním palety o vtažný úhel se odchýlí směr tlaku zubu krokového kola o úhel α (stejně velký

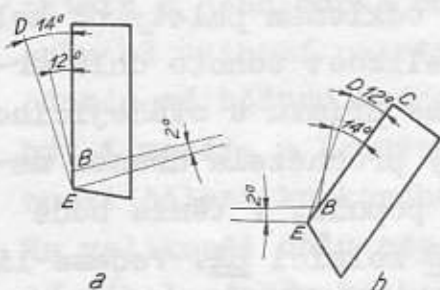
jako úhel β). Obdobné poměry jsou i na výstupní paletě (viz obr. 83). V obou případech jsou palety tlakem zubu vtahovány do mezizubní mezery. Kdyby nebyla paleta skloněna, jak je znázorněno na náčrtu (obr. 84), směřoval by tlak zubu na střed kotvy a vidlice by nemohla být k dorazovému kolíku přitažena, i kdybychom



Obr. 83 - Na vstupní paletě se vtažný úhel promítá nad střed kotvy



Obr. 84 - Tlak zubu směřuje do osy hřídele kotvy



Obr. 85 - Vliv vtažného úhlu na velikost záchyty

tlak zubu dále zvětšovali. Na velikost vtažného úhlu má ještě vliv hloubka kroku. Hloubkou kroku myslíme úhel, o nějž se paleta zasune do mezizubní mezery. Na náčrtu 85a je volen plný úhel záchyty (hloubky kroku) 2° . Pozorujeme, že na vstupní paletě se při dosednutí vidlice na dorazový kolík vtažný úhel o tuto hodnotu zvětší, kdežto u výstupní palety se o stejnou

hodnotu zmenší. Ohýbání dorazových kolíků má tedy vliv nejen na hloubku kroku, ale také na velikost změny vtažného úhlu.

5. P ř e k y v

Překyv vidlice k dorazovým kolíkům probíhá současně s přitažením. Probíhá od okamžiku, kdy zub krokového kola dosedne na záchytnou plochu, a trvá do té doby, pokud vidlice nedosedne na dorazový kolík. Podle jakosti stroje má úhel překyvu různou

hodnotu, a to od $0,15^{\circ}$ až do $0,30^{\circ}$. Úhel překyvů nesmí být příliš velký, neboť zvětšuje vypustný úhel kotvy, a setrvačka by musela při kyvu přemáhat zvětšený odpor. Úhel překyvů nemůže však být odstraněn, neboť nehledě k předchozímu popisu přitažení poskytuje i bezpečnou vůli k volnému pohybu setrvačky. Je tím i charakterizován pojem v o l n é h o kroku. Obě funkce jsou velmi důležité. Na jejich správném seřízení závisí v první řadě dobrý výsledek opravy kroku. Obě funkce může hodinář nesprávným zásahem uvést v nesoulad ohnutím dorazových kolíků kotvy.

Růžová vůle

Pro zajištění volného pohybu setrvačky po ukončeném popudu je nutné, aby mezi popudným kamenem a růžkem vidlice kotvy byla určitá vůle. Rozumí se jí úhlová odchylka kotvy od dorazového kolíku do okamžiku, kdy se růžek vidlice dotkne popudného kamene. Tento úhel musí být menší než úhlová hodnota, která přísluší záchytnému a překyvovému. Musí však být větší než překyv (obr. 72).

Vůle jazyka kotvy

K dalšímu zajištění volného pohybu setrvačky je nutné, aby byla dodržena správná vůle mezi jazykem kotvy a pojistným koutkem. Její velikost je menší než vůle růžková, což brání případnému dotyku popudného kamene a růžku vidlice (obr. 72).

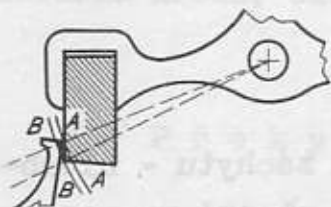
6. Z á c h y t

Vypouštěcí úhel kotvy nazýváme plným úhlem záchytnou - hloubkou kroku. Při pádu nedosedne zub krokového kola přesně na rozhraní ploch záchytnou a popudu, ale o malou hodnotu hlouběji na záchytnou plochu. Tato hodnota se nazývá teoretická hloubka záchytnou. Tlakem zubu na plochu palety se vychýlí kotva k dorazovému

kolíku a paleta se vtáhne hlouběji do mezizubního prostoru kola. Součet teoretické hodnoty záchyty zvětšený o hodnotu přitažení nazýváme hloubkou kroku. Velikost úhlu záchyty závisí na jakosti stroje. Praktická hodnota se pohybuje v rozmezí $1^{\circ}45'$ až 2 stupňů. Jen u hodinek horší kvality se musí hloubka kroku zvětšit vzhledem k nepřesnému rozdělení kola a větší vůli čepů v ložiscích. Úhel plné hloubky záchyty na výstupní paletě je načrtnut na obr. 85b. Na velikost této hodnoty navazuje další funkce, které se říká vypuštění.

7. V y p u š t ě n í

Po získání impulsu vykývne setrvačka až do krajního bodu kyvu (výběh), načež se působením pružnosti vlásku vrací zpět. Pro pochopení významu "vypuštění" si musíme dobře uvědomit, že hnací sílu dodává dále setrvačce jen jemná pružina - vlásek. Při popudu udílela vidlice setrvačce impuls pomocí vodítka. Nyní nastává postup opačný: popudný kámen se zasune do výřezu ve vidlici a strhne ji ve směru kyvu tak, že zub krokového kola přejde ze záchytné plochy palety na plochu popudu a je uvolněn k pracovnímu výkonu. Než dosedne hrot zubu na plochu popudu, musí se zub krokového kola vrátit o určitou hodnotu zpět (zpětný chod kola), jejíž velikost je přímo závislá na hloubce kroku a velikosti vtažného úhlu. Je-li tento plný úhel záchyty 2° (úhel záchyty + přitažení) a vtažný úhel 13° , je hodnota úhlu zpětného chodu kola asi $0,15^{\circ}$.



Obr. 86 - Velikost zpětného chodu kola

K zpětnému chodu kola dochází proto, že záchytná plocha palety není opsána poloměrem ze středu kotvy, ale nachází se na nakloněné rovině. Velikost zpětného chodu kola můžeme určit podle obr. 86. Opíšeme-li ze středu kotvy dva kruhové oblouky, z nichž první ($\widehat{A-A}$) protíná hrot zubu a druhý ($\widehat{B-B}$) hranu mezi plochami záchyty a popudu, vidíme, jaký

tvár by musel mít zub nebo kámen palety, aby zpětný chod nenastal. Současne máme určenu i hodnotu, o jakou se musí kolo vychýlit zpět.

Na snadnosti vypuštění závisí do značné míry i průběh ostatních funkcí. Proto musíme velikost záchyty a úhlu přitažení věnovat velkou péči, jejímž výsledkem je snaha, aby úhel zpětného chodu byl co nejmenší. Pro lepší pochopení si uvedeme několik příkladů:

1. Malý úhel záchyty. Vůle v ložiskách a nepřesný tvar zubů kola může zavinit, že zub přejde na plochu popudu a způsobí ztížení dalších funkcí, někdy i úplné zastavení stroje. Při malém záchytném úhlu probíhá však vypuštění velmi lehce a za minimálních ztrát pohybové energie.
2. Úhel záchyty je zbytečně velký. Zub sklouzne příliš hluboko po ploše záchyty a současně se zvětší i úhel zpětného chodu kola. Na vypuštění se spotřebuje převážná část energie setrvačky, lehkost jejího kývání mizí a může dojít i k zastavení stroje.
3. Vtažený úhel je příliš malý. Vidlice není tlačena na dorazné kolíky dostatečnou silou, takže už při poměrně malých otřesech se od kolíku odchyluje a jazyk kotvy naráží na pojistný kotouč, čímž se porušuje volnost kývání setrvačky.
4. Vtažený úhel je neúměrně velký. Vidlice je držena na dorazovém kolíku příliš velkou silou a vypuštění je ztíženo. Stroj zůstává stát, nachází-li se zub kola na záchytné ploše palety.

Z popisu jednotlivých funkcí si musíme ujasnit, že žádná funkce není samostatným jevem, všechny však se spojí v souvislý celek, který nazýváme chodem stroje. Velikost úhlů musí vycházet z doporučených hodnot a z pevných vzájemných poměrů. Při opravě kroku nelze provádět jen lokální opravy bez ohledu

na ostatní funkce. Po dokončeném vypuštění probíhá zase nový popud a tento postup se stále opakuje, pokud je krokové kolo poháněno silou pera. Dříve než se budeme zabývat souhrnným přehledem závad, zopakujeme si, které důležité úhly jednotlivými funkcemi probíhají, v kterých okamžicích na sebe díly kroku narážejí (nárazy) a zavinují tak vychození dílů, i jakým způsobem můžeme jednotlivé hodnoty prověřit.

Úhly, jimiž současně proběhnou funkce kroku

- I. a) výpustný úhel setrvačky,
- b) výpustný úhel kotvy,
- c) úhel zpětného chodu

- II. d) úhel popudu zubu a palety,
- e) úhel odpaďu,
- f) úhel přitažení.

Úhly, kterými probíhají jednotlivé funkce setrvačky, kotvy a kola:

Setrvačka:	Kotva:	Krokové kolo:
vypouštěcí úhel	výpustný úhel	úhel zpětného chodu
popudný úhel	popudný úhel	úhel popudu
úhel výběhu	úhel přitažení + překyv	úhel odpaďu

Vlivem hnací síly pera se uplatňují tyto úhly:

- a) úhel popudu zubu a palety,
- b) úhel odpaďu,
- c) úhel přitažení + překyv,
- d) popudný úhel vidlice a setrvačky,
- e) úhel výběhu setrvačky.

Vlivem energie předávané setrvačce vláskem probíhá:

- a) vypouštěcí úhel setrvačky,
- b) vypouštěcí úhel kotvy,
- c) úhel zpětného chodu kola.

Při průběhu funkcí za chodu hodinového stroje slyšíme tikání, způsobené nárazy zubů na paletu. Takovýchto nárazů je více, nejsou však všechny slyšitelné. Rozeznáváme:

1. náraz popudného kamene na plochu výřezu ve vidlici na počátku vypuštění;
2. náraz plochy výřezu ve vidlici proti popudnému kamenu v okamžiku, kdy začíná popud;
3. náraz zubu na záchytnou plochu palety po odpadu zubu. Tento náraz je nejsilnější (tikání) a bere se za základ při kontrole chodu vibrografem;
4. náraz ramena vidlice proti dorazovému kolíku po proběhnutém překyvnutí kotvy.

Všechny nárazy mají být vždy co nejslabší, neboť zavinují postupné vychození ploch, na kterých probíhají.

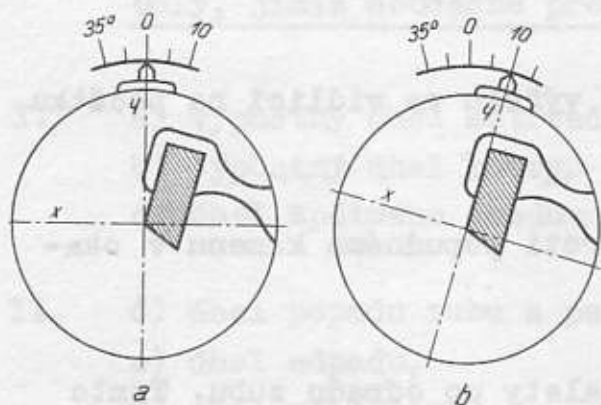
P o z n á m k a

Hodnoty úhlů pro střední kvalitu švýcarského kroku:

Výpustný úhel setrvačky	6°
Popudný úhel setrvačky	38°
Úhel výběhu setrvačky	500 až 510°
Úhel vypuštění (je třikrát menší než výpustný úhel setrvačky)	1°30' až 2°
Úhel popudu	10,5°
Úhel překyvnutí	0,15 až 0,30°
Úhel zpětného chodu (přibližně)	0°15'
Úhel popudu zubu	3,5°

Úhel popudu palety	7°
Úhel odpadu	1,5°
Vtažný úhel výstupní palety	13,5°
Vtažný úhel vstupní palety	12°
Rozteč kola	24°
Zuby krokového kola	15°
Obkročná rozteč	2,5 zubu

Uvedené hodnoty nejsou absolutní. Mají sloužit jen k porovnání při opravě kroku. Zjišťování a odměřování úhlů přímo v kroku k němuž nezbytnou přípravou je kreslení (konstrukce kroků) s vynášením velikostí úhlů.

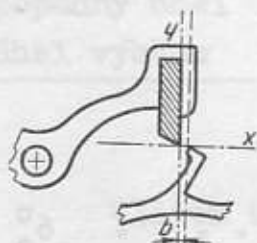


Obr. 87 - Měření úhlů ve stupních

Přesné zjišťování velikostí úhlů lze provádět dílenským mikroskopem s osami x a y (příklad měření velikosti vtažného úhlu je na obr. 87). Podle obr. 87a prochází osa x středem kotvy a bodem mezi plochou záchyty a plochou popudu. Otočením ručkou a okulárem, který je opatřen osami, nařídíme polohu osy y podle obr. 87b. Ručka nám

ukazuje velikost vtažného úhlu ve stupních.

Jiný způsob měření úhlů je znázorněn na obr. 88. Jde zde o zjišťování vnějšího odpadu. Tímto způsobem nenaměříme hodnoty ve stupních, ale lineární hodnoty v milimetrech, které teprve



Obr. 88 - Měření lineárních hodnot v milimetrech

musíme na stupně přepočítat. Lze použít i tabulek, ve kterých jsou uvedeny porovnávací hodnoty. S výhodou bychom mohli použít i projektoru. Zatím však nejsou hodinářské opravy těmito přístroji vybaveny, a proto zůstane i nadále nejpoužívanější metodou metoda porovnávací.

Závady na švýcarském kroku a chyby
vyskytující se při jeho seřizování

Při opravě švýcarského kroku někdy zjistíme, že se zastavený stroj při natahování sám nerozejde. Tato chyba může být dvojího druhu, přičemž může jít:

1. o zastavování stroje v době, kdy se zub krokového kola nachází na ploše popudu palety a
2. o zastavování stroje v době, kdy se zub krokového kola nachází na ploše záchytu.

Příčiny, jež způsobují zastavování stroje v době, kdy se zub krokového kola nachází na ploše p o p u d u palety:

1. Příliš tlustý vlásek s příliš těžkým setrvačником (při výměně setrvačniku volil opravář nesprávné rozměry setrvačniku, a tím i vlásku).
2. Malé vodítko - dlouhá vidlice (příčinou je zase volba špatných rozměrů náhradních dílů).
3. Špatné záběry v soukolí (hluboké záběry způsobí zmenšení hnací síly, mělké zahrazování zubů - síla pro popud je nedostatečná).
4. Velké tření v uložení, špatně vyleštěné plochy palet (vychozená ložiska nebo čepy, špatný stav oleje, nesprávná vůle).
5. Úzký nebo zdrsňený výřez ve vidlici, který zamezuje volný průchod popudného kamene, popřípadě zhoustlý, lepkavý olej, nahromaděný ve výřezu vidlice.
6. Mnoho oleje, špatný olej, kotva "lepí" k můstku.

Příčiny, jež způsobují zastavování stroje v době, kdy se zub krokového kola nachází na ploše z á c h y t u palety.

1. Příliš tenký vlásek spojený s příliš lehkým setrvačником (nesprávný výběr náhradních dílů).
2. Velký popudný kotouč a krátká vidlice (nesprávný výběr náhradních dílů).
3. Velká hnací síla (použité pero má nesprávné rozměry, je příliš tlusté, takže vliv vtažného úhlu se neúměrně zvětšuje a ztěžuje vypuštění. Setrvačka nemá pak dostatek síly k vytržení kotvy z její klidové polohy).
4. Velký vtažný úhel a velký úhel záchyty (při vypuštění ztratí setrvačka všechnu kinetickou energii, potřebnou na překonání odporu, vyvolaného přílišnou velikostí úhlu).
5. Špatný stav oleje, nevyleštěné pracovní plochy palet, lepení vidlice na dorazových kolíčkách.
6. Nesprávná vůle pohybujících se částí (malá axiální i radiální vůle čepů, špatné seřízení odpadu).

Při opravách kroku se vyskytují ještě tyto závady:

1. Malá hloubka kroku je sice výhodná z hlediska vypuštění, neboť ztráta kinetické energie při průběhu funkce je v tom případě malá, ale vůlí čepů v ložiskách kotvy a krokového kola nastává dopadání zubů na rozhraní ploch záchyty a popudu (žádný záchyt) a při otřesu sklouzává zub na popudnou plochu palety.
2. Velký úhel překyvu. Obvykle nejsou správně přihnuty dorazové kolíky. Vzniká tak ztráta pohybové energie setrvačky při vypuštění, zvětšují se hloubka kroku i úhel zpětného chodu

kola. Chyba v seřizení má za následek i zmenšení výběhů setrvačky. Zasahujeme-li při opravě do polohy dorazových kolíků, musíme současně kontrolovat i vliv této změny na předchozí funkce, popřípadě seřídit i vysunutí palet.

3. Nestejná růžková vůle. Závada je v nestejných úhlech překyvu od osy kotvy: na jedné straně je úhel menší než na druhé. Tím vzniká i rozdílný úhel záchyty na paletách, nejsou-li ovšem i palety nesprávně zasazeny. Kontrolujeme také přihnutí dorazových kolíků (mohou být nestejně přihnuté), nebo je ohnuté rameno kotvy s vidlicí. Rovnání tohoto ramena je však náročný úkon. Je proto nutno se vždy bezpečně přesvědčit, že závada je skutečně zde, abychom místo opravy kotvu zbytečně nedeformovali.
4. Nestejná hloubka záchyty na paletách. Závada je obvykle způsobena nesprávným přihnutím dorazových kolíků a je spojena s nestejnou vůlí vidlice. Je-li vůle vidlice normální, opravíme chybu vysunutím nebo zasunutím patřičné palety, podle toho, jak a na které paletě se chyba projevuje. Po provedení úkonu musí být paleta znovu dobře zašelakována. Vysouvání palety provádíme obvykle pomocí přípravku. Potřebujeme-li s kotvy šelak odstranit, můžeme ji vyvařit v lihu (v něm se šelak rozpustí).
5. Nestejná velikost odpadu. Tato chyba se naštěstí vyskytuje jen zřídka, neboť její oprava je velmi náročná a vyžaduje velkou zručnost. Závada je způsobena ohnutím některého ramena kotvy. Zpětné přihnutí do původní polohy musí se provádět postupně, vždy o zcela nepatrnou hodnotu, nejlépe zaobleným čekanem. Jde zpravidla o rameno výstupní palety, které je delší, a můžeme proto s jistou pravděpodobností předpokládat, že bylo deformováno. Při výměně ložiskových kamenů kotvy nebo kola (eventuálně při opravě ložisek) může dojít k zmenšení nebo zvětšení záběrové vzdálenosti, nebo také k vysunutí kotvy stranou, takže i tímto způsobem se může zmenšit vnitřní nebo



vnější odpad. I hřídél kotvy může být ohnut nebo může mít nepřesně, šikmo k hřídéli vyříznutý závit. Závada se projevuje nestejným odpadem, nestejným vtažným úhlem a nestejným úhlem záchyty. Posunutí kotvy v ose lze opravit i vysunutím nebo zasunutím obou palet, neboť tak zůstane poloha vidlice nezměněna. Záleží však na velikosti úchytky.

6. Při malé osové vzdálenosti máme dojem, jako by se rozevření kotvy zvětšilo (stejná chyba nastane i u kotev z měkčího materiálu při narážení na tlustší hřídél, nebo je-li hřídél opatřen hrubším závitem). Chyba se projevuje zvětšením vtažného úhlu na vstupní paletě a zmenšením téhož úhlu na paletě výstupní. Vnitřní odpad se zvětšuje a vnější zmenšuje. I záchytný úhel se zmenší a je rovněž nepravidelný. Na vstupní paletě menší, na výstupní větší. Je-li chyba výsledkem zmenšení osové vzdálenosti, lze opravu provést. Jinak je nutno kotvu vyměnit, neboť došlo k roztažení materiálu v blízkosti kotvy.
7. Tzv. "zaskočení" setrvačky může být způsobeno několika závadami. Jazyk kotvy je krátký, pojistný kotouč excentricky nasazený, při narážení se sešikmil. Vodítko naraženo vysoko, jazyk kotvy proběhl, příliš vůle setrvačky nebo kotvy, jazyk ohnut příliš nahoru a vodítko posazené nízko, zachytává jazyk o popudný kámen a hodinky pak v obrácené poloze (číselníkem dolů) zůstávají stát.
8. Malá vůle jazyku kotvy. Obvykle je jazyk dlouhý, nebo má nevhodný tvar hrotu. Závadu opravíme opilováním. Malá vůle na jedné straně je způsobena jeho ohnutím za předpokladu, že růžková vůle je na obou stranách stejná.
9. Záludná chyba se vyskytuje na dorazových kolících. Hodinky "ztrácejí chod" proto, že se na tyto kolíky dostal olej, který ztuhl, takže se pak vidlice k dorazovým kolíkům lepí. Přilnutí nebývá však tak silné, aby bylo rozeznatelné při

zkoušce citem; stačí však k tomu, aby zhoršilo vypuštění. Je proto vhodné při každé opravě stroje kolíky dobře vyčistit.

Uvedené závady nemohou být chápány jako vyčerpávající předpisy k opravě kroku. Mají pouze být vodítkem, neboť se vzájemně prolínají, a nikdy nelze opravovat jen jedinou závadu ve funkci chodu bez zřetele na průběh ostatních. Při opravě kroku platí ve zvýšené míře zásada:

"Neprovádím úkon dříve, dokud nevím proč, a jak se opravný zásah projeví v ostatních funkcích kroku."

III. NATAHOVACÍ A ŘÍDÍCÍ ÚSTROJÍ

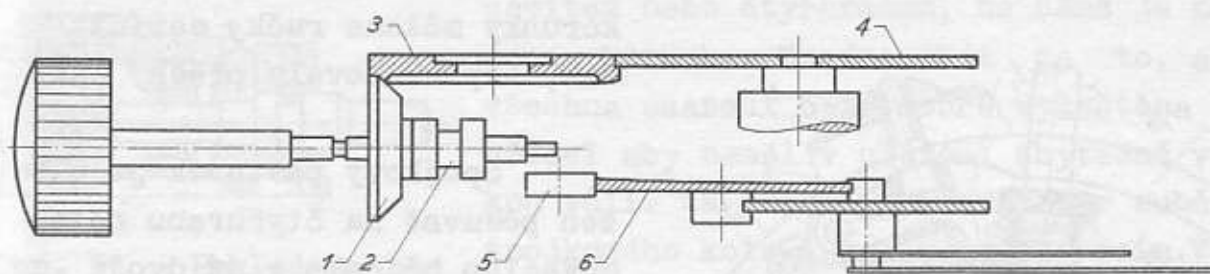
Po sejmutí číselníku je u většiny strojů volný přístup k soukolí, kterým řídíme ručky a natahujeme pero. Jen u nejstarších druhů kapesních hodinek se k natahování pera a řízení ruček používá klíčku jako u velkých hodin. Jinak seřizujeme ručky vždy korunkou pomocí natahovacího hřídele. Konstrukčně je celé ústrojí řešeno tak, že korunkou můžeme též natahovat pero hodinového stroje. Uskutečňuje se to různými způsoby a s každým se můžeme v praxi setkat. Jednotlivá provedení se rozdělují na systémy:

- a) tlačítkové,
- b) spojkové,
- c) vahadlové,
- d) negativní,
- e) speciální.

Na obr. 89 je schéma principu natahovacího a řídicího ústrojí.

Na natahovacím hřídeli s korunkou jsou spojkové kolo 1 a spojkový pastorek 2, který vykonává dvojí funkci. Při záběru se spojkovým kolem (jak vidíme z náčrtu) slouží k přenášení kroutícího momentu z hřídele na spojkové kolo. Při vysunutí ze záběru obstarává řízení ruček.

Spojkové kolo je v záběru s natahovacím kolem 3, které dále zabírá do západkového kola 4. Tato kola jsou soukolím natahovacího ústrojí. Pod číselníkem je uloženo převodní kolo 5, které je trvale v záběru se střídným kolem ručkového soukolí 6,



Obr. 89 - Princip natahovacího a řídicího ústrojí

- $\underline{1}$ - spojkové kolo; $\underline{2}$ - spojkový pastorek;
 $\underline{3}$ - natahovací kolo; $\underline{4}$ - západkové kolo;
 $\underline{5}$ - převodní kolo; $\underline{6}$ - střídné kolo

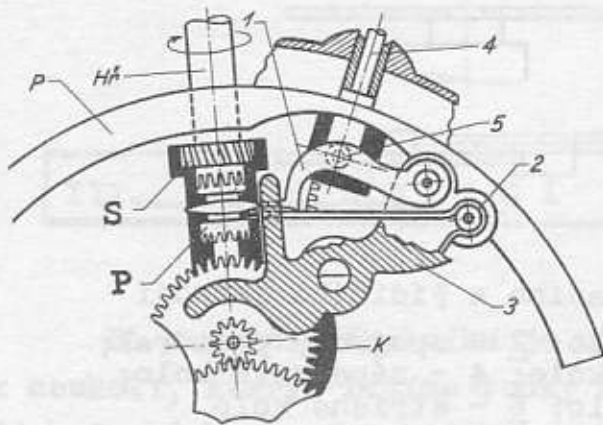
a tím i ve spojení s ručkovým pastorkem a hodinovým kolem, na nichž jsou nasazeny ručky.

Natahování pera při nakresleném uspořádání by nečinilo potíží, jen korunkou by nebylo možno otáčet zpět. Mechanismus má sloužit také k řízení ruček a musí proto být rozšířen o další části, kterými je ovládán spojkový pastorek, jehož úkolem je vcházet do záběru se spojkovým kolem při natahování a se střídným kolem při řízení ruček. Podle úpravy těchto částí je obvykle celý mechanismus nazýván jako tlačítkový, spojkový atd.

1. NATAHOVACÍ ÚSTROJÍ TLAČÍTKOVÉ

Na obr. 90 prochází zápichem spojkového pastorku spojková páka $\underline{1}$ pohyblivě uložená na čepu v desce stroje nebo přišroubovaná šroubkem s osazením. Pružina spojkové páky $\underline{2}$ tlačí páku a tím i spojkový pastorek trvale do záběru se spojkovým kolem \underline{S} . Vedení páky a současně i zajištění obstarává můstek $\underline{3}$. Na obrázku tento můstek zajišťuje i střídné kolo \underline{K} , neboť je částečně překrývá. Tlačítko $\underline{4}$ prochází válcovitou částí menšího průměru a pouzdem \underline{p} , které o trochu přesahuje. Masívnější částí dosedá na kolík spojkové páky $\underline{2}$. Stisknutím tlačítka se spojkový pastorek \underline{P} dostane do záběru se střídným kolem. Otáčením





Obr. 90 - Tlačítkové natahovací ústrojí

1 - spojková páka; 2 - pružina spojkové páky; 3 - můstek; 4 - tlačítko; 5 - kolík spojkové páky; p - pouzdro; Hř - hřídel; S - spojkové kolo; P - spojkový pastorek; K - střídané kolo

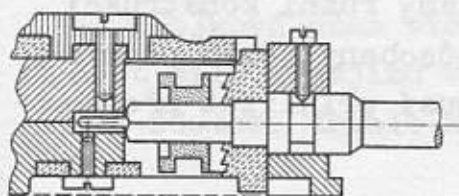
delem proti směru šipky, zuby spojkového pastorku se smekají po zubech spojkového kola (jsou ve styku dvě šikmé plochy), spojkový pastorek se vždy o málo vysune a je pružností pérka vtlačen znovu do záběru. Slyšíme charakteristický zvuk přeskakování, který se ozývá při zpětném otáčení korunkou. Je způsoben přeskakováním zubů spojkového pastorku přes zuby spojkového kola, jež je v záběru se zuby natahovacího kola, které zajišťuje při natahování otáčení perovnickového hřídele.

2. NATAHOVACÍ HŘÍDEL

Účelem natahovacího hřídele je přenášení krouticího momentu korunky při natahování na soukolí mechanismu. Proto je opatřen čtyřhranem, na němž je nasazen spojkový pastorek. Tvar natahovacího hřídele pro natahovací mechanismus s tlačítkem je na obr.91. Zajištění proti vysunutí je provedeno šroubkem, který zasahuje do zápichu hřídele. Druhý konec natahovacího hřídele je ukončen

korunky můžeme ručky seřídít tak, aby ukazovaly přesný čas.

Spojkový pastorek je uložen posuvně na čtyřhranu natahovacího hřídele a má dvojí provedení zubů; spodní zuby mají tvar obvyklého ozubení kol, horní jsou šikmé (jako u rohatkového kola). Rovněž spojkové kolo má normální čelní ozubení a na spodní ploše zuby upravené pro záběr se spojkovým pastorkem. Otáčíme-li natahovacím hřídelem ve směru šipky, jsou obojí zuby v záběru a spojkové kolo se otáčí spojkovým pastorkem. Otáčíme-li však hří-



Obr. 91 - Pohled na natahovací mechanismus v řezu

závitem nebo čtyřhranem, na němž je nasažena korunka. Musíme dbát na to, aby všechna osazení byla dobře vyleštěna a hřídel aby neměl v uložení zbytečně velkou vůli. Ta působí špatný záběr zubů spojkového kola s kolem natahovacím. Vůle čepu hřídele v uložení zavinuje špatný záběr mezi spojkovým pastorkem a stříd-
ným kolem. Nejsou-li hlavní osazení, kterými se otáčí hřídel v deskách stroje, a čep dobře vyleštěny, dochází poměrně brzy k vychození uložení. Délkové poměry jednotlivých osazení i jejich průměry musí přesně odpovídat rozměrům součástí, jimž jsou určeny. Natahovací hřídel se zhotovuje z oceli ne příliš tvrdé, ale spíše pružné, neboť je často namáhán korunkou nejen v kruhu, ale i na ohyb. Zajištění hřídele proti vysunutí se provádí šroubkem, který zasahuje přímo do hřídele. Používá se též zajištění pružným pérkem, jež se do zápichu hřídele přitlačí zašroubováním šroubku. V praxi se setkáváme i s jinými formami zajištění, popsané způsoby jsou však nejužívanější. Při opravě se vždy přesvědčíme, funguje-li zajištění hřídele spolehlivě, aby nemohlo dojít k náhodnému uvolnění a k ztrátě hřídele i s korunkou.

Zlomený nebo jinak poškozený natahovací hřídel vyměníme. Stává se často, že náhradní hřídel nemáme a musíme zhotovit nový. Jedná-li se jen o zlomení hřídele, který má jinak správné rozměry, můžeme jej při soustružení nového hřídele použít ke kopírování. Vždy se však musíme přesvědčit, do jaké míry rozměry starého hřídele vyhovují. Při soustružení nového hřídele bez modelu je nejvhodnější vyjmout spojkové kolo i spojkový pastorek, přesvědčit se, zda není uložení hřídele ve stroji vychozené a vysoustružit základní válcovitou část porovnáním v uložení. Jako druhý úkon je zhotovení čepu, označení délky osazení pro spojkové kolo, vypilování čtyřhranu, vysoustružení druhé strany hřídele na správné rozměry, vyříznutí závitů nebo napilování čtyřhranu a provedení zápichu. Přitom dbáme, aby jeho plochy byly rovné a neprovádíme zápich zbytečně hluboký. Snížili bychom tak pevnost hřídele, aniž bychom zvýšili bezpečnost zajištění proti vysunutí.

Právě tak jako se natahovací mechanismy různí konstrukcí i rozměry, jsou i natahovací hřídele přizpůsobeny těmto podmínkám. Hodinář opravující jednotlivé dílce musí přihlížet především k jejich funkční činnosti.

3. CHARAKTERISTIKA NEJČASTĚJŠÍCH CHYB MECHANISMU

1. Poškozené zuby kteréhokoli ozubeného kola působí přeskokování zubů. Při natahování cítíme, že část ozubení v záběru proběhne.
2. Nesprávné rozměry natahovacího hřídele. Krátká nebo dlouhá osazení; průměry válcových částí jsou malé a záběr zubů mělký.
3. Nesprávně upravená spojková páka. Je-li příliš utěsněna na čepu, působí nejisté přitlačování pastorku do záběru, a tím i smekání zubů.
4. Málo napružená nebo nevhodně tvarovaná pružina spojkové páky působí nedostatečné přitlačování pastorku do záběru. Pružina nesmí být příliš tvrdá, má být naopak natolik pružná, aby společlivě zvedala páku i s pastorkem.
5. Rozměry tlačítka mají vliv na spolehlivé řízení ruček. Válcová část procházející pouzdem nesmí být zbytečně velká (tlačí se) ani příliš malá (nastává vzpříčení). Rovněž délkový poměr musí být dodržen. Přílišná výška spodního válce působí mělký záběr spojkového pastorku se spojkovým kolem. Je-li naopak část procházející pouzdem krátká, vzniká mělký záběr (a tím i odírání zubů) mezi pastorkem a střídným kolem.
6. Nesprávně utažený můstek (s velkou vůlí mezi můstkem a páčkou) zavinuje vysunutí spojkové páky ze zápinu spojkového pastorku a úplné selhání řídicího i natahovacího mechanismu. Při stlačení

se spojková páka vtěsná mezi můstek a pastorek, pružina nemá dost síly k jejímu vrácení do původní polohy a spojkový pastorek zůstane trvale mimo záběr se spojkovým kolem.

7. Přeskakování zubů mezi spojkovým pastorkem a spojkovým kolem. Vrchní deska stroje nemá dost utažené šroubky, je tlakem zubů nadzvedávána a zuby prokluzují. To má za následek vychození desek stroje i zubů kol.
8. Špatné rozměry šroubků, kterým je připevněno natahovací kolo, působí jeho naklánění, takže se porušuje přesnost záběru. Tento šroubek má obvykle levý závit, na což nesmíme zapomínat při demontáži.
9. Musíme věnovat pozornost také západce a západkové pružině. Západka se musí volně otáčet a pružina správně přiléhat.
10. Olejujeme jen ty části, kde vzniká tření. Nesmíme dávat oleje ani mnoho, ani nesmí být olej příliš řídký. Jinak se postupně vzlínavostí a pohyby hodinek dostane přes minutové kolo až na vlásek. Pak nezbývá nic jiného, než stroj znovu rozebrat a celý vyčistit. Užívá se olej č. 4 nebo tuk BOX.
11. Překontrolujeme také uložení natahovacího hřídele, jeho radiální vůli, rozměry a hladkost osazení čepu, zápichu i čtyřhranu.

4. V Ý S U V N Á P Á K A K R Y T Ý C H S T R O J Ů

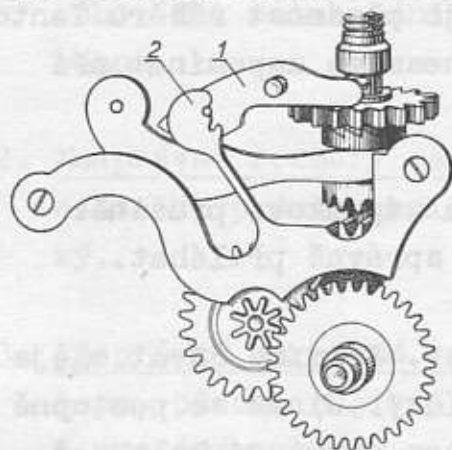
Kryté (dvouplášťové) stroje nejsou opatřeny tlačítkem, i když jejich mechanismus je vlastně tlačítkový. Tlačítko je nahrazeno výsuvnou pákou.

Tlačítkový natahovací mechanismus se pro moderní stroje nepoužívá; byl překonán dokonalejším mechanismem spojkovým. Seznámili jsme se s jeho provedením i opravou detailně proto,

že i v ostatních variantách se jeho základní prvky vyskytují a platí tudíž i většina toho, co bylo řečeno o jeho opravě.

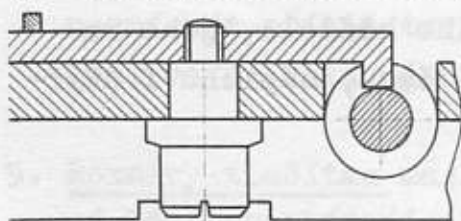
5. NATAHOVACÍ MECHANISMUS SPOJKOVÝ

Tlačítkový mechanismus má dvě vážné nevýhody, které se projevují hlavně u náramkových hodinek. Při řízení ruček musí být hodinky sňaty s ruky a tlačítko, které se musí v pouzdře pohybovat s určitou vůlí, je místem vnikání nečistot do stroje. Mezi sta-



Obr. 92 - Natahovací mechanismus spojkový

- 1 - stavěcí páka;
- 2 - pružina stavěcí páky



Obr. 93 - Uložení stavěcího raménka

rou a novou úpravou mechanismu není velkého rozdílu. Tlačítko bylo odstraněno a nahrazeno stavěcí pákou, jak to vidíme na obr. 92. Stavěcí páka je přišroubována na šroubku s osazením, který je otočně uložen mezi deskami stroje (obr. 93). Stavěcí páka zasahuje do zápichu natahovacího hřídele, je-li šroubek dotažen. Otáčením šroubku se páka vysune ze zápichu a hřídel pak můžeme ze stroje vyjmout. Druhá strana stavěcí páky je vyřešena tak, aby byla vychýlením stavěcí páky vychýlena i spojková páka, spojkový pastorek vysunut ze záběru spojkového kola a vřazen do záběru s převodním kolem. Vychýlení stavěcí páky se provádá povytažením natahovacího hřídele. Proto nelze u tohoto systému volit zakončení hřídele čtyřhranem. Hřídel je zakončen závitem a korunka je na něm našroubována. Můstek je rozšířen o pružinu stavěcí páky, do níž zasahuje kolík na stavěcí páce, čímž zajišťuje její polohu jak při natahování, tak i při řízení ruček. U starších strojů tato pružina nebývá. Jen na spojkové páce je proveden zářez, do něhož se zub páky zasune. Mechanismus je výhodný tím, že natahování pera i řízení ruček provádíme jen

korunkou, která se dá dobře utěsnit a zamezí se tak vnikání prachu do stroje. Řízení ruček je zde pohodlnější, neboť hodinky nemusíme snímat s ruky, stačí jen povytažení korunky.

6. O P R A V Y M E C H A N I S M U

Překontrolujeme všechny části uvedené již u předchozího systému, včetně natahovacího hřídele. Zápich nesmí být příliš hluboký, neboť je zvýšené nebezpečí zlomení hřídele, ani nadměrně široký, aby nedošlo k zeslabení přilehlého osazení a dalšímu nebezpečí ulomení osazení při řízení ruček (povytažením korunky se tenká stěna odlomí). Navíc musíme věnovat pozornost:

1. Šroubu stavěcí páky. Při jeho dotažení musí být páka volně otočná, ale bez větší vůle. Dotažením šroubku nesmí dojít k přitažení páky k desce stroje, ani nesmí zůstat šroubek nedotažen.
2. Zasahování stavěcí páky do zápichu v natahovacím hřídeli musí být provedeno bez velké vůle a bez jakéhokoli těsnění. Zajištění hřídele proti vytažení musí být naprosto spolehlivé.
3. Strana, kterou stavěcí páka dosedá na spojkovou páku, musí svým tvarem a velikostí spolehlivě řadit spojkový pastorek do záběru s kolem spojkovým nebo převodním, aby nebyl záběr ani hluboký, ani mělký.
4. Nová stavěcí páka se zhotovuje jen ve výjimečných případech; obvykle se k tomu používá kvalitnější oceli. Pokud je poškozená páka ve stroji, zhotovuje se nová kopírováním. Je-li ztracená, nezbyvá nic jiného, než přibližně vypilovaný tvar postupně funkčně přizpůsobovat. Napřed se provede ohnutí části zasahující do zápichu hřídele, vyvrtání otvoru a vyříznutí závitu. Potom přizpůsobíme druhou část do záběru se spojkovou pákou. Nakonec zavrtáme kolík k zajištění správné polohy páky.

7. NATAHOVACÍ MECHANISMUS VAHADLOVÝ

Na obr. 94 je schéma vahadlového natahovacího mechanismu. Jeho konstrukce je proti předchozím značně zjednodušena. Ne- setkáváme se zde již se spojkovou pákou odpadají spojkový pasto- rek, spojkové kolo a je zjednodušen i natahovací hřídel 1. Po- zorujeme tu však nové součásti, které jsou dosti odlišné. Vahadlo se funkčně podobá spojkové páce, neboť vychylováním zprostředko- vává záběr natahovacího pastorku 2 se západkovým kolem perovníku nebo se střídým kolem ručkového soukolí.

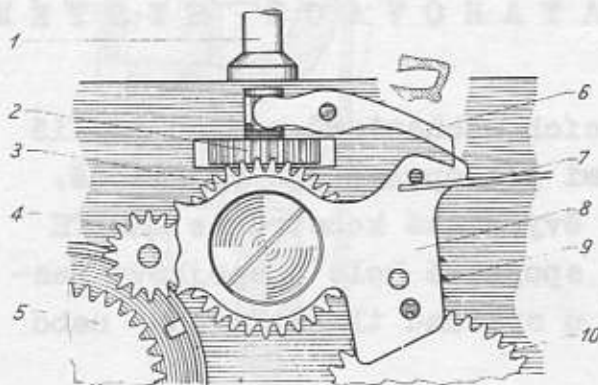
Natahovací kolo 3 zabírá se dvěma vahadlovými koly (4 a 5). Kolo 4 je I. vahadlové kolo a slouží k natahování. Vahadlové kolo II. slouží k řízení ruček. Západkové kolo je zde umístěno pod číselníkem a západka je nahrazena jednoduchou západkovou pruži- nou. Pružina 7 tlačí trvale vahadlo vzhůru a tím kola 4 a 5 do záběru. Stavěcí páka je upravena stejným způsobem jako u dříve popsaného mechanismu, jen záběr s vahadlem je proveden jednodušeji. Natahovací hřídel je zakončen krátkým čtyřhranem; odpadá osazení pro spojkové kolo. Natahovací pastorek má čtyř- hranný otvor pro nasunutí hřídele. Ozubení je tu výhradně čelní. Šroubek vahadla má hlavu velkého průměru, aby bylo vahadlo při svém pohybu dobře vedeno. I zde se řízení ruček provádí povyta- žením korunky. Pohyb vahadla do obou záběrů je u kvalitnějšího provedení omezen distančním otvorem v desce stroje, do něhož zasahuje kolík vahadla. Všechny části natahovacího i řídicího mechanismu se nacházejí pod číselníkem. Vahadlový systém se po- užívá pro levnější stroje.

8. OPRAVY MECHANISMU

1. Velmi často se setkáváme s vychozeným uložením natahovacího hřídele, zvláště nejsou-li osazení bezvadně vyleštěna. Takové uložení musíme opravit a zhotovit nový natahovací hřídel s větším průměrem osazení. Příliš velká vůle natahovacího

hřídele má značný vliv na záběr natahovacího pastorku s natahovacím kolem.

2. Důležitý je záběr stavěcí páky s hřídelem a vahadlem (obr.94). Krátká páka nevtiskne při povytažení korunky vahadlo dostatečně



hluboko, a záběr mezi koly (9 a 10) je pak mělký. Zavinuje ulamování zubů, popřípadě přeskokování a rychlé opotřebení hlavně zubů mosazného kola 10. Dlouhá páka působí hluboký záběr, který je rovněž škodlivý.

Obr. 94 - Vahadlový natahovací mechanismus

3. Totéž lze říci i o záběru I. vahadlového kola s kolem západkovým. Zde je špatný záběr ještě nebezpečnější, protože dochází k vychození části vahadla, na níž je kolo uloženo. Záběr se potom zahrazuje, čímž vznikají velké tlaky na zuby, které se lámou. Pouhou výměnou kol není ještě oprava provedena. Důležité je upravit záběr.
4. Dále dochází i k vychození uložení natahovacího kola a natahovacího pastorku. Shledáme-li, že natahovací pastorek je příliš plochý a záběr s natahovacím kolem mělký, můžeme chybu opravit vložením tenké podložky mezi pastorek a horní část výřezu v desce stroje. Vychozené uložení natahovacího kola na vahadlo lze opravit jen v případě, že je vahadlo dostatečně masívní. Vidíme, že obzvláště u tohoto mechanismu záleží velmi mnoho na přesných záběrech kol a pastorků.
5. Běžnou závadou, jejíž oprava nečiní zvláštní potíže, je špatně doléhající pružina vahadla, nebo zlomená západková pružina.

U všech natahovacích systémů se přenáší poměrně velké síly, a proto při mazání mechanismu používáme raději tuk, který

má tu přednost, že se neroztéká na kola jícího ústrojí a nemůže proto zavinit slepení vlásku. Mažeme všechna místa, kde dochází k tření.

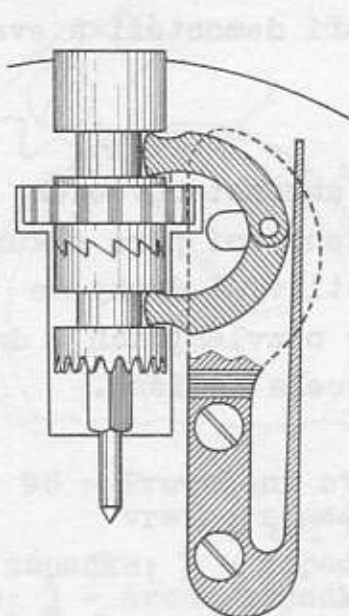
9. NEGATIVNÍ NATAHOVACÍ SYSTÉM

Negativní systémy natahovacích mechanismů nejsou příliš rozšířeny, setkáme se proto s nimi při opravě jen výjimečně. Negativní natahovací mechanismus švýcarské konstrukce ZENITH je na obr. 95. Hřídel je dělený, spojkové kolo a spojkový pastorek mají stejné provedení jako u systému tlačítkového nebo spojkového.

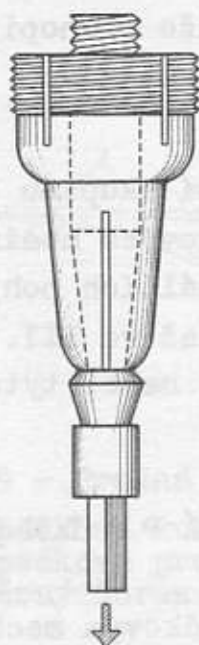
Rozlišovacím znakem systému je opačný záběr spojkového pastorku, je-li stroj vyňat s pouzdra. U předchozích systémů byl spojkový pastorek i při vyjmutí hřídele v záběru se spojkovým kolem.

Zde je konstrukce provedena právě opačně. V nulové poloze je spojkový pastorek v záběru se střídným kolem. Polohu natahovacího hřídele i spojkového pastorku určuje dělená páka, na níž doléhá pružina. Tlak pružiny otvírá dělenou páku, takže je v nulové poloze natahovací hřídel ve stroji vysunut směrem nahoru a spojkový pastorek dolů. Teprve vsunutím druhé části natahovacího hřídele (který je zachycen v krčku pouzdra a prochází stavěcí pružinou) je natahovací hřídel stlačen ve stroji směrem dolů a vychýlením pružného pérka je přitlačena i druhá část páčky se spojkovým pastorkem do záběru se spojkovým kolem. Stavěcí pérko je našroubováno v krčku pouzdra a prochází jím i hřídel sedvojkuželovým osazením (obr. 96), kterým se nastavuje jak do polohy potřebné k řízení ruček (při vysunutí), tak i k natahování pera (při zasunutí). Hřídel je zakončen čtyřhranem, jenž přechází do válcové části hřídele uložené ve stroji.

Poněkud odlišné je uspořádání negativního systému WATHAM ELGIN (obr. 97).



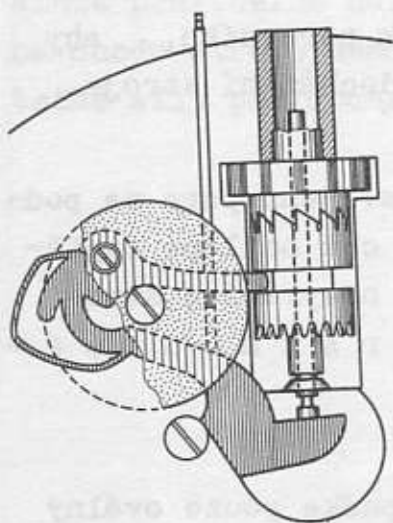
Obr. 95 - Negativní natahovací systém ZENITH



Obr. 96 - Stavěcí pérko systému ZENITH

10. SPECIÁLNÍ NATAHOVACÍ SYSTÉMY

Mimo zde uvedené konstrukce natahovacích systémů existují různé další systémy, které nelze do zde popsaných zařadit pro určitou funkční odlišnost. Např. u stroje zn. FIDES je spojkový pastorek pevně naražen na čtyřhranu hřídele a celý hřídel je tlačěn vzhůru šroubovou pružinou, umístěnou v krčku pouzdra. Systém se podstatně liší tím, že korunka musí být při řízení ruček tlačena (hřídel zasouván) místo vytahována. Odlišně je konstruován i natahovací mechanismus stroje ENIGMA. Při vyjímání tohoto stroje nemusí být hřídel vyňat z pouzdra, neboť místo na stroji je stavěcí páka upevněna v pouzdře. Podobných speciálních úprav je více. Zkušenému hodináři však nečiní



Obr. 97 - Systém WATHAM ELGIN

zvláštní potíže pochopit správnou funkci při demontáži a eventuální opravě systému.

Zvláštní skupinu tvoří systémy tzv. samonatahovacích strojů náramkových hodinek, u nichž se natahování pera uskutečňuje při normálních pohybech ruky. S jednotlivými druhy se budeme zabývat až ve III. ročníku v kapitole o zvláštních druzích hodinek, neboť tyto mechanismy jsou zcela odlišné.

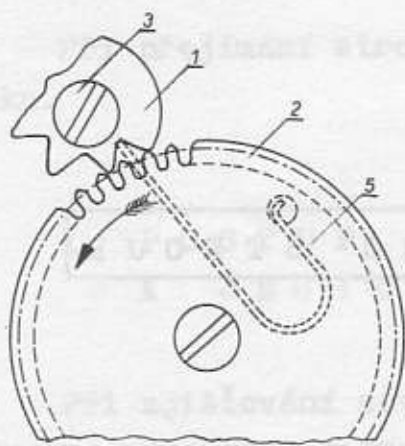
11. Z Á P A D K O V É M E C H A N I S M Y

Se západkovým mechanismem jsme se setkali již v I. ročníku. Západka s rohatkou umožňuje působením pružiny dodat peru energii a zajistit ji k užitečnému výkonu pro chod stroje. U velkých strojů s masívním perem nebo těžkým závažím, muselo být i toto ústrojí dosti robustní. U malých hodinek, kde je pero jemné, stačí jeho tah zachytit i běžné ozubení kola vyrobeného z oceli. Tak byla rohatka nahrazena západkovým kolem.

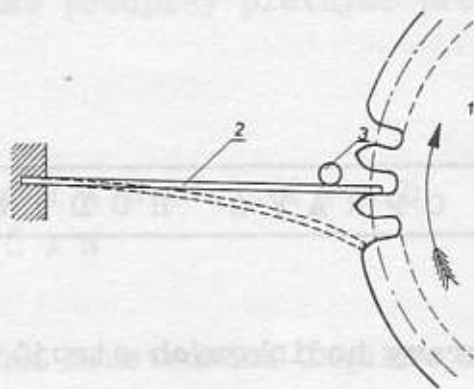
Víme také, že při plném dotažení pera vzniká špičkový účinek hnací síly, jak je znázorněn na diagramu (obr. 35). Křivka při odvíjení rychle klesá. Víme i to, že proměnlivost hnací síly má velký vliv na nepřesnost chodu stroje. Proto se pro základní otáčky pera využívá jen části úhrynných otáček perovníku, aby se neprojevil záporně vliv poklesu síly při docházení stroje.

Využitím jen nejrovnoměrnější části rozvíjení pera se podstatně snižuje proměnlivost hnací síly pera, což nejlépe zajišťuje maltézský kříž. Ten se pro běžné stroje nevyrábí a strmá část průběhu odvíjení pera je vyrovnána v r a t n o u z á p a d k o u .

V nejjednodušším provedení má běžná západka pouze oválný otvor pro šroub, čímž je zprostředkován malý vratný pohyb po dotažení pera. Moderní vratné západky jsou účinnější. Jsou vícezubé a otočné (obr. 98).



Obr. 98 - Provedení otočné vratné západky
 1 - západka; 2 - západkové kolo; 3 - šroub západky; 4 - šroub západkového kola; 2 - pružina



Obr. 99 - Pružná západka
 1 - západkové kolo;
 2 - západková pružina;
 3 - opěrný doraz pružiny

Než západka zastaví zpětné otáčení hřídele, uvolní se špičkové dotážení pera na patřičnou mez. U levných strojů je tato západka zjednodušena na pouhou pružinu, která zasahuje do zubů západkového kola. Při natahování se pružina vychyluje. Po dotážení umožní zpětné pootočení hřídele a opřením na doraz zajistí polohu kola. Princip provedení je na obr. 99.

Použití vratných západek místo maltézského kříže předpokládá pravidelné natahování pera (běžně po 24 hodinách), aby se na chodu stroje nemohl projevit účinek postupného poklesu jeho tažné síly při docházení hodinek.

IV. O P R A V A H O D I N K O V É H O S T R O J E

Opravy hodinkových strojů dělíme na:

- a) celkové,
- b) dílčí.

Celkovou opravou rozumíme komplexní provedení třech základních úkonů:

- a) opravit nebo vyměnit nejvíce opotřebené dílce,
- b) odstranit znečištění - zaprášení stroje,
- c) vyměnit olej, který již doznal takové fyzikálně-chemické změny, že prakticky přestal být mazivem.

Pro termíny požadavků na celkovou opravu stroje vycházíme ze zkušeností, takže lze doporučit:

běžné stroje za 2 až 3 roky; vodotěsné za 3 až 5 roků;
dámské stroje za 1 až 3 roky, vodotěsné za 3 až 4 roky;
kapesní stroje po 7 až 8 letech.

Dílčí opravou rozumíme opravu nebo výměnu nejvíce opotřebené nebo zničené součástky, jako například výměnu pera, korunky, natahovacího hřídele, skla, ručky atd.

Při jakékoli dílčí opravě zásadně vždy zjistíme způsobilost stroje pro další bezporuchový chod a na závady zákazníka upozorníme. Podle zjištěných závad doporučíme eventuelní celkovou opravu

Při přejímání stroje se řídíme předpisy platnými pro přejímku.

1. POSTUP ZJIŠŤOVÁNÍ ZÁVAD A JEJICH PŘÍČIN

Při zjišťování závad se řídíme konstrukční logikou stroje. Věnujeme pozornost jednotlivým ústrojím jako samostatným celkům, avšak nepouštíme přitom ze zřetele jejich funkční návaznosti.

Každý hodinový stroj je umístěn v pouzdře, opatřen číselníkem, ručkami a chráněn sklem. Právě s těmito doplňky přicházíme při přejímce stroje do styku nejdříve.

P o u z d r o h o d i n e k

Každé pouzdro má dvě význačné funkce: Chrání stroj před znečištěním, vlhkem i ostatními vlivy prostředí a současně svým tvarem i opracováním dává hodinkám ozdobný charakter. Setkáváme se s nejrůznějšími tvary, různě zdobenými a zvláště u starožitných hodinek i s vysoce uměleckým provedením. Moderní pouzdra jsou řešena především účelně. Jen u výjimečných provedení se užívá pouzdra zlatého, někdy též bohatě zdobeného brilianty.

Materiál používaný na výrobu pouzder je různorodější než materiál na výrobu hodinových strojů. Z drahých kovů se upotřebí stříbro, zlato, výjimečně i platina. Ze slitin barevných kovů mosaz a alpaka (pakfong). Dále oceli, v poslední době hlavně nerezavějící oceli. Setkáváme se i s pozdry vyrobenými z plastických hmot. Značně jsou rozšířena pouzdra mosazná, galvanicky poniklovaná, chromovaná, z dublé plechu i eloxovaná.

Kapesní hodinky si podržely okrouhlý plochý tvar pozdra, tzv. "kulatý". Náramkové hodinky podléhají více módnímu vkusu,

zvláště dámské s malými stroji. Miniaturní strojky jsou vsazovány i do prstenů.

Při opravě stroje je nutné vyčistit vždy pečlivě také pouzdro, popřípadě je i opravit. Všíme si:

- a) jak pouzdro těsní a chrání stroj před prachem;
- b) zda je stroj v pouzdře dobře upevněn;
- c) deformací pouzdra.

Při větším poškození pouzdra přenecháme opravu pouzdraři. Dále musíme zjistit vady na závěru pouzdra, utěsnění skla, upevnění pásku (řemínku, nebo u kapesních hodinek oblíku). Zkontrolujeme, zda pouzdro netlačí na můstky stroje, u krytých hodinek zkontrolujeme též otvírací pero pouzdra. Při opravě stříbrného pouzdra zásadně nic nepájíme cínem. Opravu můžeme provést jen stříbrnou pájkou. Je-li tomu tak, musíme měkkou pájku odstranit, jinak se při zahřátí pouzdra v místě, kde byla cínová pájka, slije.

Dnes téměř každý z nás přichází denně do styku s různě intenzívním magnetickým polem, čímž vystavuje ocelové součástky svých hodinek jeho vlivu. Jakmile jsou některé hodinové součástky zmagnetizovány, přestávají spolehlivě vykonávat svou funkci (např. ocelový vlásek, krokové kolo u válečkového kroku). Hodinky se pak předcházejí, zpožďují, nebo i zastaví. Proto byly vyrobeny tzv. antimagnetické stroje, u kterých je hlavně vlásek zhotoven z magnetické slitiny, působí zde však i pouzdro stroje. Magnetismus působí na chod hodinek velice rozdílně, podle směru a velikosti magnetického pole. U slabého pole - asi do 10 mA/mm (miliampérmilimetr) - podle platných jednotek nastává zpožďování, u silnějšího - nad 10 mA/mm - zase zrychlování chodu. Kromě výroby setrvačky a vlásku z antimagnetických slitin může rovněž i pouzdro účinně chránit stroj před působením magnetického pole, použije-li se na jeho zhotovení kov malé remanence - např. měkká neoxidující ocel. Tlustší pouzdra usměrní do jisté míry magnetické

pole do uzavřeného okruhu. Jsou-li hodinky zmagnetovány, odstraníme magnetismus tak, že zmagnetovanou součást protáhneme cívkou se silnějším s t ř í d a v ý m magnetickým polem.

V o d o t ě s n é p o u z d r o

Vodotěsná pouzdra chrání stroj účinněji před vnikáním prachu, nečistot, vody při mytí nebo při práci v oborech, při nichž by normálně zapouzdrěný stroj ohrožovala vlhkost. Výhoda vodotěsných hodinek spočívá především v ochraně stroje proti náhodnému vniknutí vody. Vodotěsná pouzdra mají však i své nevýhody. Vzduch obsahuje vždy určité procento vlhkosti, která se změnami teploty sráží v neprodyšně uzavřeném pouzdře v drobkové kapičky vody, jež se usazují na součástkách stroje.

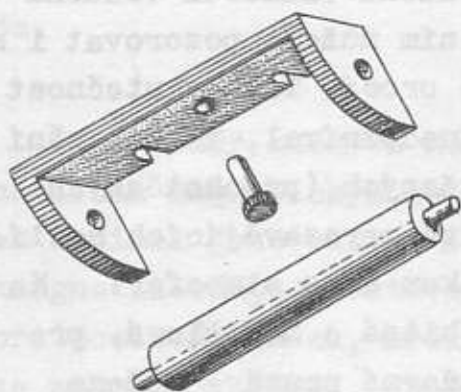
Ocelové součástky pak rezavějí, neboť sražená voda se vlivem utěsnění pouzdra nemůže odpařit. Srážení vlhkosti vzduchu uzavřeného uvnitř stroje náhlým ochlazením můžeme pozorovat i na skle stroje, které se na vnitřní straně orosí. Tuto skutečnost je třeba objasnit spotřebiteli, aby se nedomníval, že utěsnění pouzdra není dostatečné. K výrobě vodotěsných (prachotěsných) pouzder hodinek se jako materiálu používá nerezavějících ocelí. Samo pouzdro se obyčejně zkouší jen tlakem dvou atmosfér. Na krytí ciferníku se používají skla nerozbitná a nehořlavá, převážně z plexiskla. Vodotěsná a prachovzdorná pouzdra můžeme rozdělit do dvou skupin podle tvaru na kulatá a tvarová.

Kulatá pouzdra se vyrábějí zpravidla s jedním víčkem (spodním), které je upevněno závitem, bajonetovým spojením, nebo jen běžným přítlačným víčkem. Mezi víčko a pouzdro je vsazena pryžová vložka nebo vložka z umělé hmoty tak, že dotažením víčka (speciálním nebo univerzálním klíčem) se stlačí asi o polovinu a utěsní tak vnitřní prostor pouzdra.

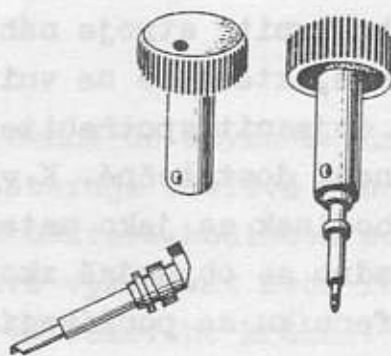
Méně bezpečné je utěsnění korunky, neboť jí každodenně otáčíme, vysouváme a zasouváme. Tímto častým pohybem velmi trpí i dobré utěsnění a hodinky přestávají být nakonec vodotěsné. Utěsnění je provedeno zase pryžovou vložkou, která se nachází v korunce a dosedá na krček pouzdra.

U tvarových strojů se řeší těsnění pouzdra několika způsoby. Zhotovuje se ze dvou částí, jež jsou spolu sešroubovány nebo zachyceny kolíky, které musíme při demontáži vysunout. U jiných strojů je jen ztuha nasazen ráfek se sklem; když jej sejmete a vydáme i korunku, je stroj uvolněn a dá se z pouzdra vyjmout. Pouzdra obdélníkových tvarů bývají vždy dělená.

Stroj je např. uložen v pouzdře a těsnění je vloženo mezi zvlášť upravené sklo a stroj. Vrchní část se k pouzdru připevní buď šroubky umístěnými na spodní části pouzdra, nebo bočními spojkami (obr. 100), jež se zajišťují šroubkem a kolíky. Korunka

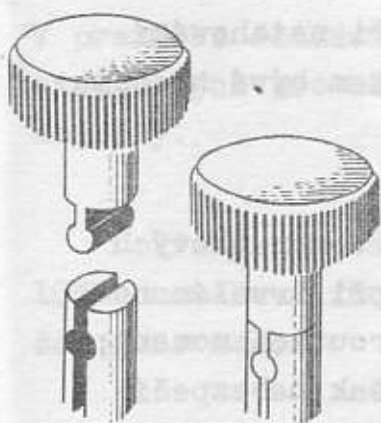


Obr. 100 - Boční spojky vodotěsného stroje



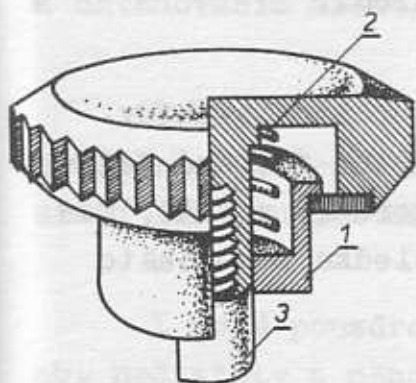
Obr. 101 - Spojení děleného hřídele vodotěsných hodinek

je utěsněna zase pryžovou vložkou, natahovací hřídel je dělený (dvojím způsobem - obr. 101 nebo obr. 102). V prvním případě vyjímáme korunku z horní části před vyjmutím stroje z pouzdra prostým tahem, jako když chceme povytáhnout hřídel k řízení ruček. Spodní část pruží dostatečně silně, aby se korunka nevy-sunovala již při řízení ruček. V druhém případě zůstává korunka s polovinou hřídele v pouzdře a stroj z něho vyjmete zvláštním



Obr. 102 - Dělený
natahovací hřídel
pro korunku
v pouzdře

šikmo usměrněným pohybem, přičemž vysuneme unášecí nos spodní části hřídele z vývrtu horní části. U této úpravy se utěsnění korunky tolik nenamáhá. Nejbezpečnější způsob utěsnění korunky je u těch pouzder, kde je korunka kromě natahování a řízení ruček pevně ke krčku pouzdra došroubována. U těchto strojů musíme nejprve korunku vyšroubovat, čímž se uvolní pro natahování a řízení stroje. Potom ji zase přišroubojeme a krček dosedne na těsnění v korunce. Tím je stroj dokonale chráněn proti vniknutí vody do pouzdra podél korunky nebo natahovacího hřídele.



Obr. 103 - Pracho-
těsná korunka

Provedení moderní prachotěsné korunky je na obr. 103. Chránící pouzdro 1 dosedá pod tlakem pružiny 2 k pouzdru. Jím prochází i krček korunky se závitem pro natahovací hřídel 3.

K o r u n k a a n a t a h o v a c í h ř í d e l

Další součást, s níž přijdeme do styku dříve než se strojem, je korunka s natahovacím hřídelem.

Korunka slouží k otáčení natahovacím hřídelem; je obvykle upevněna vně pouzdra. Aby otáčení bylo usnadněno, je po obvodě vroubkována. Vzhled korunky je přizpůsoben pouzdru; bývá **poniklována**, **pochromována**, **plátována stříbrem**, **zlatem**, nebo **pozlacena**. Korunka upoutá pozornost hned, jak se vezmou hodinky do ruky. Vyskytují se na ní tyto závady:

1. Korunka je příliš malá. Malá korunka při natahování v prstech klouže, nedá se pevně uchopit. Výsledkem bývá nedosta-
tečné dotažení pera, hodinky pak "nedocházejí".

2. Korunka je příliš velká. Velká korunka u náramkových strojů tlačí vlastníka hodinek do ruky, což je při trvalém no-
šení nepříjemné. Další závadou je její značný krouticí moment;
je velmi dobře uchopitelná. Při natahování je však nebezpečí
překroucení hřídele, nebo utržení háčku u pera.

3. Korunka příliš vysunutá ze stroje namáhá hřídel nadměr-
ně na ohyb a bývá často příčinou jeho zlomení. O takto posazenou
korunku zachytí snadno rukáv a hřídel se pak zlomí.

4. Korunka těsně našroubovaná má rovněž určité nevýhody.
Při natahování sklouzávají prsty po pouzdru a pero zůstává nedo-
taženo. Při seřizování ruček činí povytažení korunky potíže, ko-
runka se většinou vysouvá křivě a hřídel v důsledku toho často
praskne.

5. Odřená korunka působí podobné závady jako v bodech 1 a 4.

U náramkových hodinek je korunka na hřídeli našroubována;
pájení korunky ke hřídeli je nesprávné. Musí být našroubována
až do konce závitového otvoru a upravena tak, aby se otáčela
rovně. Není-li pevně dotažena, může se stát, že se při zpětném
otáčení - třeba při seřizování ruček - vyšroubovává.

Korunka kapesních hodinek je provedena stejným způsobem
jako u náramkových hodinek, jen její otvor je odlišný. Korunka
se otáčí v pouzdře, v němž je také otočně zachycen oblík pro
zavěšení na řetízek. Někdy místo závitem je korunka opatřena
čtyřhranem, kterým se narazí na hřídel. U kapesních hodinek kry-
tých, kde jejím stlačením otvíráme víčko pouzdra, je korunka na
hřídeli upravena posuvně a zajištěna proti vysunutí šroubkem.

V praxi se setkáváme ještě s jinými druhy korunek zvláště konstruovaných pro některé kryté hodinky, bicí kapesní stroje a chronografy.

Při pohybování korunkou zjišťujeme současně opotřebení lůžka natahovacího hřídele, není-li snad prasklé pero nebo utržen jeho závěs.

Po otevření pouzdra máme přístup k uvolnění natahovacího hřídele. Je nejčastěji zajištěn stavěcí pákou, výjimečně jen šroubkem nebo pružinou. Podle způsobu provedení buď povolíme šroubek, nebo stlačíme čep stavěcí páky a vyjmeme korunku i s natahovacím hřídelem ze stroje i pouzdra ven.

V samotném pouzdře je stroj zachycen buď pružnou objímkou, nebo šrouby. Šroub má obvykle hlavu do poloviny odříznutou, takže stačí jím jen pootočit a stroj vyjmout.

I nové pouzdro vyčistíme vždy pečlivě i na vnitřní straně, aby nečistoty z něho nepadaly do vyčištěného stroje. Vyjmutý stroj položíme na stojánek, aby nedošlo k ulomení pastorku minutového kola. Pro náramkové hodinky se používají speciální kovové stojánky s roztažitelnými čelistmi. Když jsme stroj vyňali z pouzdra, máme příležitost znovu ho celý prohlédnout. Souhlasí-li výsledek nové prohlídky s předchozí a máme-li celý stroj opravovat, vyjmeme krok (abychom náhodně nepoškodili setrvačku), položíme stroj na stojánek a sejmem ručky. Součástky odkládáme do vhodné misky, šroubky řadíme do stojánků.

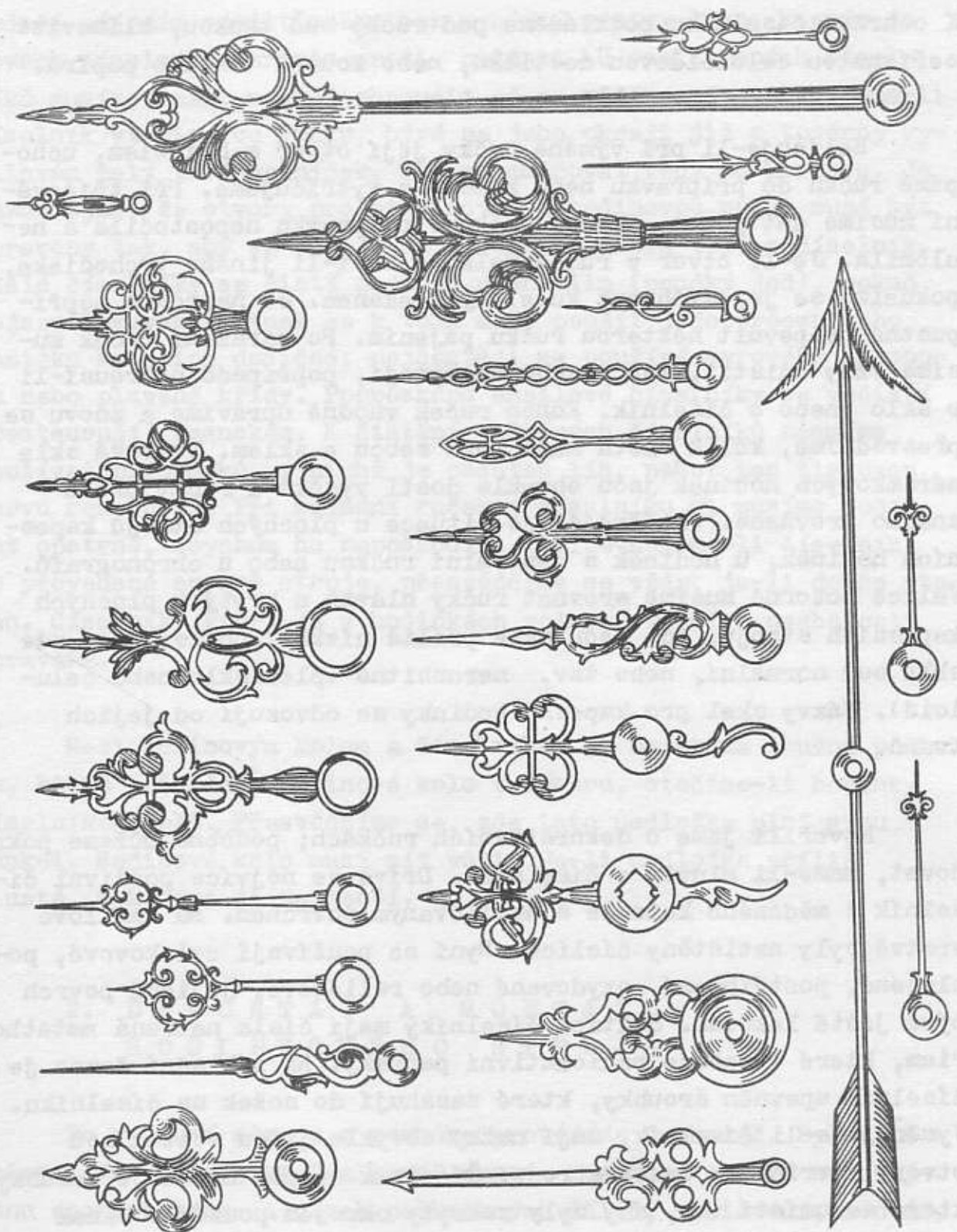
S n í m á n í r u č e k - č í s e l n í k

Ručky mají za úkol ukazovat čas na číselníku. Jsou spolu s číselníkem nejčastěji pozorovanou částí hodin a proto jim má být věnována zvláště po stránce tvarového provedení mimořádná pozornost. U starožitných strojů jsou ručky hodinek vždy umělecký výtvar, bohatě zdobený (obr. 104). Moderní ručky se vyrábějí lisováním, ale i tak bývá jejich tvar výtvarně zajímavý a vkusný. Materiálem je zpravidla ocel buď zakalená do modra, nebo pozlacená, nebo popřípadě i chromovaná. S ručkami z barevných kovů se setkáváme již méně.

Upevnění ruček je nyní standardně provedeno válcovou objímkou, která se natlačí na příslušnou část kola. Naražení ručky se provádí přitlačením příručky u ručky hodinové a vteřinové. Minutovou ručku narážíme obvykle kladívkem nebo v nýtovačce, přičemž druhou stranu pastorku opřeme o zápusťku nýtovačky. Tvary jsou rozděleny do několika skupin.

Svítící ručky jsou potřeny fotoluminiscenční (samosvítivou) hmotou, která při ozáření absorbuje světlo a ve tmě pak fosforeskuje. Při narážení i snímání ruček tohoto druhu musíme být obzvláště opatrní, jinak se při ohnutí nebo nárazu svítivá hmota vydrolí, což je způsobeno rozkmitáním ručky. Tomu zabráníme lehkým tlakem ukazováčků na konci ručky. Je-li třeba ručku opravit nanesením nové svítivé hmoty, řídíme se vždy přiloženým návodem, neboť tyto hmoty jsou různého chemického složení. Radiových emanací se již dnes k těmto účelům pro zdravotní ohrožení opravářů nepoužívá.

Jsou-li ručky jen lehce nasunuty, podaří se nám sejmutí poměrně snadno. Demontáž je ztížena, je-li ručka (zvláště minutová) ztuha naražena na tvrdě kalený čep pastorku. Pak se stává, že při jejím snímání ulomíme čep. Při tomto úkonu je výhodné použít přípravku (dvou páček), kterým ručku snadno vysuneme.



Obr. 104 - Dekorativní provedení starožitných ruček

97-0291

K ochraně číselníku podkládáme pod ručky buď tenkou, klínovitě seříznutou celuloidovou destičku, nebo kousek tvrdého papíru.

Nelícuje-li při výměně ručky její otvor s hřídelem, uchopíme ručku do přípravku nebo kleští a vytříčujeme. Při tříčování musíme dát pozor, aby se ručka v přípravku nepootočila a nelomila. Je-li otvor v ručce velký a není-li jiného východiska, pokusíme se jej stáhnout kuželovým čekanem. Je naprosto nepřipustné připevnit některou ručku pájením. Po naražení ruček musíme vždy zjistit, zda o sebe nechytají, popřípadě nebrousí-li o sklo nebo o číselník. Konce ruček vhodně upravíme a znovu se přesvědčíme, kolik místa mají mezi sebou a sklem. Tvarová skla náramkových hodinek jsou obvykle dosti vysoká a ručky proto snadno srovnáme. Obtížnější je situace u plochých strojů kapesních hodinek, u hodinek s centrální ručkou nebo u chronografů. Velice pozorně musíme srovnat ručky hlavně u krytých plochých kapesních strojů, kde jsou skla příliš nízká. Používají se zde skla buď normální, nebo tzv. nerozbitná (plexisklo nebo celuloid). Názvy skel pro kapesní hodinky se odvozují od jejich tvarů.

Hovořili jsme o dekorativních ručkách; podobně můžeme pokračovat, máme-li mluvit o číselníku. Dříve se nejvíce používal číselník z měděného kotouče s emailovaným povrchem. Na emailové vrstvě byly natištěny číslice. Nyní se používají celokovové, pozlacené, postříbřené, oxydované nebo reliéfové, jejichž povrch bývá ještě lakován. Svítící číselníky mají čísla natřená metathoriem, které vyzařuje radioaktivní paprsky. Na základní desce je číselník upevněn šroubky, které zasahují do nožek na číselníku. Vyměňujeme-li číselník, mají nožky obvykle jinou rozteč než otvory vyvrtané v desce stroje. Číselník se pak upevňuje šroubky, které se umístí tak, aby byly zakryty okrajem pouzdra. Jinak můžeme k číselníku připevnit nové nožky tím způsobem, že číselník (celokovový) položíme na stojánek pod hodinky jen okraji, na nožku nanese malé množství pájky, nasadíme na číselník, a dotykem pájedla nožku spojíme. Nepodaří se to bez nácvičku zručnosti; je lépe cvičit tuto operaci na starém číselníku tak dlouho, až se nám

poďaří pájením spojit nožku bez vyhrátí vrstvy laku, kterým je povrch číselníku chráněn proti oxidaci. U smaltovaných číselníků musíme smalt napřed obrousit až na měděnou destičku. Nemá-li číselník vteřinovou ručku, bývá na jeho okraji již z továrny vypilován malý trojúhelníček. Ten má směřovat vždy ke korunce. Je samozřejmé, že otvory pro vteřinovou a hodinovou ručku musí být upraveny tak, aby se ani jedna z ruček nemohla třít o číselník. Zašlé číselníky se čistí nejlépe cyankálim (prudký jeď), pokud nejsou lakované. Jinak se k tomu může použít jednoprocenního roztoku kyseliny dusičné; nejčastěji se používá syrového bramboru nebo plavené křída. Popraskané emailové číselníky se vyčistí (restaurují) česnekm. K čištění tištěných číselníků nesmíme používat přípravků, v nichž je obsažen líh, neboť ten tiskovou barvu rozpouští. Při snímání ruček s číselníku si musíme počítat opatrně, abychom ho nepoškodili. Připevňujeme-li číselník po provedené opravě stroje, přesvědčíme se vždy, je-li dobře utážen. Číselník, který je v hodinkách volný, svědčí o nedbalosti opraváře.

Mezi hodinovým kolem a číselníkem je umístěna pružná podložka, která přidržuje hodinové kolo v záběru, otočíme-li hodinky číselníkem dolů. Přesvědčíme se, zda tato podložka plní svou funkci. Hodinové kolo musí mít vůli. Je-li podložka příliš tlustá, vyměníme ji za tenčí.

2. DEMONTÁŽ A MONTÁŽ HODINKOVÉHO STROJE

Po vyjmutí stroje z pouzdra provádíme demontáž. Bylo již řečeno, že pod pojmem "celkové" opravy rozumíme opravu nebo výměnu opotřebených či jinak poškozených dílců, vyčištění, montáž, mazání a regulaci chodu stroje.

Zásady při demontáži :

- a) vypustíme pero, pak
- b) vyjmeme setrvačku,
- c) prohlédneme všechny dílce (jejich opotřebení),
- d) provedeme odmagnetování postižených součástí,
- e) opravíme závady (aby po vyčištění stroje nedošlo k novému znečištění).

Rozebraný stroj ukládáme do misky, aby nedošlo ke ztrátě součástí. Poněvadž chybu hledáme zásadně před rozebráním stroje a závady opravujeme před jeho čištěním, je nutno provést i kontrolu funkcí kroku. Proto ještě než vyjmeme kotvu, natáhneme trochu pero a zkontrolujeme funkce kroku, které probíhají mezi krokovým kolem a kotvou. Potom vsadíme do můstku setrvačku bez vlásku a kontrolujeme vzájemné působení vidlice a vodítka. Dále vyjmeme setrvačku i kotvu. Poněvadž pero bylo nataženo jen nepatrně, necháme stroj volně doběhnout a zkontrolujeme, zda kola při otáčení neházejí. Přitom prohlédneme i uložení kol (případné vychození ložisek).

Po sejmutí všech můstků, kol a ostatních dílců vyndáme i krycí kameny (rozebereme uložení setrvačky), a nakonec vyjmeme pero z perovníku. Opravíme všechny závady, prasklý kámen, ohnutý zub, vychozený čep apod.) a teprve pak je stroj připraven k čištění.

Č i š t ě n í s t r o j e

R u č n í č i š t ě n í s t r o j e

Základní desku i každou jednotlivou součást vkládáme do tekutých čisticích prostředků, abychom je zbavili nečistot a starého oleje. Nejpoužívanější pro tyto účely je už tradičně benzín. Používá se však také gazolín, trichlóretylén a toluol;

ve výjimečných případech je vhodný i éter. Čisticí nádoby jsou obvykle skleněné se zabroušeným víčkem. Mají malý objem, jednak aby se šetřilo čisticími materiály, jednak z hlediska bezpečnostního. Jednotlivé dílce se naskládají do nádoby a benzín se nechá chvíli působit, aby se rozpustila všechna mastnota i zbytky starého oleje. Obvykle nestačí pouhé položení součástí do benzínu. Používáme kartáčů, kterými součásti čistíme. Jednotlivé díly pak vyjímáme a sušíme v hadříku, který nemá pouštět chlupy, a pokládáme je na čistou pracovní desku nebo misku. Základní desku stroje i můstky vykartáčujeme tak, že základní desku uchopíme do hedvábného papíru a přejíždíme čistým kartáčkem i přes papír. Tím čistíme současně i kartáček. Pastorky čistíme do klínu seříznutým brslenem a stejně i důlky pro olej, díry v kamenech a jejich plochy. Vykartáčujeme též zuby jednotlivých kol a zkontrolujeme, zda jsou mezizubní mezery čisté.

Č i š t ě n í v č i s t i č k e

Pro čištění kapesních a náramkových hodinek byly zavedeny speciální čističky. Především se hodinkové dílce naskládají do jemných drátěných košíčků, které se potom zavěsí na hřídel motoru čističky. Košíčky se postupně vkládají do jednotlivých lázní, v nichž se automaticky otáčejí a promývají. Proud čisticí kapaliny je přitom vyčistí. U moderních čističek se během 15 minut zbaví stroje všech nečistot i zbytků starého oleje. Další výhoda je i v tom, že můžeme čistit více strojů najednou.

Čisticí roztoky jsou různého chemického složení (viz MATERIÁL). Poslední lázni je benzín. Vysoušení obstarává rychlá rotace košíčků v horkém vzduchu po dobu asi 5 minut.

Základní kapalinou je rozpouštědlo. Má za úkol rozpustit všechny nečistoty. V této lázni ponecháme součástky 5 až 10 minut (podle předpisu výrobce). Po stanovené době košíček zvedneme tak, aby se nedotýkal hladiny, a spuštěním motoru kapalinu

odstředíme. Potom přeneseme koš do technického benzínu, v němž se součástky nechají 2 až 5 minut promývat, a zase stejným postupem košíček odstředíme. Poslední lázní má být čistý benzín. V něm promýváme součástky zase 5 až 10 minut. Po odstředění přeneseme košíček do sušicího válce, který je elektricky vytápěn. Důležité je, aby součástky byly před sušením dobře odstředěny; pokud na nich zůstane benzín, budou po oschnutí šedé a bez lesku. Takto si ušetříme mnoho mechanické práce a vyčištění stroje je dokonalejší než při ručním čištění. Je naprosto nesprávné vkládat do čističky stroj jen částečně rozebraný (aby se uspořil čas).

V ý z n a m č i š t ě n í s t r o j e

Čistota stroje není podřadným, ale z á k l a d n í m a prvořadým požadavkem při celkové opravě stroje. Nejde přitom jen o hrubé nečistoty, které by mohly znemožnit průchod zubů kol mezerami, ale o d o k o n a l o u č i s t o t u , neboť na ní závisí trvanlivost nového oleje, a tím kvalita provedené opravy i možnost přesného vyregulování stroje. Produktivní oprava se dnes již bez čističky neobejde. Čistička sama stroj však neopraví. K tomu je určen opravář a jeho svědomitost při užívání návodů v praxi. Chemikálie užívané v čističkách jsou dvojího druhu:

- a) rozpouštěcí,
- b) vyplachovací.

Prvé mají za úkol všechny nečistoty chemicky rozpustit, druhé zase vyplavit. I nejkvalitnější rozpouštědla působí však jen potud, pokud se nenasytí, tak jako vyplachovací kapalina vyplachuje je potud, pokud není sama plná nečistot. Proto se doporučuje silně znečištěné dílce nejprve zbavit hrubé nečistoty ručním vyčištěním v benzínu, přičemž díry ložisek protahujeme brslenem. Zaschlý ztvrdlý olej rozpouští rozpouštědlo spolehlivěji

při vyšší teplotě. Ohřívání však musí být prováděno ve shodě s bezpečnostními předpisy o použití rozpouštědla, aby nedošlo k ohni nebo výbuchu.

Promývání probíhá v trojí lázni, z nichž na čistotu je nejnáročnější lázeň poslední. Ke kontrole nestačí proto optický odhad čistoty náplně nádoby. Přesvědčíme se však o ní jednoduchým způsobem. Na dokonale čisté sklíčko kápneme vzorek této lázně a necháme uschnout. Po vyprcháání tekutiny nesmí na skle zůstat sebe menší stopa nečistoty. Zůstane-li zde špinavá skvrna, musí být lázeň vyměněna. Lze jí sice ještě použít k základnímu výplachu, ne však pro konečnou fázi. Musíme si uvědomit, že na stroji nesmí zůstat opravdu ž á d n é zbytky starého oleje, neboť stárnutím se stal lepkavou vrstvičkou, i když velmi tenkou. I mikroskopicky nepatrné částičky takových zbytků stačí k tomu, aby se nový olej znehodnotil.

Takové čistoty se pokaždé nedocílí hned při prvním čištění. Proto po vyčištění součástek následuje kontrola jednotlivých dílců. Pokud se na nich ještě vyskytnou zbytky nečistot, musí být nejprve odstraněny brslenem nebo bezovou duší a potom znovu projít čistící lázní. Hlavní pozornost musí být věnována všem funkčním plochám: čepům, ložiskům, paletám, dorazovým kolíkům, popudnému kameni i výřezu ve vidlici. Vyčištěné dílce musí být odkládány tak, aby nemohlo dojít k jejich znečištění ještě před montáží. Proto je třeba k další manipulaci s nimi používat jen pinzetu a odkládat je na čisté misky s ochranným krytem.

Pera ocelová se mají čistit od špíny a maziwa zasucha hadříkem, který je navinut na kuželi nebo se drží v pinzetě. Tímto hadříkem pero protahujeme. Pera ze slitin lze čistit v čističce jen ve speciální lázni.

Vlásek se čistí v éteru. Musíme být opatrní, aby při vysušování nedošlo ke sražení vlhkosti na jeho závitech.

Setrvačka se nesmí čistit v alkoholu, neboť ten rozpouští šelak, jímž je upevněn popudný kámen. Lze použít čistý benzín nebo trichlóretylén a sušit na vzduchu.

Kotva může být ze stejných důvodů čištěna pouze benzínem. Palety a výřez ve vidlici je třeba bezvadně vyčistit brslenem namočeným v benzínu.

M o n t á ž s t r o j e a j e h o s e ř í z e n í

Po opravě a vyčištění stroje přistoupíme k montáži v tomto pořadí:

1. Připevníme všechny krycí destičky a sesadíme uložení setrvačky. Při tomto úkonu namažeme ihned krytá ložiska, ke kterým již později nebude přístup. Poučení o tlumičích nárazů je v kapitole I, článek 4.
2. Sestavíme hlavní soukolí. Kde má perovník zvláštní můstek, vsazujeme jej nakonec, abychom se mohli ještě jednou přesvědčit pohybem soukolí, že je bez závad. Kola sestavujeme od nejnižší položeného. Kde však není perovník pod zvláštním můstkem, začínáme od něho.
3. Sestavíme perovník. Pero se má navíjet navijákem, aby se netvořil kornout a nezůstaly na něm stopy potu z rukou. Přesvědčíme se, zda oba závěsy dobře drží, a otáčeli se perovník na hřídeli centricky. Vliv rozměrů pera (str. 40), jeho upevnění (str. 43) a výpočet rozměrů (str. 181).
4. Montáž natahovacího a řídicího ústrojí. Pastorky, kola i natahovací hřídel sesadíme podle pravidel, jež se vztahují na princip použitý ve stroji (str. 124 až 135). Překontrolujeme i činnost západky (str. 136).

5. Soukolí ruček. Řídíme se zde zásadou, že nasadíme jako první ručkový pastorek. Jeho utužení je popsáno na str. 71 .Pokud opravář vsazuje nejprve střídné kolo, vystavuje se nebezpečí ulomení zubu při nasazování ručkového pastorku. Není-li stříd-
né kolo drženo můstkem, nasazujeme ho až před montáží číselní-
ku.
6. Zkouška soukolí. Mírným pootočením korunky natáhneme poněkud pero, které začne otáčet soukolím. Sledujeme záběry kol. Je-li soukolí bez závad, má se krokové kolo po doběhnutí stroje nepatrně vrátit.
7. Sestava a seřízení kroku. Před vsazením kotvy naolejujeme u kotvového kroku palety. Po přišroubování můstku provedeme kontrolu velikosti záchyty, působení vtažného úhlu a průběh popudu a odpaďu. Zkouška má proběhnout na všech zubech kroko-
vého kola.

Kotva a setrvačka. Při seřizování kroku montujeme setrvačku s vodítkem, ale bez vlásku. Kontrolujeme zde jazykovou a růžkovou vůli i vůli popudného kamene včetně axiální vůle setrvačky. Té udělíme malý impuls a pozorujeme, jak přemáhá odpor při vypuštění a jaký dostává popud. Je-li krok dobře seřízen, má setrvačka sama pomalu kývat. Zjistíme-li závady, musíme krok seřídít podle předepsaných pravidel.

U válečkového kroku odpaďá kotva. Proto nemůže setrvačka sama kývat pro velké tření při výběhu. Kontrolujeme zde jen funkce mezi krokovým kolem a válečkem, výšková nastavení, hloubku kroku i působení zubů podle popisu na str. 80-92 .Při zkoušce má zase krokové kolo vykonat alespoň jednu otáčku, abychom zkontrolovali pravidelnost popudu na jednotlivých zubech.

8. Montáž vlásku. Nejprve se přesvědčíme o vycentrování a srovnání vlásku v můstku setrvačky i v zámku regulační ručky (str. 21). Zvláštní druhy regulačních ruček jsou popsány na str. 31-35 Pak vlásek z můstku vyjmeme a nasadíme

na setrvačku tak, aby špalík zaujal správnou polohu k vodičku u kotvového kroku a k popudným plochám u kroku válečkového. Věnujeme pozornost sestředění (zda nehází na setrvačce). Po této zkoušce montujeme vlásek se setrvačkou k jejímu mŕtku.

9. Montáž setrvačky do stroje. Předchází jí mazání ložisek. Setrvačku pak nasadíme tak, aby popudný kámen vnikl do výřezu vidlice a čepy do ložisek. Nesmí totiž dojít k poškození těchto nejchoulostivějších částí stroje.
10. Seřizování chodu. I při mírně nataženém peru má mít setrvačka dobrý rozkyv. Pozorujeme polohu vlásku, zda se někde netísni, jeho mezeru v zámku, rovnoměrnost rozvíjení. Nastavíme regulační ručku do obou krajních poloh a dbáme na to, aby se při této manipulaci vlásek nedeformoval. Odposloucháváním zjišťujeme, zda stroj nekulhá a zda se neozývají různé nepatřičné zvuky, které by nás upozornily na eventuální závady. Stroj takto kontrolujeme ve všech určených polohách. Je-li tikot příliš slabý, použijeme k zesílení naslouchacího válce.
11. Nasazení číselníku a ruček. Před nasazením číselníku namažeme ložiska a místa, jež zůstanou pod číselníkem, a číselník připevníme. Je-li číselník upevněn společně se strojem, nasazujeme ho až po jeho vsazení do pouzdra, stejně jako ručky. U ostatních typů je postup opačný. Důležitá je velikost axiální vůle hodinového kola, jež bývá zajištěno pružnou podložkou.
12. Vsazení stroje do pouzdra. Před tímto úkonem zásadně vždy překontrolujeme čistotu pouzdra a foukačkou vyfoukneme i dovnitř vniklý prach. Po vsazení stroje do pouzdra překontrolujeme řízení ruček, nedrhnou-li o sklo nebo nezachytávají-li o sebe. Naolejujeme i ložiska s druhé strany před uzavřením pouzdra. U starých náramkových hodinek (nejčastěji se zlatým pouzdrém) se stává, že při připoutání na ruku tlačí víčko na mŕstky stroje. Je proto vhodné i to odzkoušet.

13. Regulace stroje. Provádí se zkoušením anebo vibrografem. Zkoušením porovnáme časové difference proti časovému normálu a chod stroje regulujeme do případných mezí, odpovídajících kvalitě hodiněk. Tuto regulaci lze provádět v pouzdře i bez něho. Regulace v pouzdře je spojena s časovými ztrátami (otvírání pouzdra, vyjímání stroje). Na regulaci bez pouzdra nejsou však naše opravní dostatečně vybaveny, neboť je třeba stroj ukládat do naprosto bezprašného prostoru. Regulace vibrografem bude popsána až ve III. ročníku.
14. Uvedený postup demontáže a montáže hodiněk není univerzální. Každý typ a konstrukce stroje má své zvláštnosti, které je nutno respektovat. Rozšíření o tyto poznatky přináší však již jen praxe. Je samozřejmé, že jednotlivé pokyny ke kontrole se vztahují na prvním místě k opravě a musí být vodítkem již při demontáži, kdy všechny závady zjišťujeme.

M a z á n í s t r o j e

D r u h y o l e j ů

Kdysi si každý hodinář připravil oleje sám. Ve starých hodinářských časopisech najdeme různé recepty. Volba druhu olejů se řídí požadavky jednotlivých částí hodinových strojů, a proto se zatím nepodařilo vyrobit olej univerzální. Například síly, které působí prostřednictvím kroku pohyb setrvačky, jsou u některých strojů tak nepatrné, že nesprávné naolejování může způsobit i zastavení celého stroje. Na hodinářské oleje jsou kladeny tyto požadavky:

1. Soudržnost v kapce je vlastnost zvlášť důležitá u hodin přenosných. Kdyby u náramkových hodiněk olej tuto vlastnost neměl, vyteče při pohybu ruky z ložiska a čep se bude otáček nasucho. Hodinky musí jít po jednom namazání více let a jsou v činnosti plných 24 hodin denně. Při nedostatečné soudržnosti oleje v kapce se dostane olej i na zuby kol a vlásek,

což způsobí lepení vlásku, předcházení nebo i zastavení hodin.
dinek.

2. Chemická odolnost mazacích hodinářských materiálů je zvláště důležitá proto, že většina pouzder nezamezí zcela vnikání nečistot do stroje, a tím do oleje. Rozklad oleje je ovlivňován také vlivem síry a fosforu, které jsou přimíšeny v ocelích, ze kterých jsou čepy hřídelí vyrobeny. Rozkladem olejů nedostačujícími jakostí vznikají v ložiskách nečistoty, které se jako zaschlé zbytky velmi obtížně odstraňují a snižují silně mazivost oleje.
3. Olej si musí podržet mazací schopnost i ve velmi tenké vrstvě. V miniaturním hodinovém strojku je rozestřen vždy do velmi tenké vrstvy, takže jsou součástí v mnoha případech mazány pouhou olejovou emulzí. Olej nesmí být ani příliš hustý, ani příliš řídký, a nesmí přitom vysychat.
4. Při kolísání teploty, kterému jsou hodinové stroje téměř vždy vystaveny, musí olej podržet neměnný stupeň viskozity. Ten se pohybuje mezi 10 až 100 stupni. Znamená to, že hodinářské oleje vytékají desetkrát až stokrát pomaleji než voda.

☒ výrobě hodinářských olejů se používá několika zdrojů.

Oleje živočišné. Jsou to převážně oleje kostní, které se vyrábějí z kostí sudokopytníků. Dříve se vyráběly sušením kostí, z nichž při teplotě kolem 60°C začal vytékat olej. Oleje připravované z hovězích paznehtů jsou dodnes nejdůležitější součástí hodinářských olejů. Kostní oleje mají výbornou soudržnost v kapce, jejich chemická odolnost je však poměrně špatná. Rozkládají se hlavně účinkem denního světla, postupně houstnou až pryskyřnatí. Kyselina olejová, která se přitom tvoří, poškozují povrch součástek. Jinak mají velmi dobré mazací schopnosti i v tenké vrstvě a jejich stupeň viskozity se vlivem tepla nemění.

Oleje minerální nemají dobrou soudržnost v kapce, ale jsou chemicky velmi stálé. Jejich mazací schopnost je v tenké vrstvě horší než u olejů kostních.

V dnešní tovární výrobě se používá nejvíce obou těchto zdrojů olejů, k nimž se přidávají různé antioxidační prostředky.

Oleje umělé (syntetické) jsou mazadla odlišného původu; mají s oleji živočišnými a minerálními společný pouze název. Jejich složení je převážně výrobním tajemstvím firem, které se jejich výrobou zabývají. Mají vysokou chemickou stabilitu a odolnost.

U nás se nejvíce používají oleje vyráběné závodem Cuypers v Drážďanech. Jsou označeny čísly.

Druh č. 1 má vysoký obsah paznehtového oleje. Používá se výlučně na mazání kamenových palet, jestliže zabírají s ocelovým krokovým kolem. Nemá se však používat, jestliže kamenová paleta zabírá s kolem mosazným, protože pak se tento olej rozkládá. Je v něm malá přísada oleje minerálního.

Druh č. 2 má tu zvláštnost, že vzdoruje působení síry a fosforu z oceli. Používá se ho proto na mazání všech uložení čepů, které se otáčejí v kamenovém ložisku. Dále se používá k mazání ložiskových šroubů, které jsou často vyrobeny z oceli s příměsí síry. Mažou se jím i zuby válcového kola, protože zde dochází k záběru ocele s ocelí. Tento druh oleje je nejřidší a vyrábí se pravděpodobně umělou cestou.

Druh č. 3 je rovněž směsí paznehtového oleje s minerálním. Poměr těchto olejů je takový, že se zachovává soudržnost v kapce i chemická odolnost. Používá se na všechny čepy v mosazných ložiscích. Je nejuniverzálnějším olejem a hodí se proto i na mazání per.

Druh č. 4 má neznámé složení. Vyznačuje se velkou odolností proti vzdušné vlhkosti a proto se používá hlavně pro velké hodiny.

K mazání natahovacích ústrojí a per se v hodinářství používá konzistenčních tuků. Jsou vyráběny rovněž firmou Cuypers z parafinových olejů a snášíjí teploty v rozmezí -40°C až $+120^{\circ}\text{C}$, aniž ztrácejí svou viskozitu. Vyznačují se dále značnou necitlivostí proti všem kovům a značnou vláčností. Nejznámější jsou tři druhy:

Tuhý BOX, řidší BOW a polotekutý BOZ.

Životnost hodinářských olejů prodloužíme, jestliže je chráníme před vlivem světla a znečištěním. Proto má vyčištění stroje od všech zbytků starých olejů takový význam. Aby nedošlo k předčasnému znehodnocení olejů, je třeba zachovávat tato pravidla :

Oleje se mají skladovat vždy v původním balení.

Mají se chránit před světlem a větším kolísáním teploty.

Máme se řídit garančními lhůtami olejů (oleje starší dvou let nepoužívat).

Do prázdných lahvíček od oleje se nemá nikdy dávat olej nový.

Neolejovat přímo z lahvíček, ale z olejničky, do které vždy jen odkápneme malou zásobu oleje.

Před novým dávkováním musíme olejničku bezvadně vyčistit benzínem.

Po několika dnech starý olej vyměnit.

Olejnička má být z achátu a pro každý druh oleje musí být zvláštní miska.

Misky musí být chráněny před světlem a prachem.

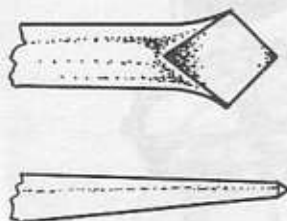
Po každém použití máme misku ihned uzavřít.

Mazání lze provádět jen vhodnými nástroji. Na obr. 105 je sada olejových misek, výrobek ZENITH. Na obr. 106 je olejníček (mazáček) vyrobený z oceli (nebo nerezoceli). Mazáček nesmí být příliš tlustý; opravář jich musí mít několik v různých velikostech. Na obr. 107 je olejníček automatický, který velmi dobře

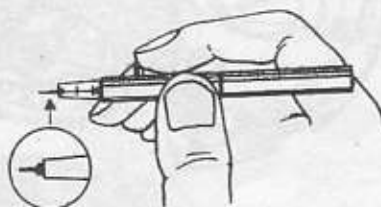


vyhovuje i k mazání ložisek s krycím kamenem, použije-li se současně i ocelové jehly k zasunutí oleje dovnitř.

Obr.105 - Sada olejových misek zn. ZENITH



Obr.106 - Tvar ocelového olejníčku



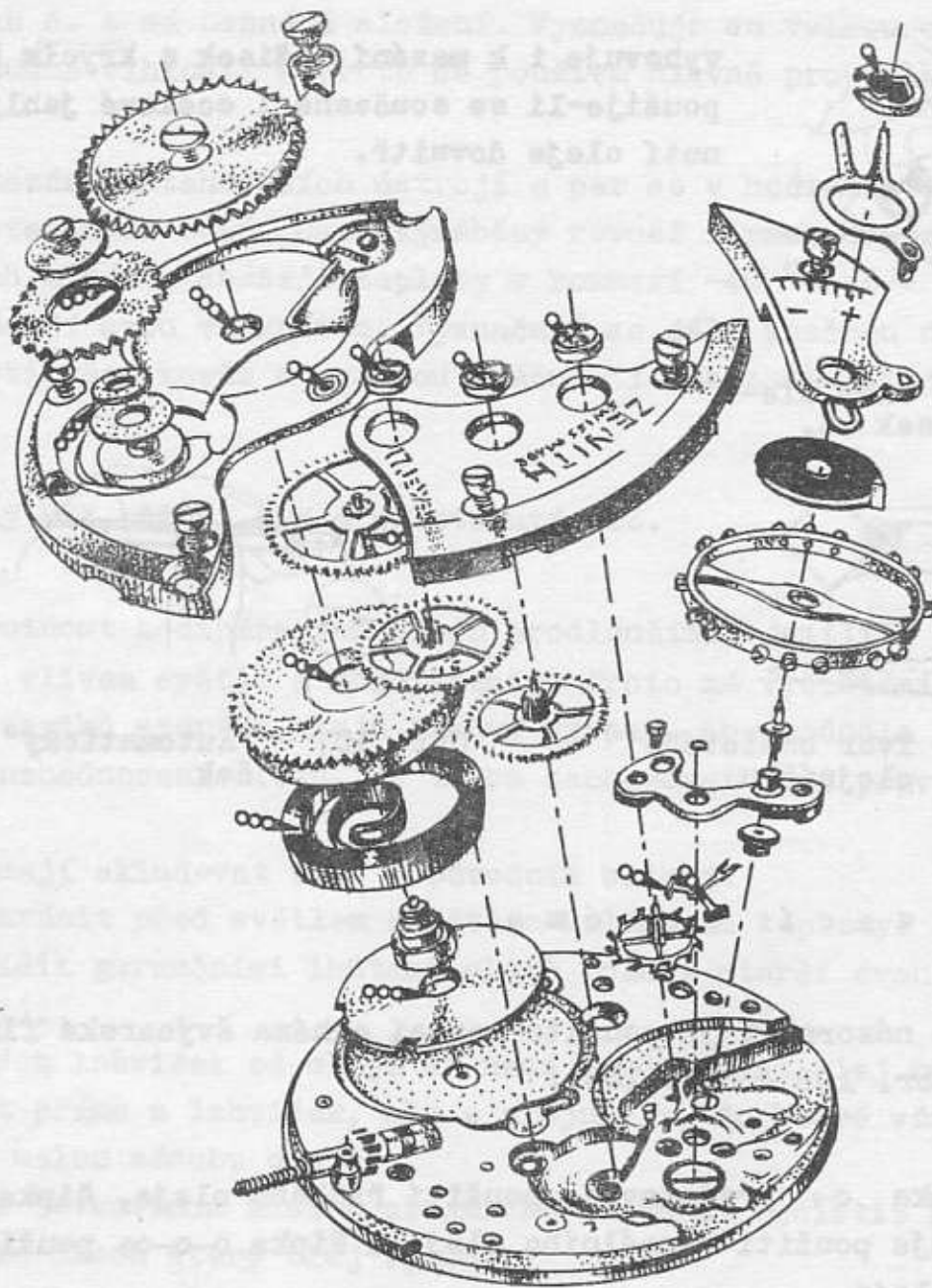
Obr. 107 - "Automatický" olejníček

M a z a c í s c h é m a

Pro názornost je použito mazací schéma švýcarské firmy ZENITH (obr. 108 a obr. 109).

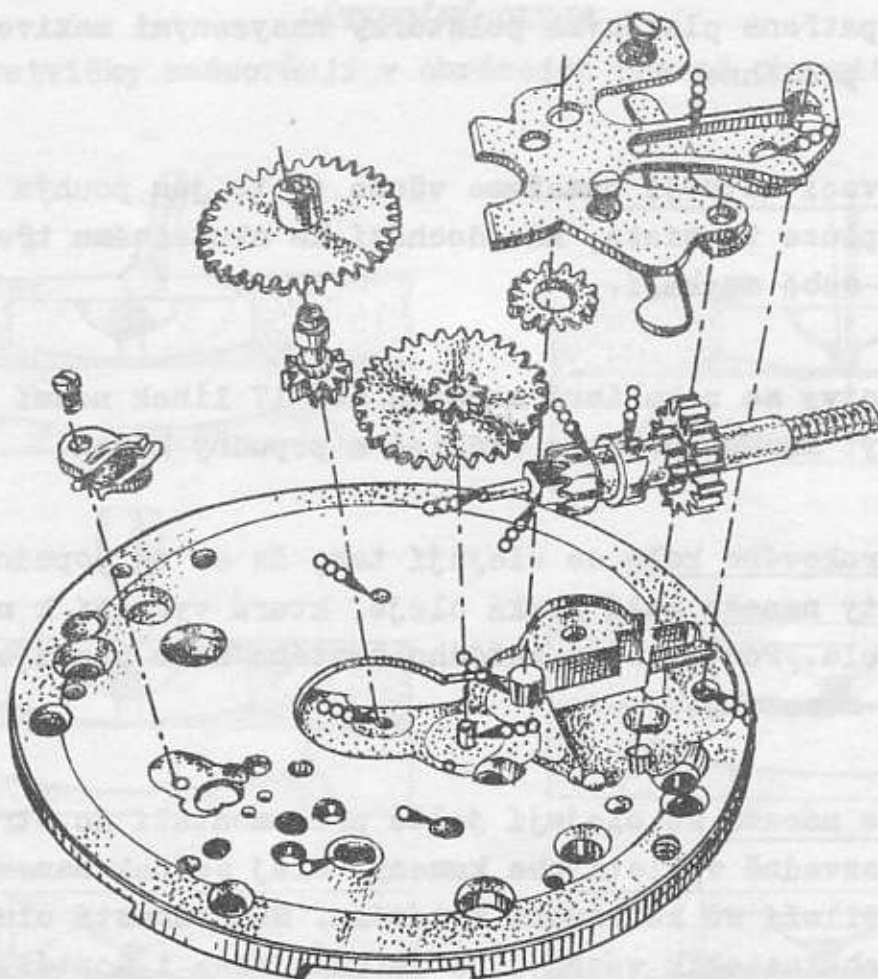
Šipka $o \rightarrow$ představuje použití řídkého oleje, šipka $o-o \rightarrow$ představuje použití normálního oleje a šipka $o-o-o \rightarrow$ použití hustého oleje.

Při použití olejů Cuypers se řídíme jejich chemickými vlastnostmi a návodem podle číselného označení. Toto orientační schéma předvádí velmi názorně všechna místa, která je třeba mazat.



Obr. 108 - Mazací schéma zn. ZENITH

97-0291



Obr. 109 - Mazací schéma zn. ZENITH

D á v k o v á n í o l e j e

Zásadou pro dávkování oleje je požadavek nezbytně potřebného množství. Oba případy nerespektující toto pravidlo způsobují nedostatečné mazání. Malá dávka totiž nedostačuje a velká způsobí únik nejen nadbytečného množství oleje, ale i toho, který by měl v ložisku zůstat. Proto je dávkování oleje více otázkou citu a praxe, než povšechných pravidel. K získání potřebného citu slouží znalost vlastností oleje a požadavků, které naň chod stroje klade. V některých případech se uplatňují i speciální požadavky.

Pero musí být před navinutím do perovníku namazáno po obou stranách. S výhodou se k tomu účelu používá příručky, která je

na hrotech opatřena plstěnými polštářky nasycenými mazivem; mezi nimi se pero protáhne.

Natahovací ústrojí nemažeme všude (a to jen pouhým kápnutím oleje), ale pouze ta místa, kde dochází ke skutečnému tření, kde se plochy po sobě smykají.

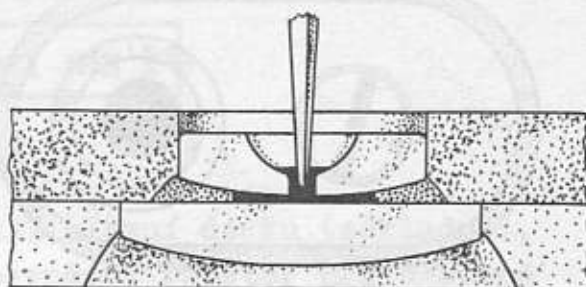
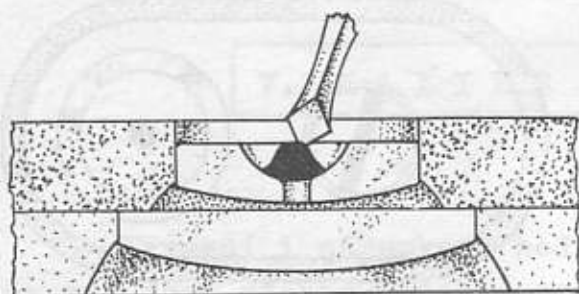
Čepy kotvy se u kalibrů menších než 17 linek nesmí olejovat. Také nesmí být mazán výřez ve vidlici a popudný kámen.

Zuby krokového kola se olejují tak, že se na popudnou plochu vstupní palety nanese malá kapka oleje, která vystačí k namazání asi 5 zubů kola. Postup se u každého šestého zubu opakuje, až jsou všechny zuby namazány.

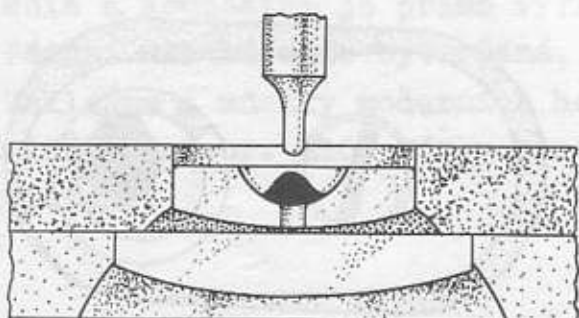
Tlumiče nárazů se olejují ještě před montáží do stroje. Nejprve se bezvadně vyčistí oba kameny. Olej se pak nanese na krycí kámen a přiloží se ke kamenu vrтанému. Soudržností oleje jsou oba díly k sobě natolik vázány, že je usnadněna i montáž.

Pozor na množství oleje! Dostane-li se olej svou vzlíná-
vostí na rameno vidlice a odtud na dorazové kolíky, způsobí zá-
vadu, kterou později těžko zjišťujeme. Za čas totiž zhoustne a
kotvička se na dorazové kolíky lepí. Hodinky ztrácejí dobrý chod
a opravář se marně snaží opravit závadu seřizováním kroku. Teprve
když se kolíky očistí (obvykle musí být použito ocelového hladít-
ka), dostane setrvačka správný rozkyv. V případech, kdy není
vyhnutí, se kamenová ložiska s krycím kamenem olejují zevnitř.
Kapička oleje se pak čistým ocelovým hrotem zasune až na krycí
kámen.

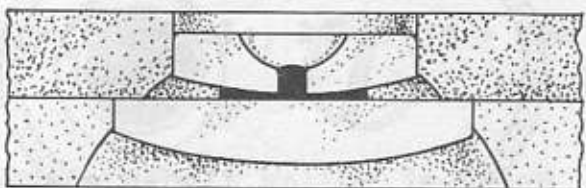
Olejové vrstvičky znázorňují v obrázcích přesně ohraničené černé plošky



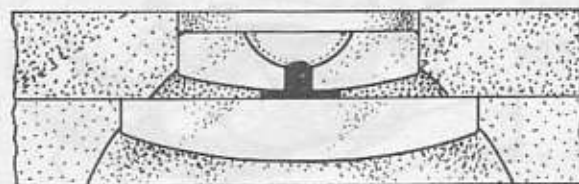
2



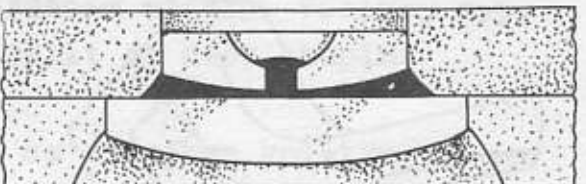
3



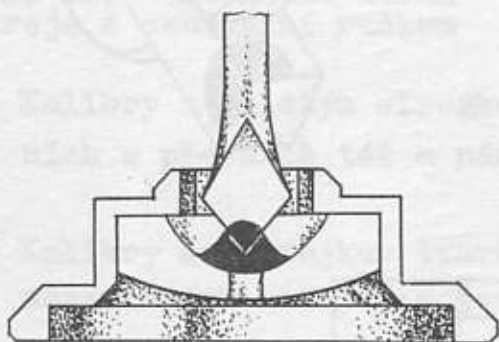
4



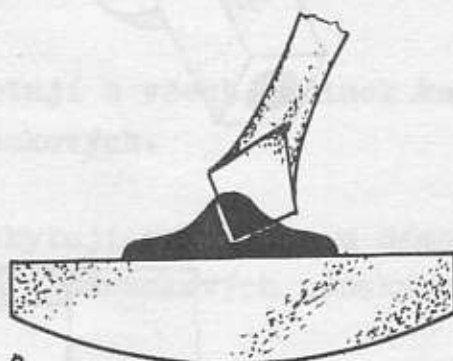
5



6



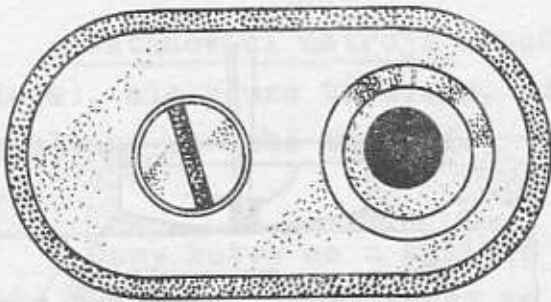
7



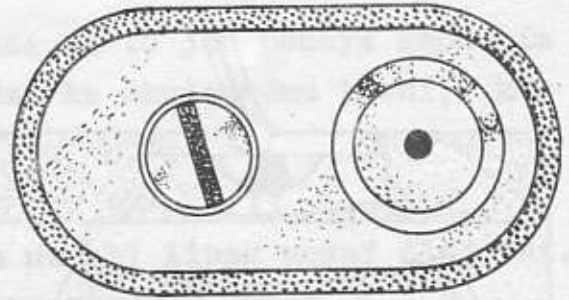
8

1. Mazáčkem nanese se kapku oleje do olejové misky. 2. Jehlou vsuneme tuto kapku dovnitř ložiska. 3. Čep pro správné zavedení kapky nevyhovuje. 4. Správná dávka oleje v ložisku. 5. Nedostatečná dávka oleje v ložisku. 6. Nadměrná dávka oleje v ložisku. 7. Nesprávná metoda mazání ložiska tlumiče nárazů. 8. Správný postup mazání; olej umístíme doprostřed krycího kamene.

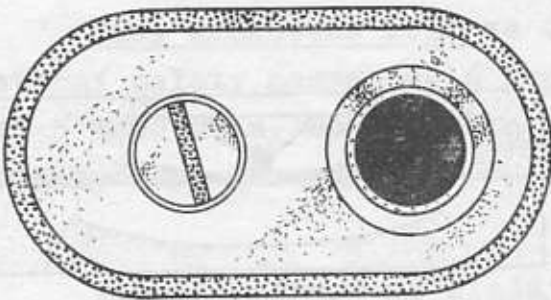
Olejové vrstvičky znázorňují v obrázcích přesně ohraničené černé plošky



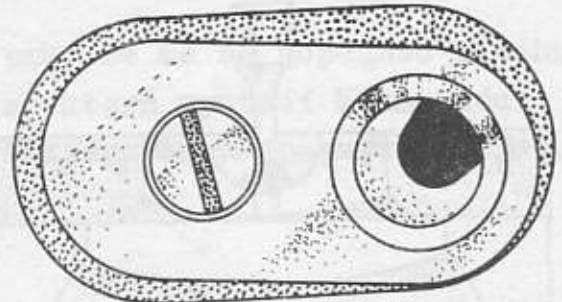
9



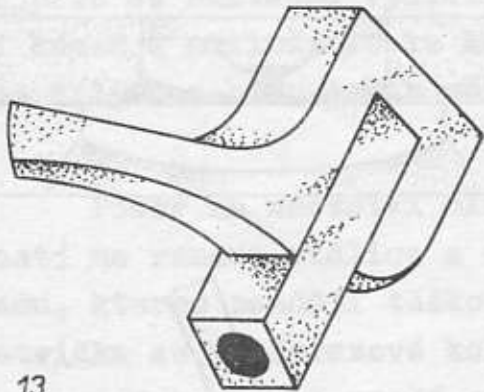
10



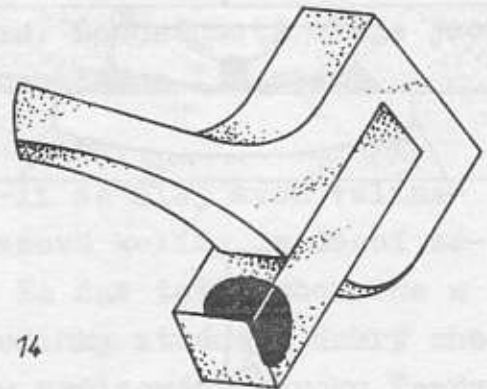
11



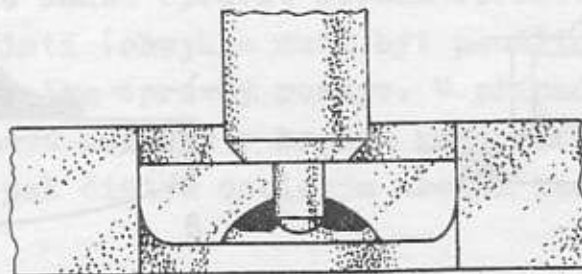
12



13



14

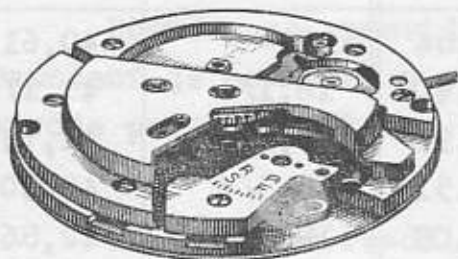


15

9. Správně umístěné normální množství oleje. 10. Nedostatečná dávka oleje. 11. Nadměrná dávka oleje. 12. Krycí deska je v nesprávné poloze; uskutečnit takto vyhovující mazání je nemožné. 13. Popudná plocha je jediné místo, kde se paleta maže. 14. Nesprávně namazaná paleta; olej přišel na záchytnou i boční plochu kamene. 15. Normální dávka oleje pro čep kola.

V. K A L I B R H O D I N E K

Kapesní i náramkové hodinky mají hlavní desku (základnu), na níž jsou všechny můstky stroje upevněny. Prostor pro některá kola a součástky je přímo vyfrézován v základně. Úprava i uspořádání můstek může být různá, stejně jako vytvarování základny. Základnu a můstky moderních hodinek s centrální vteřinovou ručkou vidíme na obr. 110. Název můstku určuje vždy kolo, které je v něm uloženo.



Obr. 110 - Základní deska stroje s centrální ručkou

Typ stroje neboli kalibr je určen velikostí základny, tvarem a úpravou nebo uspořádáním můstek. Všechny typy můžeme rozdělit do dvou skupin:

1. kalibry se strojkem kulatým,
2. kalibry se strojkem tvarovým.

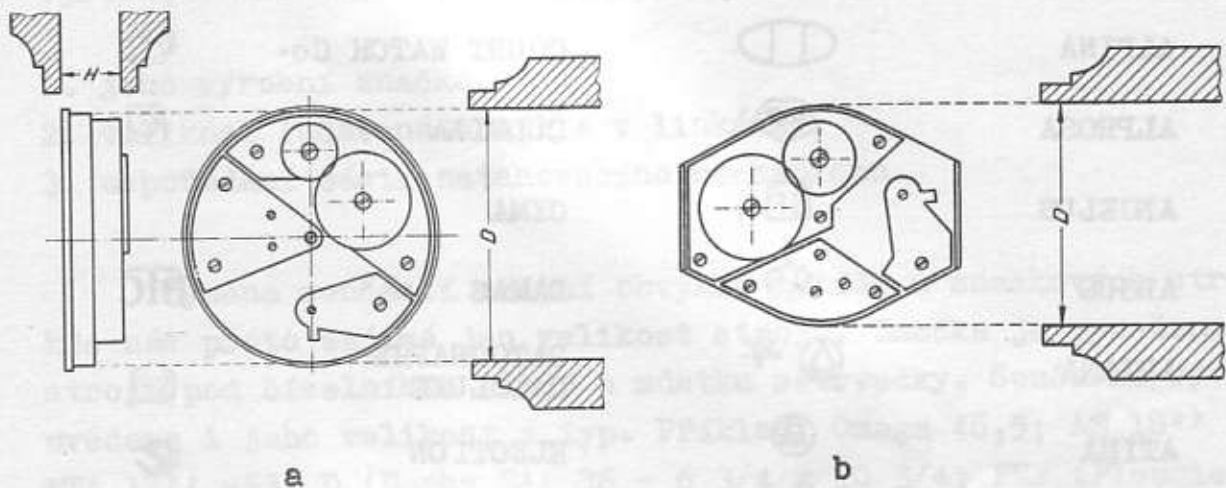
1. Kalibry s kulatým strojkem se vyskytují u všech hodinek kapesních a převážně též u pánských náramkových.
2. Kalibry se strojkem tvarovým se vyskytují ponejvíce u dámských náramkových hodinek a jen výjimečně u náramkových pánských.

Rozměry strojů se udávají v linkách a milimetrech. Jedna linka představuje délku 2,256 mm. U strojů s kruhovou základnou udáváme průměr; u tvarových strojů se bere za základ nejmenší průměr základny, někdy se u nich uvádí i největší délka

Převodní tabulka linek na milimetry
(pařížské linky)

Linky	mm	Linky	mm	Linky	mm
3	6,77	6	13,53	9	20,30
3,1/4	7,33	6,1/4	14,10	9,1/4	20,87
3,1/2	7,90	6,1/2	14,66	9,1/2	21,43
3,3/4	8,46	6,3/4	15,23	9,3/4	21,99
4	9,02	7	15,79	10	22,56
4,1/4	9,59	7,1/4	16,35	10,1/4	23,12
4,1/2	10,15	7,1/2	16,92	10,1/2	23,69
4,3/4	10,72	5,3/4	17,48	10,3/4	24,25
5	11,28	8	18,05	11	24,81
5,1/4	11,84	8,1/4	18,61	11,1/4	25,38
5,1/2	12,41	8,1/2	19,17	11,1/2	25,94
5,3/4	12,97	8,3/4	19,74	11,3/4	26,51
12	27,07	15	33,84	18	40,61
12,1/4	27,63	15,1/4	34,40	18,1/4	41,17
12,1/2	28,20	15,1/2	34,97	18,1/2	41,73
12,3/4	28,76	15,3/4	35,53	18,3/4	42,30
13	29,33	16	36,09	19	42,86
13,1/4	29,89	16,1/4	36,66	19,1/4	43,43
13,1/2	30,45	16,1/2	37,22	19,1/2	43,99
13,3/4	31,02	16,3/4	37,79	19,3/4	44,55
14	31,58	17	38,35	20	45,12
14,1/4	32,15	17,1/4	38,91	20,1/4	45,68
14,1/2	32,71	17,1/2	39,48	20,1/2	46,25
14,3/4	33,27	17,3/4	40,04	20,3/4	46,81
21	47,37	22,1/2	50,76	24	54,14
21,1/4	47,94	22,3/4	51,32	24,1/4	54,71
21,1/2	48,50	23	51,88	24,1/2	55,27
21,3/4	49,07	23,1/4	52,45	24,3/4	55,83
22	49,63	23,1/2	53,01	25	56,40
22,1/4	50,19	23,3/4	53,58		

(7 3/4 x 11). Měření je naznačeno na obr. 111a; b (švýcarský způsob).



Obr. 111 - a - měření kulatého stroje; b - měření tvarového stroje

Rozměry se zpravidla na strojích neoznačují, jenom kalibry. Označení je současně s výrobní značkou vyraženo obvykle na desce stroje pod číselníkem.

Základna má rozdílné uspořádání můstků podle různých typů strojů. Čtyři základní druhy vidíme na obr. 112. Můstkovým typem



Obr. 112 - Typy strojů podle uspořádání můstků

je nazýván stroj, u něhož má každé kolo svůj můstek. Tříčtvrtinovým typem (kalibrem) jmenujeme stroj, u něhož je pod zvláštním můstkem krokové kolo, kotva a setrvačka. Ostatní kola jsou pod společným můstkem. Uspořádání můstku je velmi různé a podléhá zpravidla snaze výrobce, který chce na trh přinést něco nového, atraktivního.

ACVATIC		CORTEBERT	
ADRIA		COURSIER	
ALPINA		COURT WATCH Co.	
ALPROSA		CULMINA	
ANGELUS		CYMA	
ARGUS		DAMAS	
ARIANA		DATOGRAFHE DATOLUXE	
ATIMA		ELECTION	
ATOX		ENI CAR	
AUDEMARS PIGUET & Co.		ERMETO	
BULLA		ERAS	
BUREN VAN BUREN		ESTA	
CALENDERMETO CALENETTE CALENDOGRAF		EXCELSIOR EXCELSIOR PARK	
CERTINA		FAVERGES	
CERTO		MARC FAVRE	
CHROMICAR		FINA	
CHRONODATO		FRENCA	
CIVITAS		GALA	
CODEX		GENEVA SPORT GENEVASPORT GENEVA SPORT WATCH	

Obr. 113 - Značky některých západoevropských hodinářských výrobků

Při výměně vadných součástí je důležité zjistit typ (kalibr) stroje, hlavně jedná-li se o součást, kterou nedokážeme vyrobit sami. Charakteristikou kalibru (typu stroje) je:

1. jeho výrobní značka,
2. velikost (udávaná obvykle v linkách),
3. uspořádání částí natahovacího mechanismu.

Výměna součástí nečiní obvykle potíží u značkových strojů, kde nás proto zajímá jen velikost stroje. Značka je vyražena na stroji pod číselníkem někdy u můstku setrvačky. Současně bývá uvedena i jeho velikost a typ. Příklad: Omega 46,5; AS 18'' 284; ETA 17'' 953; D (Derby SA) 36 - 6 3/4 x 10 3/4; FEF (Fleurier) 7 3/4 x 11'' apod. Některé z nejdůležitějších značek jsou uvedeny na obr. 113. Celé jméno vyražené na stroji mají např. zn. MOVADO, DOXA, OMEGA, ETERNA, Patek Philippe, Tavannes, Cortebert, Zenith, Cyma, Longines i jiné. Stroje sovětské výroby jsou značeny obvykle na můstcích, a to názvem, značkou i kalibrem. Velikost stroje (např. průměr) není značena v linkách, ale v milimetrech. Tento rozměr udává první dvojčíslí kalibru. Např. ВОСТОК (Wostok) kalibr 2209 představuje stroj o průměru 22 mm. Z dalších značek to jsou ПОЛЕТ (Poljot), РАКЕТА (Raketa), СЛАВА (Slava), ЗАРЯ (Zaria), ЛУХ (Luch), ЧАЙКА (Čajka), МОЛНИЯ (Molnia). Značky těchto strojů jsou na obr. 114.

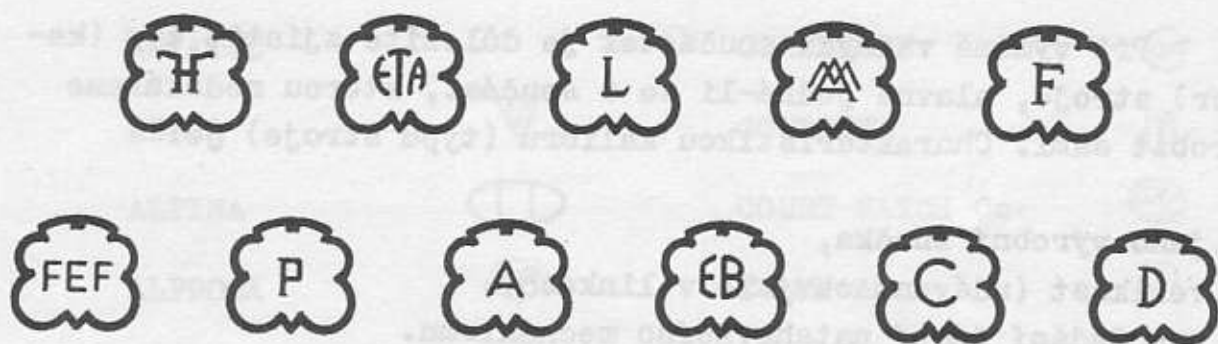


Obr. 114 - Značky sovětských hodinek

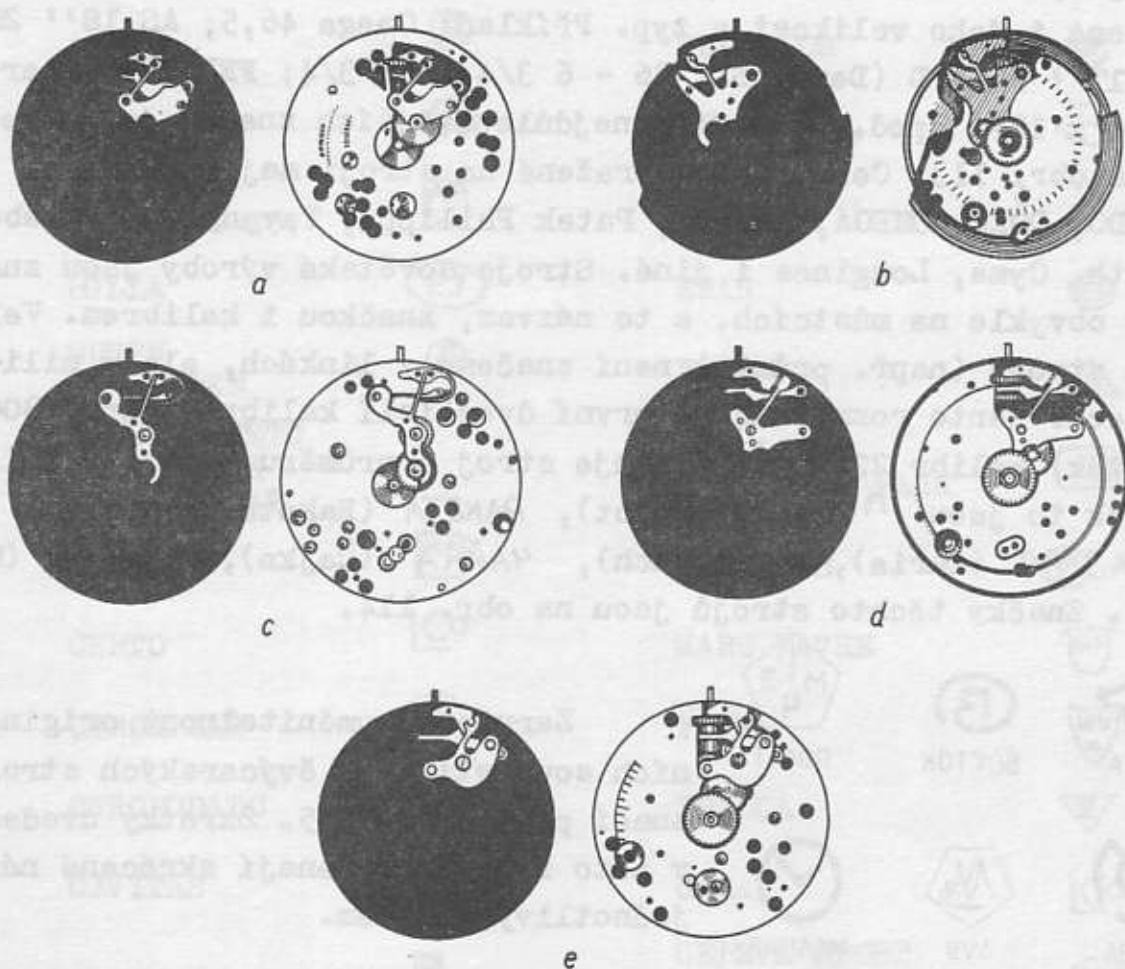
Zaručená vyměnitelnost originálních součástí se u švýcarských strojů značí podle obr. 115. Zkratky uvedené v této značce znamenají zkrácené názvy jednotlivých firem.

U strojů, které nemají značku vyraženu, používáme k určení kalibru katalogů. V nich jsou fotografie strojů s natahovacím mechanismem (obvykle ve skutečné velikosti) a uspořádání dílců natahovacího mechanismu. Příklady uspořádání některých natahovacích mechanismů jsou





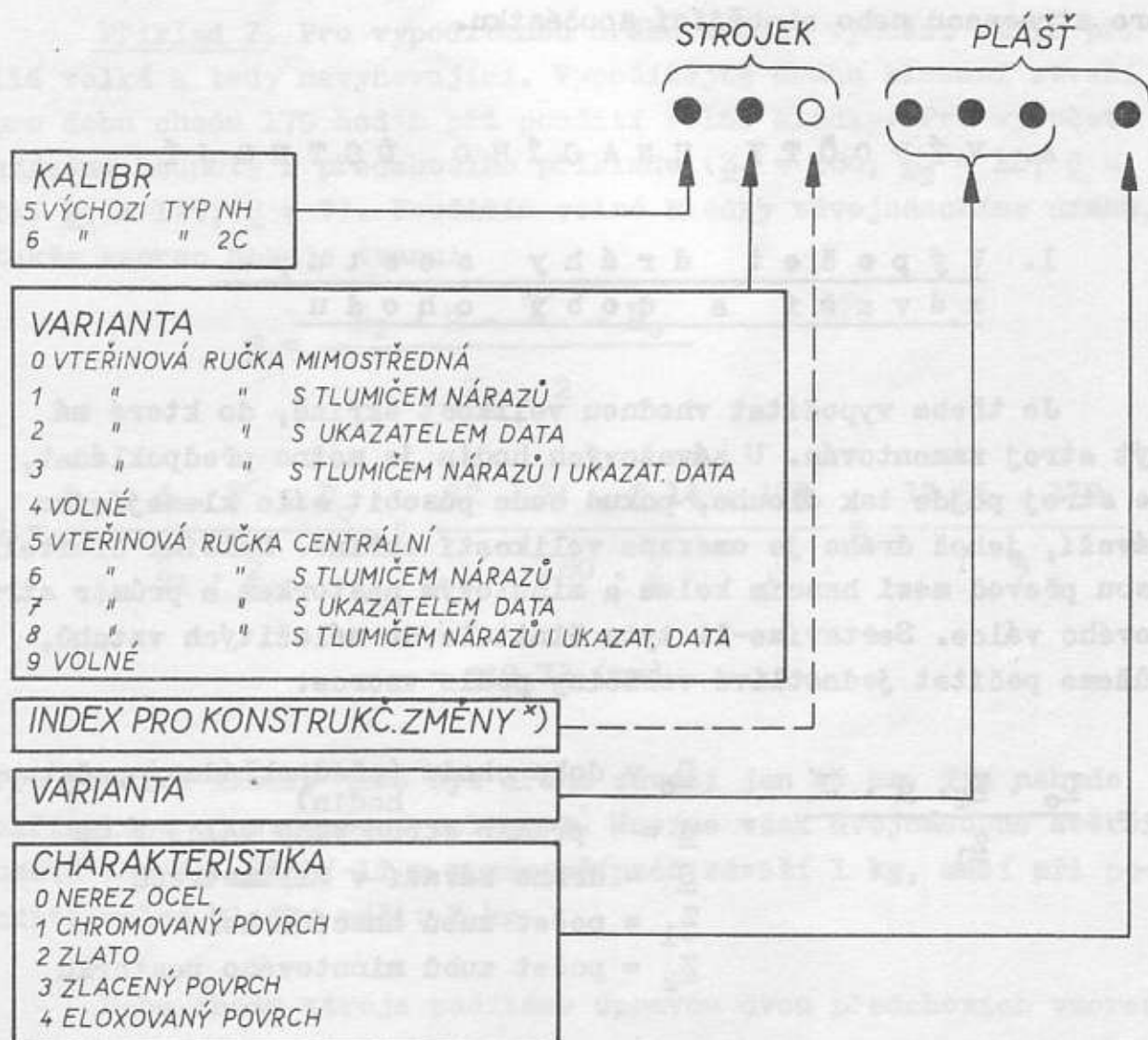
Obr. 115 - Značky švýcarských strojů se zaručenou vyměnitelností součástí



Obr. 116 - Typy strojů podle uspořádání natahovacích mechanismů, katalog JACOB

reprodukovány na obr. 116. V katalogu nalezneme též značku stroje i jeho velikost. Jednotlivé součásti jsou uvedeny pod čísly technického slovníku.

Chronotechna, n.p., Nové Město n./Met. používá pro své výrobky toto číselné označení:



x) Poznámka: Index pro konstrukční změny se uvádí jen pro interní potřebu ve výrobní i odbytové dokumentaci a na základně strojku v případě, že byla uplatněna konstrukční změna, mající vliv na náhradní díly. Vyjadřuje se pořadovými čísly 1 až 9, pro každý kalibr a jeho variantu zvlášť.

V Ý P O Č T Y

Doba, kdy hodinář vyráběl v dílně celé hodiny, patří již minulosti. Proto dnešní opravář vystačí s jednoduchými výpočty hlavního soukolí I. a II. skupiny, převodu ručkového soukolí a počtu kyvů oscilátoru, aby mohl určit výpočtem hodnoty potřebné pro ztracenou nebo chybějící součástku.

A. V Ý P O Č T Y H N A C Í H O Ú S T R O J Í

1. V ý p o č e t d r á h y s e s t u p u z á v a ž í a d o b y c h o d u

Je třeba vypočítat vhodnou velikost skříně, do které má být stroj zamontován. U závažových hodin je možno předpokládat, že stroj půjde tak dlouho, pokud bude působit síla klesajícího závaží, jehož dráha je omezena velikostí skříně. Dalšími činiteli jsou převod mezi hnacím kolem a minutovým pastorkem a průměr strunového válce. Sestavíme-li tyto činitele do náležitých vztahů, můžeme počítat jednotlivé veličiny podle vzorce:

$$\underline{S} = \frac{\underline{D}_0 \cdot \underline{Z}_2 \cdot \underline{d} \cdot \pi}{\underline{Z}_1}$$

- \underline{D}_0 = doba chodu (předpokládaný počet hodin)
 \underline{d} = průměr strunového válce v mm
 \underline{S} = dráha závaží v milimetrech
 \underline{Z}_1 = počet zubů hnacího kola
 \underline{Z}_2 = počet zubů minutového pastorku

Příklad 1. Závaží působí přímo na strunový válec (není použito kladky) a je zavěšeno na struně. Průměr válce je 24 mm, předpokládaná doba chodu je 179 hodin. Hnací kolo má 180 zubů, minutový pastorek 12 zubů. Vypočítejte dráhu \underline{S} závaží, aby mohla být určena velikost skříně.

$$\underline{S} = \frac{\underline{D}_0 \cdot \underline{Z}_2 \cdot \underline{d} \cdot \pi}{\underline{Z}_1} = \frac{179 \cdot 12 \cdot 24 \cdot 3,14}{180} = 900 \text{ (mm)}$$

Dráha závaží je 900 mm, tj. 90 cm.

Příklad 2. Pro vypočítanou dráhu závaží vychází skříň příliš velká a tedy nevyhovující. Vypočítejte dráhu klesání závaží pro dobu chodu 179 hodin při použití volné kladky. Pro výpočet užíváme hodnoty z předchozího příkladu ($\underline{Z}_1 = 180$; $\underline{Z}_2 = 12$; $\underline{d} = 24$; $\underline{D}_0 = 179$; $\underline{S} = ?$). Použitím volné kladky zdvojnásobíme dráhu, takže vzorec nabude tvaru:

$$\underline{S} = \frac{\underline{Z}_2 \cdot \underline{d} \cdot \pi \cdot \underline{D}_0}{\underline{Z}_1 \cdot 2}$$

$$\underline{S} = \frac{\underline{Z}_2 \cdot \underline{d} \cdot \pi \cdot \underline{D}_0}{\underline{Z}_1 \cdot 2} = \frac{12 \cdot 24 \cdot 3,14 \cdot 179}{180 \cdot 2} = \frac{12,56 \cdot 179}{5} = 449,73 \text{ (mm)}$$

Při použití kladky může být dráha závaží jen 45 cm. Tím nabude skříň lépe odpovídající velikost. Musíme však dvojnásobně zvětšit hmotu závaží. Stačí-li v prvním případě závaží 1 kg, musí při použití volné kladky vážit 2 kg.

Dobu chodu stroje počítáme úpravou dvou předchozích vzorců:

$$\underline{D}_0 = \frac{\underline{Z}_1 \cdot \underline{S}}{\underline{Z}_2 \cdot \underline{d} \cdot \pi}$$

$$\underline{D}_0 = \frac{\underline{Z}_1 \cdot \underline{S} \cdot 2}{\underline{Z}_2 \cdot \underline{d} \cdot \pi}$$

Pro přímé zavěšení

Při použité kladce

P ř e v o d o z u b e n ý m i k o l y

Ozubený převod, který se u hodinových strojů v hnacím ústrojí vyskytuje nejčastěji, má rozdílný počet zubů. Hnací kolo má velký a pastorek minutového kola naopak malý počet zubů. Abychom lépe porozuměli převodům ozubených kol, vezmeme za základ dvě kola třecí, která se po sobě odvalují a přenášejí krouticí moment. Velké třecí kolo \underline{D}_1 má např. průměr 25,48 mm a malé třecí kolo \underline{D}_2 průměr 6,37 mm. Zatímco otočíme kolem \underline{D}_1 jednou, otočí se kolo \underline{D}_2 tolikrát, kolikrát je obsažen obvod kola \underline{D}_2 v obvodu kola \underline{D}_1 .

Početně vychází:

$$\underline{O}_1 = \underline{D}_1 \cdot \underline{\pi} ; \quad \underline{O}_1 = 25,48 \cdot 3,14 \doteq 80 \text{ (mm)}$$

$$\underline{O}_2 = \underline{D}_2 \cdot \underline{\pi} ; \quad \underline{O}_2 = 6,37 \cdot 3,14 \doteq 20 \text{ (mm)}$$

Obvody jsou různé délky. Vypočítáme-li poměr mezi nimi, určíli jsme současně, kolik otáček učiní kolo \underline{D}_2 během jedné otáčky kola \underline{D}_1 .

$$\frac{\underline{D}_1}{\underline{D}_2} = \frac{80}{20} = \frac{4}{1}$$

Poměr obvodů (i průměr) kol je podle výpočtu 4 : 1. Úvahou dojdeme k závěru, že otáčky kola \underline{D}_2 budou vyšší, než otáčky kola \underline{D}_1 . Podle hodnot dosazených do výpočtu učiní kolo \underline{D}_1 jednu otáčku, zatímco kolo \underline{D}_2 uskuteční otáčky čtyři.

Pro převod kol můžeme tak odvodit poučku:

Otáčky jsou v n e p ř í m é m poměru s průměry kol (nebo s počty zubů). Čím větší počet zubů má kolo hnané, tím méně otáček koná. Čím menší je počet zubů u kola hnaného (čím menší

je jeho průměr), tím více otáček koná. Tento vztah vyjádříme poměrem:

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

D_1 = průměr kola hnacího
 D_2 = průměr kola hnaného
 n_1 = otáčky kola hnacího
 n_2 = otáčky kola hnaného

Je-li tedy poměr mezi třecími koly 4 : 1, bude poměr jejich otáček 1 : 4.

Poněvadž ozubené kolo je v podstatě kolo třecí, opatřené zuby v takovém poměru, v jakém stojí k sobě obvody (průměry) kol, můžeme D_1 a D_2 nahradit Z_1 a Z_2 , aniž bychom poměr porušili, a získáváme tak vzorec pro výpočet ozubených kol:

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

Z_1 = počet zubů kola hnacího
 Z_2 = počet zubů kola hnaného

Tomuto poměru říkáme převod. V hodinářství se jedná u všech druhů strojů vždy o převod ozubenými koly. Převod ozubenými koly je přesný, nedovoluje skluz. U soustruhu je převod řemenový (často je použita i struna) a řemenice představují obvody třecích kol.

Kolo, na němž působí závaží, je kolo hnací. Za příklad jsme vzali kolo se 180 zuby. Pastorek minutového kola, na němž zuby hnacího kola působí, je poháněn, a proto jej nazýváme kolem hnaným. Kolo má 12 zubů. Na minutovém pastorku je nasazena minutová ručka, o níž víme, že se musí za jednu hodinu otočit jedenkrát. Nyní máme vypočítat, kolikrát se otočí minutový pastorek za jednu otáčku hnacího kola. Postup bude tento:

$$Z_1 = 180; Z_2 = 12; n_1 = 1; n_2 = ?$$

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{n_2}{n_1}; \text{ z toho } n_1 \cdot z_1 = n_2 \cdot z_2$$

$$\text{a dále: } n_2 = \frac{n_1 \cdot z_1}{z_2} = \frac{1 \cdot 180}{12} = 15$$

Za jednu otáčku hnacího kola se otočí minutový pastorek patnáctkrát.

Poněvadž jedna otáčka minutového pastorku odpovídá jedné hodině chodu stroje, můžeme říci, že za jednu otáčku hnacího kola urazí stroj 15 hodin.

Má-li jít stroj 8 dní, tj. 192 hodin, vypočítáme potřebný počet otáček hnacího kola takto:

$$\frac{192}{15} = 12,8 \text{ (otáček); obecně } \frac{D_o}{D_{o_1}} = X_{ot}$$

D_{o_1} = doba chodu za 1 ot

X_{ot} = počet otáček

Hnací kolo musí učinit 12,8 otáčky.

Za jednu otáčku hnacího kola se odvine struna o délce:

$$24 \text{ mm} \cdot 3,14 = 75,36 \text{ mm}$$

Délka odvinuté struny pro 12,8 otáčky bude:

$$75,36 \cdot 12,8 = 964,5 \text{ (mm)}$$

Délka dráhy závaží při použité kladce bude poloviční, čili:

$$\underline{s} = \frac{964,5}{2} = 482,25 \text{ (mm)}$$

Poněvadž jsme použítli stejné hodnoty pro průměr válce, je i výsledek stejný jako v prvním případě. Při výpočtu můžeme zanedbat tloušťku struny, neboť chyba touto tloušťkou způsobená je v mezích přípustné tolerance.

2. V ý p o č e t ú h r n n ý c h o t á č e k p e r o v n í k u

Jako se na válec hnacího kola při zvedání závaží navíjela struna, navíjí se (zde na sebe) pero na hřídel perovníku. To, kolikrát bylo třeba otočit klikkou k úplnému vyzvednutí závaží, záviselo na průměru strunového válce (na jeho velikosti) a na tloušťce struny. Stejně tak i počet otáček perovníku při odvíjení pera závisí na jeho velikosti, na délce a tloušťce pera. Tito činitelé jsou při výpočtu zahrnuty pod pojmem "úhrnné otáčky perovníku".

Úhrnné otáčky nám představují počet otáček perovníku při odvíjení pera. Čím vícekrát se na jedno natažení perovník otočí, tím více hodin také při jeho odvíjení uběhne. Počet úhrnných otáček je pro různé stroje odlišný; nejčastěji se však setkáme se šesti plnými otáčkami. Prakticky můžeme zjistit počet úhrnných otáček tak, že na čtyřhran hřídele vsuneme k tomu účelu upravenou páčku a otáčíme až do úplného dotažení pera. Při jeho odvíjení spočítáme všechny otáčky.

Zasahují-li zuby perovníku přímo do pastorku minutového kola, provedeme výpočet obdobným způsobem, jako u hodin závažových, ale místo hodnot pro výpočet dráhy závaží dosadíme zde úhrnné otáčky. Při výpočtech je značíme U_o.

Příklad 1. Perovník má 84 zubů, pastorek minutového kola 12 zubů. Vypočítejte, kolik úhrnných otáček musí mít perovník jednak pro 49 hodin, jednak pro 42 hodin chodu.

Zuby hnacího kola (perovníku) jsou v poměru $\frac{84}{12} = 7$, tedy :
1 otáčka perovníku odpovídá 7 hodinám chodu stroje.

Pro 49 hodin chodu je třeba $\frac{49}{7} = 7 \underline{U_0}$

Pro 42 hodin chodu je $\frac{42}{7} = 6 \underline{U_0}$

Můžeme počítat také podle vzorce:

$$\underline{U_0} = \frac{D_0 \cdot Z_2}{Z_1}$$

Příklad 2. Vypočítejte dobu chodu stroje pérových hodin, učiní-li perovník 5 $\underline{U_0}$ a má-li 96 zubů. Pastorek minutového kola má 12 zubů.

Předchozí vzorec upravíme na tvar :

$$\underline{D_0} = \frac{Z_1 \cdot \underline{U_0}}{Z_2} = \frac{96 \cdot 5}{12} = 40 \text{ (hodin)}$$

Stroj těchto hodin půjde na jedno natažení pera 40 hodin.

U těchto výpočtů nesmíme zapomenout, že počítáme úhrnné otáčky perovníku a ne základní počet otáček. Na nerovnoměrné působení hnací síly pera se využívá jen 3 až 4 otáček perovníku pro 24 hodin chodu stroje. Nadbytečné otáčky slouží jako rezerva chodu stroje.

U hodin s delší dobou odběhu se rozšiřuje soukolí II. skupiny o další kolo a pastorek. Kolo s pastorkem je vloženo mezi pastorek minutový a hnací kolo. Tím je vytvořen z převodu jednoduchého převod složený. Pro výpočet rozšíříme původní vzorec o kola $\underline{Z_3}$ a $\underline{Z_4}$. Vzorec dostává tvar:

$$\underline{D_0} = \frac{\underline{Z_1} \cdot \underline{Z_3} \cdot \underline{U_0}}{\underline{Z_2} \cdot \underline{Z_4}}$$

Příklad 3. U velkých kyvadlových hodin má hnací kolo 92 zuby, pastorek mezilehlého kola 12 z, kolo 62 z, pastorek minutový 10 z. Kolik dnů půjde stroj na jedno natažení (teoretická doba chodu), činí-li perovník 6,5 úhenných otáček ?

$$\underline{D_0} = \frac{\underline{Z_1} \cdot \underline{Z_3} \cdot \underline{U_0}}{\underline{Z_2} \cdot \underline{Z_4}} = \frac{92 \cdot 62 \cdot 6,5}{12 \cdot 10} = 308,9 \quad (\text{hodiny})$$

Stroj půjde na jedno natažení téměř 13 dnů. Je to stroj osmidenní, praktické doby chodu 192 hodiny. Zbytek je rezerva.

Příklad 4. Hodinový stroj má mít teoretickou dobu chodu 36 hodin. Perovník činí 6 úhenných otáček a má 72 zubů. Kolik zubů má mít pastorek minutový ? Zničený pastorek máme nahradit novým.

$$\underline{Z_2} = \frac{\underline{Z_1} \cdot \underline{U_0}}{\underline{D_0}} = \frac{72 \cdot 6}{36} = 12 \quad (\text{zubů})$$

Nový pastorek minutového kola musí mít 12 zubů.

3. Určování rozměrů náhradního pera

Pro výpočet rozměrů náhradního pera používáme tabulku podle R. Lavesta. Je vypočítaná pro perovník o poloměru 1 cm a udává hodnoty, které násobeny poloměrem perovníku určí nejlépe vyhovující rozměry pera i průměr hřídele perovníku.

Čísla uvedená v tabulce jsou ideální teoretické hodnoty, jež se vztahují na pero, u něhož se neprojevuje ztrátový vliv upevnění na obou koncích. Proto musíme při výpočtu přičíst jednu otáčku pro pera do šesti otáček perovníku a 1 1/2 otáčky pro více než šest úhenných otáček perovníku.

Maximální počet otáček pera pro vnitřní poloměr perovníku 1 mm

Počet otáček pera	Tloušťka pera e	Délka pera l	Průměr jádra perovníku D
5	0,024 9	53,085	0,796 8
5 1/4	0,024 1	55,607	0,769 8
5 1/2	0,023 9	56,088	0,764 8
5 3/4	0,023 5	57,361	0,752 0
6	0,023 1	58,791	0,738 2
6 1/4	0,022 7	60,133	0,725 6
6 1/2	0,022 5	61,619	0,712 0
6 3/4	0,021 9	62,648	0,701 8
7	0,021 5	64,260	0,688 8
7 1/2	0,020 9	66,800	0,669 0
8	0,020 3	69,400	0,649 0
9	0,019 2	74,200	0,613 0
10	0,018 2	79,100	0,582 0
11	0,017 3	83,800	0,554 0
12	0,016 5	88,400	0,529 0

Příklad. Vnitřní průměr perovníku je 17,5 mm. Výška prostoru v perovníku činí 2,65 mm, počet úhrnných otáček pera je 6. Vypočítejte správné rozměry pera podle tabulky.

Otáčky: $6 + 1 = 7$; poloměr perovníku: $17,5 : 2 = 8,75$ (mm).

Tloušťka pera: $e = 0,021 5 \cdot 8,75 = 0,188$ (mm).

Délka pera: $l = 64,26 \cdot 8,75 = 562$ (mm).

Průměr hřídele: $D = 0,688 8 \cdot 8,75 = 6,02$ (mm).

Boční vůle pera v perovníku činí pro kapesní hodinky 0,1 mm, pro malé náramkové stroje 0,05 mm.

Výška pera $h = 2,65 - 0,1 = 2,55$ (mm).

Pero těchto rozměrů bude vyhovovat nejlépe. Kontrolu výpočtem provedeme jen v případech, kdy pochybujeme, zda byly rozměry dodrženy. Z fyziky víme, že na ohyb má prvořadý význam tloušťka pera. Proto také věnujeme kontrole tohoto rozměru největší pozornost. Zmenšíme-li například u kapesních hodinek tloušťku pera o 0,01 mm, činí ztráta velikosti ohybového momentu přibližně 15 %. Požadavek této kontroly je tedy plně opodstatněný.

B. VÝPOČTY HLAVNÍHO SOUKOLÍ

I. SKUPINY A RUČKOVÉHO SOUKOLÍ

1. V ý p o č e t c e l k o v é h o p ř e v o d u I. s k u p i n y

Při výpočtu II. soukolí jsme vycházeli z počtu úhrnných otáček perovníku a otáček minutového pastorku. Na minutovém pastorku je naraženo minutové kolo, které se současně s pastorkem otočí jedenkrát za hodinu. Na posledním pastorku tohoto soukolí je upevněno krokové kolo, do něhož zasahuje kotva. Rychlost kývání kotvy a tím i propouštění zubů krokového kola, tj. jeho otáčení, je určena počtem kyvů za 1 hodinu. Při výpočtu budeme tedy muset vycházet z poměru mezi kolem minutovým a otáčkami pastorku kola krokového. V praxi se setkáváme s dvěma typy strojů: jedním bez vteřinové ručky a druhým s vteřinovou ručkou. Jedná-li se o výpočet stroje s vteřinovou ručkou, můžeme hned vycházet z poměru 1 : 60, neboť víme, že pastorek vteřinové ručky se otočí šedesátkrát na jednu otáčku minutového kola. Tento pastorek nese obvykle krokové pero s třiceti zuby.

Příklad: Zjistěte, v jakém poměru jsou zuby kol a pastorků jícího stroje s vteřinovou ručkou, má-li minutové kolo 60 zubů, pastorek mezilehlého kola 8 z, mezilehlé kolo 56 zubů a pastorek vteřinového kola 7 zubů.

$$\frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4} = \frac{60 \cdot 56}{8 \cdot 7} = \frac{7,5 \cdot 8}{1 \cdot 1} = \frac{60}{1}$$

Podle pravidla, že počty zubů stojí v opačném poměru k otáčkám, můžeme zjistit počet otáček pastorku vteřinového kola na jednu otáčku kola minutového.

Víme i z praxe, že vteřinový pastorek se otočí za minutu šedesátkrát. Jinak vyjádřením poměru 60 : 1 jsme zjistili, že kolo z_1 by muselo mít 60 zubů a kolo z_2 (pastorek vteřinového kola) jeden zub, aby se poměr nezměnil, kdyby minutové kolo bylo v přímém záběru s vteřinovým pastorkem. Vycházíme-li od otáček minutového kola, setkáváme se s poměrem 1 : 60 (minutové kolo se otočí jednou a vteřinový pastorek šedesátkrát). Bereme-li naopak za základ vteřinový pastorek (opačný postup), dostaneme poměr 60 : 1. Dále se můžeme přesvědčit, že základní poměr 1:60 je rozložen na dva převodové poměry, a sice:

$$1 : 8 \quad \text{a} \quad 1 : 7,5$$

Takových poměrů můžeme upravit více, a přece základní poměr zůstane nezměněn:

$$\frac{10 \cdot 6}{1 \cdot 1} = \frac{60}{1}; \quad \frac{12 \cdot 5}{1 \cdot 1} = \frac{60}{1}; \quad \frac{15 \cdot 4}{1 \cdot 1} = \frac{60}{1}; \quad \frac{20 \cdot 3}{1 \cdot 1} = \frac{60}{1}$$

Zbývá ještě otázka, proč právě z těchto pěti uvedených možností jsme se u stroje setkali s převodovými poměry, které se od sebe vzájemně liší co nejméně. Zde je třeba uvážit hlediska správného ozubení. Jakmile se dostáváme pod 20 zubů, musí být pastorek již značněji korigován a záběry zubů se zhoršují. Může se říci, že šestizubý pastorek vyhovuje právě jen v hodinovém stroji, kde jdou malé otáčky a přenášejí se jen na malé síly, takže ani hluboce podříznutý zub pastorku se neulomí. Odchytky od teoretických tvarů ozubení se zvětšují ještě značněji, přichází-li do záběru

kolo s velký počtem zubů s pastorkem, který má malý počet zubů. Proto ze všech teoreticky možných převodů volíme takový, u něhož nastane nejmenší možný rozdíl v počtech zubů.

Kdybychom chtěli převod mezi kolem minutovým a vteřinovým pastorkem řešit jednoduchým převodem (jedním kolem s jedním pastorkem), museli bychom zlomek $60 : 1$ rozšířit nejméně šesti, abychom dostali nejmenší možný počet zubů pastorku; výsledek by dopadl takto:

$$\frac{60}{1} \cdot \frac{6}{6} = \frac{360}{6}; \quad \begin{array}{l} 360 \text{ zubů - kolo minutové} \\ 6 \text{ zubů - vteřinový pastorek} \end{array}$$

Tak extrémně nemožný záběr nelze připustit, a proto poměr $60 : 1$ rozkládáme na dva převodové poměry. Volíme-li rozložení hlavního převodového poměru

$$\frac{60}{1} = \frac{20 \cdot 3}{1 \cdot 1}, \text{ dostaneme tak nevýhodné počty zubů:}$$

$$\frac{20 \cdot 6}{1 \cdot 6} \cdot \frac{3 \cdot 6}{1 \cdot 6} = \frac{120 \cdot 18}{6 \cdot 6}, \text{ takže minutové kolo by pak mělo}$$

120 zubů a pastorek 6 zubů. Je proto nutné volit rozložení hlavního převodového poměru vždy tak, aby rozdíl mezi kolem a pastorkem byl co nejmenší. První řešení je proto nejvýhodnější:

$$\frac{7,5 \cdot 8}{1 \cdot 1} = \frac{60}{1}$$

Rozborem tohoto příkladu jsme se seznámili s rozkládáním převodového poměru i se způsobem, jak použijeme převodových poměrů k výpočtu zubů jednotlivých kol a pastorků. Převodový poměr rozšíříme vhodným číslem tak, aby počet zubů kol a pastorků všech převodových poměrů nevykazoval velké rozdíly.

Cvičení

Rozložte převodový poměr 800 : 1 na 2, 3, 4, 5 převodových poměrů.

Rozložte převodový poměr 500 : 1 na 3 převodové poměry a rozšiřte je na odpovídající počty zubů kol a pastorků.

Rozložte převodový poměr 600 : 1 na 3 převodové poměry a upravte vhodné ozubení.

S o u k o l í b e z v t e ř i n o v é r u č k y

Řekli jsme už, že při výpočtu soukolí jicího stroje vycházíme z počtu kyvů kyvedla nebo setrvačky. Abychom již zpočátku výpočet nekomplikovali, seznámíme se s výpočtem kyvů až později a nyní si řekneme, že počet kyvů potřebujeme znát proto, abychom vypočítali, kolik otáček učiní za hodinu krokové kolo. Krokové kolo je naraženo na pastorku; tím jsme získali hodnotu potřebnou pro výpočet, tj. počet otáček posledního pastorku. U běžných druhů kapesních a náramkových hodinek činí poslední pastorek 600 otáček za hodinu. Otočí-li se pastorek 600x na jednu otáčku minutového kola, dostáváme poměr 600 : 1, který musíme ovšem zase rozložit. Tento poměr je desetkrát větší než u soukolí s vteřinovou ručkou. Místo rozkladu na dva jej stejným způsobem rozkládáme na tři převodové poměry:

$$\frac{600}{1} = \frac{8 \cdot 7,5 \cdot 10}{1 \cdot 1 \cdot 1}$$

Nyní vhodně rozšíříme jednotlivé poměry z hlediska počtu zubů:

$$\frac{8 \cdot 8}{1 \cdot 8} \cdot \frac{7,5 \cdot 8}{1 \cdot 8} \cdot \frac{10 \cdot 6}{1 \cdot 6} = \frac{64 \cdot 60 \cdot 60}{8 \cdot 8 \cdot 6}$$

Vypočítali jsme, že minutové kolo bude mít	64 zuby,
pastorek mezilehlého kola	8 zubů,
mezilehlé kolo	60 zubů,
pastorek vteřinového kola	8 zubů,
vteřinové kolo	60 zubů,
pastorek krokového kola	6 zubů.

Chceme-li získat jiné počty zubů kol a pastorků, rozdělíme buď hlavní převodový poměr jinak, nebo jednotlivé poměry rozšíříme jinými čísly.

Příklad. Proveďte návrh počtu zubů kol a pastorků pro soukolí jícího stroje, kde budou 3 kola a 3 pastorky, když poslední pastorek má činit 720 otáček za hodinu.

720 otáček učiní poslední pastorek; jednu otáčku minutové kolo. Poměr je 720 : 1.

Číslo 720 rozložíme nyní pokud možno na prvočísla tak, že rozkládáme vždy větší číslo na dvě další:

$$720 = 2 \cdot 360 = 2 \cdot 6 \cdot 60 = 2 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 12 = 2 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 4 = \\ = 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 2 = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 5$$

Nyní sestavíme nejvýhodnější převodové poměry vhodnými součiny:

$$2 \cdot 5 = 10; \quad 3 \cdot 3 = 9; \quad 2 \cdot 2 \cdot 2 = 8$$

$$\frac{720}{1} = \frac{10 \cdot 9 \cdot 8}{1 \cdot 1 \cdot 1}$$

K stejnému výsledku můžeme dospět i jednodušší úvahou:

$$720 : 10 = 72$$

$$72 : 9 = 8$$

Nyní uvážíme, kolikazubých pastorků pro soukolí použijeme; dojdeme k závěru, že pastorek mezilehlého kola bude mít např. 8 z, pastorek vteřinového kola 7 z a pastorek krokového kola 6 z.

Pod čísla poměrů si napíšeme počty zubů pastorků; jejich rozmístění volíme s ohledem na rovnoměrné rozložení počtu zubů, neboť se stávají rozšiřovateli poměrů.

$$\frac{9 \cdot 8 \cdot 10}{1 \cdot 7 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 6}$$

Pak provedeme rozšíření zlomků, tj. stanovíme množství zubů kol i pastorků:

$$\frac{9 \cdot 7}{1 \cdot 7} \cdot \frac{8 \cdot 8}{1 \cdot 8} \cdot \frac{10 \cdot 6}{1 \cdot 6} = \frac{63 \cdot 64 \cdot 60}{7 \cdot 8 \cdot 6} = 720$$

Stroj bude mít tyto počty zubů:

minutové kolo	63 <u>z</u>
pastorek mezilehlého kola	8 <u>z</u>
mezilehlé kolo	64 <u>z</u>
pastorek vteřinového kola	7 <u>z</u>
vteřinové kolo	60 <u>z</u>
pastorek krokového kola	6 <u>z</u>

V případě potřeby můžeme pro minutové kolo použít 64 zuby a pro mezilehlé kolo 63 zuby. Převod se tím nemění.

2. Výpočet otáček krokového kola (pastorku) z počtu zubů kol

Máme-li počítat kyvy stroje při výměně kyvadla nebo vlásku, potřebujeme znát počet otáček posledního kola soukolí - přesněji řečeno otáčky krokového kola, které je naraženo na posledním pastorku. Výpočet je velmi jednoduchý. Vezměme např., že kola jícího soukolí mají počty zubů: 70 Z, 75 Z, 64 Z a pastorky 10 z, 8 z a 7 z. Pro výpočet platí vzorec:

$$\frac{z_1 \cdot z_3 \cdot z_5}{z_2 \cdot z_4 \cdot z_6} = \frac{n_2}{n_1}$$

Desadíme počty zubů, krátíme a počítáme.

$$\frac{75 \cdot 70 \cdot 64}{10 \cdot 8 \cdot 7} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\frac{7,5 \cdot 10 \cdot 8}{1 \cdot 1 \cdot 1} = \frac{n_2}{n_1} ;$$

$$\frac{600}{1} = \frac{n_2}{n_1} \text{ a z toho } n_2 = \frac{z_1 \cdot n_1}{z_2} = \frac{600 \cdot 1}{1} = 600$$

Poslední pastorek v soukolí se během jedné otáčky minutového kola otočí 600 krát.

Při praktickém výpočtu upouštíme obvykle od tohoto zdlouhavého postupu a celý výpočet provádíme krácením.

3. Výpočet otáček krokového kola (pastorku) z počtu kyvů

Při poškozených nebo ztracených kolech nemůžeme provést v soukolí výpočet z počtu zubů kol. Provádíme ho proto z počtu kyvů kyvadla nebo setrvačky. Nejprve zjistíme (obvykle odečtením) počet kyvů za minutu a vynásobíme šedesáti počet kyvů za hodinu. Z hodinového počtu kyvů vycházíme proto, že i minutové kolo se otočí jednou za hodinu.

Protože kotva má dvě palety a každá paleta přijde do styku se zubem krokového kola, způsobí každý zub krokového kola dva kyvy. Musíme tedy počítat s dvojnásobným počtem zubů krokového kola.

Abychom odlišili krokové kolo od ostatních ozubených kol, budeme ve vzorcích pro počet jeho zubů používat symbolu K . Otáčky krokového kola a jeho pastorku vypočítáme podle vzorce:



$$\underline{n}_2 = \frac{\underline{P}_k}{2 \cdot \underline{K}}$$

\underline{P}_k = počet kyvů za hodinu

\underline{n}_2 = otáčky krokového pastorku

Příklad 1. Počet kyvů $\underline{P}_k = 18\ 000$; počet zubů krokového kola $\underline{K} = 15$. Vypočítejte počet otáček \underline{n}_2 krokového kola.

$$\underline{n}_2 = \frac{18\ 000}{2 \cdot 15} = 600 \text{ ot/h}$$

Krokové kolo se otočí za hodinu 600x.

Krokové kolo je naraženo na krokovém pastorku soukolí, takže i ten se otočí 600krát. Víme, že převod mezi minutovým kolem a pastorkem krokového kola je v poměru 1 : 600.

Příklad 2. Setrvačka budíkového stroje koná 12 000 kyvů za hodinu, krokové kolo má 15 zubů. Vypočítejte převodový poměr mezi minutovým kolem a pastorkem krokového kola.

$$\underline{n}_2 = \frac{\underline{P}_k}{2 \cdot \underline{K}} = \frac{12\ 000}{2 \cdot 15} = 400$$

Mezi minutovým kolem a pastorkem krokového kola je převodový poměr 1 : 400. Krokový pastorek se otočí 400x za hodinu.

P o č e t k y v ů z a h o d i n u

Výpočet kyvů kyvadla nebo setrvačky lze uskutečnit úpravou vzorce pro výpočet otáček krokového pastorku, jsou-li známy počty zubů.

$$\underline{P}_k = \frac{\underline{Z}_1 \cdot \underline{Z}_3 \cdot \underline{Z}_5 \cdot \underline{K} \cdot 2}{\underline{Z}_2 \cdot \underline{Z}_4 \cdot \underline{Z}_6}$$

Příklad 3. Výpočtem určete počet kyvů hodinového stroje, jestliže kola a pastorky mají tyto počty zubů: $\underline{Z}_1 = 72$; $\underline{Z}_2 = 6 \underline{z}$; $\underline{Z}_3 = 66 \underline{z}$; $\underline{Z}_4 = 6 \underline{z}$; krokové kolo $\underline{K} = 36$ zubů.

$$P_k = \frac{z_1 \cdot z_2 \cdot K \cdot 2}{z_2 \cdot z_4} = \frac{72 \cdot 66 \cdot 36 \cdot 2}{6 \cdot 6} = 9\ 504$$

Regulátor stroje musí vykonat 9 504 kyvů za hodinu.

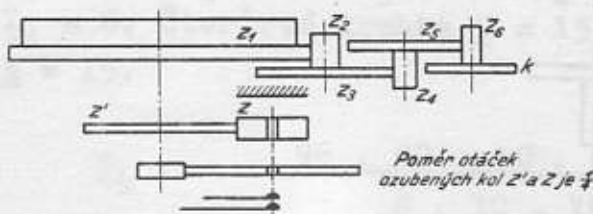
Příklad 4. Vypočítejte počet kyvů pro stroj s daným ozubením:

$$z_1 = 96; z_2 = 12; z_3 = 90; z_4 = 12; z_5 = 80; z_6 = 10; K = 15.$$

$$P_k = \frac{96 \cdot 90 \cdot 80 \cdot 15 \cdot 2}{12 \cdot 12 \cdot 10} = 14\ 400 \text{ (kyvů (h))}$$

Regulátor stroje koná 14 400 kyvů za hodinu.

V hodinářství používáme vždy při výpočtu kyvů a nikoli kmitů (jeden kmit = dva kyvy). V ostatní technice se však obvykle počítá s kmity. Můžeme např. říci, že stroj koná 12 000 kyvů (půl-kmitů) nebo 6 000 kmitů.

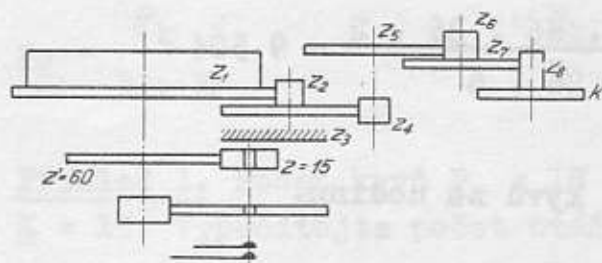


Obr. 117 - Soukolí stroje s kolíčkovým krokem typu A (ROSSKOPF)

Máme-li provádět výpočty soukolí strojů s kolíčkovým krokem, kde minutový pastorek není a pohyb ruček je odvozen od perovníku, musíme volit jiný postup. Těchto strojů je několik typů. Klasické provedení soukolí stroje Rosskopf typu A je na obr. 117.

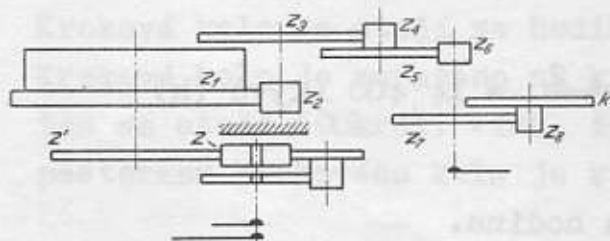
Z náčrtu je patrné, že vztah mezi ručkovým strojem a kyvy setrvačky je vázán na otáčky perovníku. Při výpočtu proto vycházíme z otáček perovníku.

U moderních strojů se setkáváme s rozšířeným soukolím typu B (obr. 118).



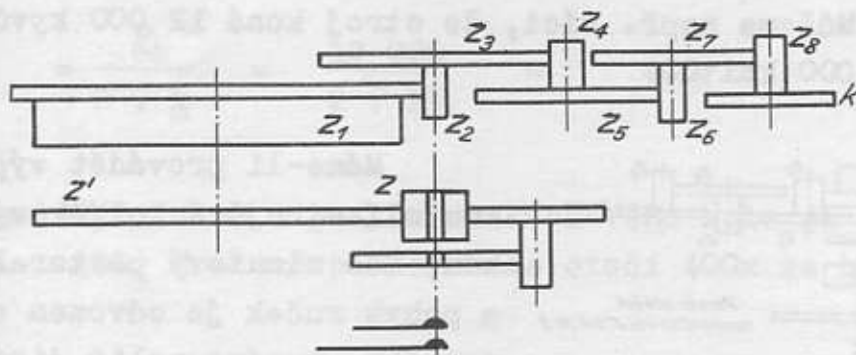
Obr. 118 - Soukolí stroje s kolíčkovým krokem typu B (ROSSKOPF)

U všech starších konstrukcí je soukolí propočítáno tak, že perovnik učiní 1 otáčku za 4 hodiny chodu stroje, čili 1/4 otáčky za každou hodinu. Označení kol bude toto (obr. 119):



Obr. 119 - Soukolí stroje s kolíčkovým krokem typu C (ROSSKOPF)

Z_1 = perovnik; Z_2 = pastorek mezilehlý; Z_3 = mezilehlé kolo; Z_4 = pastorek vteřinového kola; Z_5 = vteřinové kolo; Z_6 = pastorek krokového kola; K = krokové kolo.



Obr. 120 - Soukolí stroje s kolíčkovým krokem typu D (ROSSKOPF)

V ý p o č e t k y v ů a o t á č e k
k r o k o v é h o k o l a

Vzorec pro výpočet kyvů:

$$P_k = \frac{Z_1 \cdot Z_3 \cdot Z_5 \cdot K \cdot 2}{Z_2 \cdot Z_4 \cdot Z_6 \cdot 4}$$

4 = 1/4 otáčky perovniku/h

Příklad 1. Vypočítejte počet kyvů setrvačky stroje typu Rosskopf za 1 hodinu, jsou-li tyto počty zubů v soukolí: $Z_1 = 128$; $Z_2 = 8$; $Z_3 = 84$; $Z_4 = 7$; $Z_5 = 60$; $Z_6 = 6$; $K = 18$.

$$P_k = \frac{128 - 84 \cdot 60 \cdot 18 \cdot 2}{8 \cdot 7 \cdot 6 \cdot 4} = 17\ 280$$

Setrvačka stroje musí učinit 17 280 kyvů za hodinu. Daný počet zubů je standardní pro starší stroje Rosskopf - 21 linek, kde poměr mezi ručkovým pastorkem a střídáním kolem, umístěným na perovníku, je 1 : 4. U moderních strojů s kolíčkovým krokem se setkáváme i s počtem 18 000 kyvů za hodinu; poměr uvedených dvou ozubených kol je pak odlišný. Je proto nutné rozšířit vzorec ještě o počty zubů střídání kola a pastorku (obr. 118).

Příklad 2. Výpočtem určete počet kyvů setrvačky stroje s kolíčkovým krokem a vteřinkou, 10,5 linek. Počty zubů kol jsou :

$Z_1 = 96$; $Z_2 = 10$; $Z_3 = 50$; $Z_4 = 10$; $Z_5 = 60$; $Z_6 = 8$; $Z_7 = 60$; $Z_8 = 6$. Čtvrťová trubka $Z = 15$; kolo ručkového soukolí $Z' = 60$; $K = 15$.

$$P_k = \frac{96 \cdot 50 \cdot 40 \cdot 60 \cdot 15 \cdot 15 \cdot 2}{8 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 6 \cdot 60} = 18\ 000$$

Setrvačka stroje učiní 18 000 kyvů za hodinu.

Nedáváme-li do vzorce počet otáček perovníku za hodinu (v předchozím příkladu 1/4), musíme uvážit při výpočtu i počet zubů střídání kola ručkového soukolí Z' a počet zubů ručkového pastorku (Z).

Poznámka

Počet zubů střídání kola ručkového soukolí přijde při výpočtu vždy do jmenovatele, počet zubů ručkového pastorku do čitatele.

Příklad 3. Kolik kyvů učiní setrvačka u stroje (obr. 119) s vteřinovou ručkou, jsou-li počty zubů: $Z_1 = 96$; $Z_2 = 10$; $Z_3 = 50$; $Z_4 = 10$; $Z_5 = 50$; $Z_6 = 8$; $Z_7 = 60$; $Z_8 = 6$; $K = 15$. Ručkový pastorek má 10 zubů, střídné kolo 50 zubů.

$$P_k = \frac{96 \cdot 50 \cdot 50 \cdot 60 \cdot 15 \cdot 2 \cdot 10}{10 \cdot 10 \cdot 8 \cdot 6 \cdot 50} = 18\ 000$$

Setrvačka učiní za hodinu 18 000 kyvů (vlastně polokyvů).

x x x

U moderních hodinek těchto systémů se setkáváme i s odlišnou konstrukcí. Soukolí ručkového stroje je rozšířeno o měnicí kolo a pastorek střídného kola není na perovníku. Při výpočtu kyvů bereme v úvahu zase jen střídné kolo (63 zuby) a ručkový pastorek (14 zubů). Počty zubů kol jsou tyto:

$$P_k = \frac{90 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 15 \cdot 2 \cdot 14}{12 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 6 \cdot 63} = 18\ 000$$

Příklad 4. Vypočítejte počet otáček krokového kola stroje podle obr. 120; $P_k = 17\ 280$, $K = 18$.

$$Z_2 = \frac{17\ 280}{18 \cdot 2} = 480$$

Za hodinu učiní krokové kolo 480 otáček.

Příklad 5. Vypočítejte počet otáček krokového kola za 1 otáčku perovníku. Ručkový pastorek má 14 zubů, střídné kolo 65 zubů; $K = 18$; $P_k = 17\ 280$.

$$n_k \text{ za 1 otáčku perovníku} = \frac{17\ 280 \cdot 56}{18 \cdot 2 \cdot 14} = 1\ 720$$

Za 1 otáčku perovníku se krokové kolo otočí 1 720 krát. Tím jsme vypočítali i celkový převodový poměr.

x x x x x

Máme-li u těchto strojů počítat úhrnné otáčky perovníku, stačí, vyjdeme-li z počtu zubů ručkového pastorku a střídného kola. Počty zubů stroje nemusíme počítat, protože poměr otáček perovníku je závislý na odběhu počtu hodin za 1 jeho otáčku. Obvykle je to 4 : 1, ale také 5 : 1 i 4,5 : 1 u strojů s 18 000 kyvy/h.

Výpočet provedeme podle vzorce:

$$\underline{U}_o = \frac{\underline{R} \cdot \underline{P}_h}{\underline{S}}$$

\underline{R} = ručkový pastorek,
 \underline{P}_h = počet hodin chodu,
 \underline{S} = střídné kolo.

Příklad 6. Jaký počet úhrnných otáček je třeba dát perovníku stroje s kolíčkovým krokem pro 36 hodin chodu, má-li ručkový pastorek 14 zubů a střídné kolo 56 zubů?

$$\underline{U}_o = \frac{\underline{R} \cdot \underline{P}_h}{\underline{S}} = \frac{14 \cdot 36}{56} = 9$$

Perovníku je třeba udělit 9 úhrnných otáček.

Příklad 7. Kolik úhrnných otáček musí učinit perovník RS za 32 hodiny chodu, má-li ručkový pastorek 14 zubů a střídné kolo 63 zuby ?

$$\underline{U}_o = \frac{14 \cdot 32}{63} = 7 \frac{1}{9}$$

Za 32 hodiny chodu musí perovník učinit 7 1/9 otáčky.

4. V ý p o č e t c e l k o v é h o p ř e v o d u r u č k o v é h o s o u k o l í

U ručkového soukolí máme dán převodový poměr rozdělením číselníku, nejčastěji na 12 hodin. Je-li číselník rozdělen na 12 hodin (dílů), musí se minutová ručka otočit dvanáctkrát za dobu jedné otáčky ručky hodinové. Protože minutová ručka je naražena na ručkovém pastorku a ručka hodinová na kole hodinovém, máme tím dán poměr mezi kolem hodinovým a ručkovým pastorkem, který je 1 : 12 nebo výjimečně 1 : 24, je číselník rozdělen na 24 hodiny. Rozložením celkového převodu získáme ještě střídné kolo s pastorkem. Poměr 1 : 12 může být zase rozložen různě:

$$\frac{12}{1} = \frac{3 \cdot 4}{1 \cdot 1} = \frac{2 \cdot 6}{1 \cdot 1} = \frac{2,5 \cdot 4,8}{1 \cdot 1} = \frac{2,4 \cdot 5}{1 \cdot 1}$$

V případech, kdy v poměru vyjde desetinné číslo, musíme zlomek rozšířit tak, aby při výpočtu vyšel celý zub a ne jen jeho část. Např. 2,4 rozšíříme deseti a dostaneme 24 zuby pro kolo a 10 zubů pro pastorek. Ručkový pastorek je provrtán, a tím zeslaben. Proto největší počet zubů volíme pro ručkový pastorek a hodinové kolo.

Kdybychom chtěli volit počty zubů kol obvyklým způsobem a bez zřetele na jednotlivé poměry, vyjde nám ozubení konstrukčně neproveditelné. Volme proto příklad: Ručkový pastorek 12 z a střídny pastorek 9 z.

Ozubení vyjde takto:

$$\frac{2,5 \cdot 9}{1 \cdot 9} \cdot \frac{4,8 \cdot 12}{1 \cdot 12} = \frac{22,5 \cdot 57,6}{9 \cdot 12}$$

Střídné kolo by mělo mít 22,5 zubu a hodinové kolo 57,6 zubu. Musíme tedy znásobit první zlomek dvanácti a druhý deseti, aby vyšlo ozubení, které můžeme použít:

$$\frac{2,5 \cdot 12}{1 \cdot 12} \cdot \frac{4,8 \cdot 10}{1 \cdot 10} = \frac{30 \cdot 48}{12 \cdot 10}$$

Vykrácením zlomku dostaneme zase původní poměr 12 : 1.

Příklad 1. Navrhněte ozubení ručkového soukolí pro hodiny s dvanáctihodinovým číselníkem.

$$\frac{12}{1} = \frac{3 \cdot 4}{1 \cdot 1} = \frac{3 \cdot 14}{1 \cdot 14} \cdot \frac{4 \cdot 12}{1 \cdot 12} = \frac{42 \cdot 48}{14 \cdot 12}$$

Největší počty zubů použijeme pro hodinové kolo a ručkový pastorek. Ozubení bude mít tyto počty zubů:

hodinové kolo	48 z	ručkový pastorek	14 z
střídné kolo	42 z	střídný pastorek	12 z

Ozubení je rovnoměrné a proto vyhovující.

Příklad 2. Zjištěte výpočtem, v jakém poměru je sestaveno ručkové soukolí, když hodinové kolo má 48 z, střídný pastorek 8 z, střídné kolo 24 z a ručkový pastorek 12 z!

$$\frac{24 \cdot 48}{12 \cdot 8} = \frac{2 \cdot 6}{1 \cdot 1} = \frac{12}{1}$$

Ručkové soukolí je sestaveno v poměru 12 : 1.

I když výpočty ručkového stroje zůstávají prakticky stejné jako u předchozích případů, přece se toto soukolí liší od ostatních smyslem převodu. Převod je dopomala, až na ručkové soukolí strojů Rosskopf (viz str. 74).

Příklad 3. Pro systém Rosskopf vypočítejte ručkové soukolí. Perovník se potočí za 1 hodinu o 1/4 otáčky.

Poměr zubů ručkového pastorku k ozubení střídného kola je (jak víme už z dřívějších úvah) 1 : 4. Volíme-li tedy pro ručkový pastorek 18 zubů, musí mít střídné kolo (18 . 4) 72 zuby. Volíme-li pro střídný pastorek 22 zubů, bude mít hodinové kolo (22.3) 66 zubů. Neznáme-li hodnotu pootočení perovníku za 1 hodinu, musíme si ji vypočítat ze soukolí.

5. V ý p o č e t p o č t u z u b ů z t r a c e - n é h o k o l a n e b o p a s t o r k u

Při opravě se často setkáme s tak vysokým stupněm poškození kola nebo pastorku, že nelze zjistit ani počet jeho zubů. Jindy jde o ztracené hodinové kolo, střídné kolo s pastorkem nebo o kolo hlavního soukolí. V takových případech zjišťujeme počet zubů z tabulek nebo výpočtem. Mezi nejjednodušší případy spadá výpočet ztraceného kola nebo pastorku. Výpočet provedeme takto: Sestavíme rovnici, v níž ztracené kolo nebo pastorek označíme jako neznámou x , kterou pak běžným způsobem vypočítáme.

Příklad 1. Mezilehlé kolo vteřinového regulátoru má 75 zubů, pastorek 12 zubů a pastorek vteřinového kola 10 zubů. Převod je 60 : 1. Vypočítejte počet zubů minutového kola.

$$\frac{x \cdot Z_3}{Z_2 \cdot Z_4} = 60$$

Po úpravě dostaneme

$$x = \frac{60 \cdot Z_2 \cdot Z_4}{Z_3}$$

dosadíme

$$x = \frac{60 \cdot 12 \cdot 10}{75} = 96$$

Minutové kolo regulátoru má 96 zubů.

(Místo symbolu x můžeme ovšem i používat označení Z_1 nebo Z s označením kola).

Příklad 2. V hodinovém stroji schází pastorek mezilehlého kola. Minutové kolo má 80 Z_1 , mezilehlé kolo 60 Z_3 , vteřinový pastorek 8 Z_4 . Kolik zubů musí mít chybějící pastorek (Z_2) ?

$$Z_2 = \frac{Z_1 \cdot Z_3}{60 \cdot Z_4} = \frac{80 \cdot 60}{60 \cdot 8} = 10$$

Pastorek mezilehlého kola musí mít 10 zubů.

Cvičení

Proveďte výpočet Z_1 , Z_3 a Z_4 z příkladu 2.

S t r o j b e z v t e ř i n o v é r u č k y

Základní vzorec pro výpočet I. mezilehlého kola je stejný se vzorcem pro výpočet kyvů za 1 hodinu, neznáme-li počet otáček krokového kola. V případě, že počet otáček známe, stačí dosadit poměr (jak jsme to prováděli již dříve).

Příklad 1. V hodinovém stroji je poškozeno minutové kolo. Potřebujeme zjistit počet jeho zubů. Mezilehlé kolo má 60 Z_3 , pastorek 8 Z_2 vteřinové kolo 60 Z_5 , pastorek 8 Z_4 , krokové kolo 15 Z_k a pastorek 6 Z_6 . Počet kyvů setrvačky je 18 000/h. Vypočítejte počet zubů minutového kola:

$$\frac{\underline{x} \cdot \underline{z}_3 \cdot \underline{z}_5 \cdot \underline{k} \cdot 2}{\underline{z}_2 \cdot \underline{z}_4 \cdot \underline{z}_6} = 18\,000$$

Po úpravě dostaneme:

$$\underline{x} = \frac{18\,000 \cdot \underline{z}_2 \cdot \underline{z}_4 \cdot \underline{z}_6}{\underline{z}_3 \cdot \underline{z}_5 \cdot \underline{z}_k \cdot 2} = \frac{18\,000 \cdot 8 \cdot 8 \cdot 6}{60 \cdot 60 \cdot 15 \cdot 2} = 64$$

Minutové kolo má 64 zuby.

Příklad 2. Budíkový stroj má zničené vteřinové kolo. Ostatní kola a pastorky mají tyto počty zubů: $\underline{z}_1 = 54$; $\underline{z}_2 = 6$; $\underline{z}_3 = 40$; $\underline{z}_4 = 6$; $\underline{z}_5 = 7$; $\underline{z}_6 = 6$. Počet kyvů je 12 000/h. Vypočítejte počet zubů vteřinového kola \underline{z}_5 .

$$\underline{z}_5 = \frac{12\,000 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 6}{54 \cdot 40 \cdot 15 \cdot 2} = 40$$

Vteřinové kolo má 40 zubů.

Příklad 3. Budíkový stroj B60 má poškozený pastorek mezilehlého kola. $\underline{z}_1 = 54$; $\underline{z}_2 = 7$; $\underline{z}_3 = 50$; $\underline{z}_4 = 6$; $\underline{z}_5 = 48$; $\underline{z}_6 = 6$. Vypočítejte počet zubů pastorku je-li počet kyvů 18 000/h.

$$\underline{z}_2 = \frac{\underline{z}_1 \cdot \underline{z}_3 \cdot \underline{z}_5 \cdot \underline{k} \cdot 2}{18\,000 \cdot \underline{z}_4 \cdot \underline{z}_6} = \frac{54 \cdot 50 \cdot 48 \cdot 15 \cdot 2}{18\,000 \cdot 6 \cdot 6} = 6$$

Pastorek mezilehlého kola má mít 6 zubů.

Cvičení

Vypočítejte pro příklad 3 \underline{z}_1 , \underline{z}_3 , \underline{z}_4 , \underline{z}_5 , \underline{z}_6 a \underline{k} .

Při výpočtu ručkového soukolí musíme vždy vědět, jestli číselník rozdělen na 12 nebo 24 hodiny. Označíme-li rozdělení číselníku t , počítáme podle vzorce:

$$t = \frac{1}{12} \quad \text{nebo} \quad \frac{1}{24}$$

$$\frac{Z_1 \cdot Z_3}{Z_2 \cdot Z_4} = t$$

Příklad 4. Vypočítejte počet zubů Z_1 ztraceného ručkového pastorku hodinového stroje, má-li hodinové kolo 32 Z_2 , pastorek střídání kola 8 Z_3 , střídání kolo 24 Z_4 . Číselník je rozdělen na 12 hodin.

$$Z_1 = \frac{1 \cdot Z_2 \cdot Z_4}{Z_3 \cdot 12} = \frac{1 \cdot 32 \cdot 24}{8 \cdot 12} = 8$$

Ručkový pastorek má mít 8 zubů.

Příklad 5. Vypočítejte počet zubů ztraceného hodinového kola pro hodinový stroj, kde jsou tyto další počty zubů: $Z_1 = 12$, střídání kolo 32 Z_2 , pastorek 10 Z_3 . Číselník má dělení na 12 hodin.

$$Z_4 = \frac{12 \cdot Z_1 \cdot Z_3}{Z_2} = \frac{12 \cdot 12 \cdot 10}{32} = 45$$

Hodinové kolo má mít 45 zubů.

Pro hodinový číselník rozdělený na 24 hodiny (vyskytuje se jen zřídka) platí vzorec:

$$\frac{Z_1 \cdot Z_3}{Z_2 \cdot Z_4} = \frac{1}{24}$$

Cvičení

Pro 12hodinový číselník vypočítejte počty zubů pro chybějící kola:

Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
12	24	8	?
?	30	10	48
12	?	12	48
12	48	?	42

O ručkovém stroji typu Rosskopf jsme si uvedli, že je upraven v poměru 1 : 4 a 3 : 1. Počítáme proto každou dvojici zvlášť.

Příklad 6. Ručkový pastorek má 14 zubů. Jaký počet zubů musí mít střídné kolo ?

$$14 \cdot 4 = 56$$

Střídné kolo musí mít 56 zubů.

Příklad 7. Kolik zubů má hodinové kolo u stroje typu Rosskopf, má-li pastorek střídného kola 18 zubů ?

$$18 \cdot 3 = 54$$

Hodinové kolo má 54 zuby.

Výpočet ztraceného kola jícího soukolí typu Rosskopf počítáme podle vzorce pro výpočet kyvů, takže početní postup zůstává stejný jako při výpočtu jiných ztracených kol nebo pastorků.

V ý p o č e t z t r a c e n é h o k o l a s p a s t o r k e m

Po procvičení jednotlivých způsobů výpočtů ztracených kol nebo pastorků můžeme přikročit k poněkud obtížnějším výpočtům ztraceného kola i pastorku. V hodinových strojích je tento případ častý, neboť kolo s pastorkem je na společném hřídeli. Případ je obtížný proto, že kolo náleží k jinému zabírajícímu páru než pastorek. Ztratíme-li např. mezilehlé kolo jicího stroje, ztratili jsme současně pastorek, který je v záběru minutového kola. Od tohoto převodu zůstalo ve stroji minutové kolo, jež s ním bylo v záběru. Mezilehlé kolo však zabírá do pastorku kola vteřinového, který zůstal ve stroji. Tím došlo k porušení dvou převodových poměrů, výpočet proto nemůžeme provést jednoduchým vykrácením zubů kol a pastorků sestavených do rovnice. Pro snazší pochopení si provedeme rozbor tohoto případu:

Příklad 1. V hodinovém stroji je ztracené mezilehlé kolo s pastorkem. Minutové kolo má 75 zubů, vteřinové kolo 70 zubů, pastorek 10 zubů, pastorek krokového kola 7 zubů. Pastorek krokového kola učiní za 1 hodinu 600 otáček.

$$\frac{75 \cdot x \cdot 70}{y \cdot 10 \cdot 7} = 600$$

Provedení ^{me}krácení a dělení dostaneme obvyklým způsobem poměr mezi počtem zubů kola a pastorku $x : y = 8 : 1$; neznáme však počty zubů. Tento poměr se má nyní rozšířit a nalézt mezi několika možnostmi jediný správný počet zubů kola i pastorku. Poněvadž poměr 8 : 1 dovoluje úpravu na :

- 6 z pastorku a 48 z kola,
- 7 z pastorku a 56 z kola,
- 8 z pastorku a 64 z kola,
- 9 z pastorku a 72 z kola,
- 10 z pastorku a 80 z kola,

musíme zvolit odhadem jednu z pěti uvedených možností (např. $Z_2 = 8$, $Z_3 = 64$) a dosadit do jednoho ze vzorců pro obě osové vzdálenosti ztraceného kola s pastorkem.

$$\underline{A}' = \frac{m' (Z_1 + Z_2)}{2}$$

$$\underline{A}'' = \frac{m'' (Z_3 + Z_4)}{2}$$

V těchto rovnicích známe počet zubů minutového kola (Z_1); jeho modul (m') vypočítáme z průměru a počtu zubů. V druhé rovnici známe rovněž počet zubů vteřinového pastorku (Z_4); modul (m'') lze rovněž vypočítat z průměru a počtu zubů.

Dostaneme-li takto vypočítanou osovou vzdálenost \underline{A}' nebo \underline{A}'' , např. větší proti skutečnosti (přeměříme ve stroji), poznáme, že jsme volbu provedli chybně a vybereme proto kolo a pastorek s většími (jinými) počty zubů (např. $Z_2 = 10$; $Z_3 = 80$).

Opětovnou kontrolou, tj. dosazením do jednoho ze vzorců pro osovou vzdálenost, se pak přesvědčíme, byla-li nová volba již správná. Obvykle dojdeme při druhém výpočtu již k správným hodnotám; není-li však tomu tak, musíme opakovat volbu a výpočet potřetí.

Naměřená vzdálenost os mezi hřídelem kola minutového (značíme $Z_1 = 75$) a pastorku kola vloženého Z_2 (z příkladu 1) činí

$$\underline{7,43 \text{ mm}}.$$

Vypočítaný modul ozubení minutového kola ke $\underline{m} = 0,175$.

Pro ztracený pastorek volíme $Z_2 = 8$:

$$A' = \frac{m' (Z_1 + Z_2)}{2} = \frac{0,175 (75 + 8)}{2} =$$

$$= 0,0875 \cdot 83 = \underline{7,26 \text{ (mm)}}$$

Z výsledku vidíme, že nám při volbě 8 zubů pro pastorek mezilehlého kola vyšla osová vzdálenost menší než skutečně odměřená.

Provedeme proto výpočet znovu s pastorkem o 10 zubech :

$$(75 + 10) = 85$$
$$0,0875 \cdot 85 = \underline{7,43 \text{ (mm)}}$$

Vypočítaná osová vzdálenost odpovídá přesně naměřené vzdálenosti, a proto i naše volba byla správná:
Pastorek mezilehlého kola má mít 10 zubů.

Podle dříve uvedeného poměru vychází pro ztracené mezilehlé kolo 80 zubů. Překontrolujeme si, zda je výpočet správný:

$$Z_3 = 80$$

$$Z_4 = 10$$

$$m' = 0,12$$

$$A'' = 5,4 \text{ mm}$$

$$A'' = \frac{m' (Z_3 + Z_4)}{2} = \frac{0,12 (80 + 10)}{2} =$$

$$= \frac{0,12 \cdot 90}{2} = 0,12 \cdot 45 = 5,4 \text{ (mm)}$$

Výpočet souhlasí, mezilehlé kolo má mít 80 zubů.

L I T E R A T U R A

A. doporučená

- Jaromír Boukal: Opravy hodiniek
Prof. dr. Ing. M. Hajn: Základy jemné mechaniky a hodinářství
Prof. dr. R. Schneider: Přesný čas
Josef Sladkovský: Učebnice odborné nauky hodinářské
Jemná mechanika a optika (technický měsíčník)

B. použitá

- G. A. Berner: Praktische Notizen für den Uhrmacher
O. Böckle: Lehrbuch für das Uhrmacherhandwerk, Band I., II.
K. Biebel - A. Helwig: Feinstellung der Uhren
Prof. dr. Ing. M. Hajn: Základy jemné mechaniky a hodinářství
Hans Jendritzki: Werkstattwinke des Uhrmachers
R. Lavest: Grundlegende Kenntnisse des Uhrmachers
Z. Martínek, J. Řehoř: Základy hodinářství
James L. Pellaton: Die Hemmungen
Pinkin A. M. : Remont časov
Orloj (časopis)

O B S A H

	Strana
I. SLOŽENÍ HODINEK	3
1. Rozdělení hodinového stroje	3
2. Setrvačka	5
Hřídél setrvačky	6
Setrvačnick se šrouby a bez šroubů	7
Oprava setrvačnicku	10
Uložení setrvačky	11
3. Vlások	13
Izochronismus	19
Vnitřní upevnění vlásku	22
Výměna vlásku	23
Materiál vlásků	24
4. Tlumiče nárazů	27
Tlumič INCABLOCK	27
Další modifikace tlumičů	29
Tlumič SUPER-SHOCK-RESIST	29
Systém VIBRAX	30
Tlumič s odpruženým setrvačnickem WYLER	30
5. Zvláštní druhy regulačních ruček	31
INCASTAR	32
TRIOSTAT	34
6. Hodinové pero	36
PHYNOX, NIVAFLEX, ELGILOY	39
Rozměry pera	40
Upevnění pera	43
7. Hlavní soukolí	45
Zvláštní uspořádání	47
Stroje s centrální vteřinovou ručkou	47
Konstrukce s nepřímým pohonem	48



Konstrukce s přímým pohonem	48
Vliv změny osové vzdálenosti	49
8. Čepy	50
Rozměry čepů a velikost vůle uložení	52
Upevnění kamenů ve stroji	58
Kameny krycí	59
Uložení kamenů vlisováním	60
9. Tvar ozubení hlavního soukolí	62
10. Ručkové ústrojí	69
Uspořádání ručkového ústrojí	69
Přenos otáčivého pohybu	70
Tvar zubů ručkového soukolí	74
II. KROKY HODINEK	75
A. Válečkový krok	76
1. Části válečkového kroku	77
2. Funkce kroku	78
3. Úhly, jimiž funkce válečkového kroku probíhají	80
4. Seřízení a oprava válečkového kroku	82
5. Průchod krokového kola	83
6. Výpustný úhel klídu	84
7. Vůle zubů	88
8. Výběhy (rozkyv) setrvačky	89
9. Opravy jednotlivých částí válečkového kroku	91
a) Ulomený čep válečku	91
b) Ulomený zub krokového kola	91
c) Zlomený váleček	91
d) Vychozené zdvižné plochy válečku	92
B. Základní díly volných kotvových kroků	92
1. Krokové kolo	93
2. Kotva s vidlicí	94
Vidlice	94
3. Vodítko	96
Jednotlivé funkce volných kotvových kroků	97

	Strana
C. Kolíčkový krok	98
1. Průběh funkcí kolíčkového kroku	100
2. Opravy kolíčkového kroku	103
a) Vychozený bok zubů krokového kola, poškozená záchytná plocha	103
b) Vychozený kolík kotvy	103
c) Deformovaná ramena kotvy	104
d) Poškozený jazyk kotvy	104
e) Drsný nebo nesprávně provedený pojistný kotouč	104
f) Házení kotvy nebo krokového kola	105
g) Ohnutá vidlice	105
D. Švýcarský krok	105
Jednotlivé funkce kroku	106
1. Popud	106
2. Popud setrvačky	108
3. Odpad	110
4. Přitažení	111
5. Překyv	112
Růžková vůle	113
Vůle jazyka kotvy	113
6. Záchyť	113
7. Vypuštění	114
Úhly, jimiž současně proběhnou funkce kroku	116
Závady na švýcarském kroku a chyby vyskytující se při jeho seřizování	119
III. NATAHOVACÍ A ŘÍDICÍ ÚSTROJÍ	124
1. Natahovací ústrojí tlačítkové	125
2. Natahovací hřídel	126
3. Charakteristika nejčastějších chyb mechanismu	128
4. Výsuvná páka krytých strojů	129
5. Natahovací mechanismus spojkový	130
6. Opravy mechanismu	131
7. Natahovací mechanismus vahadlový	132
8. Opravy mechanismu	132

9.	Negativní natahovací systémy	134
10.	Speciální natahovací systémy	135
11.	Západkové mechanismy	136
IV.	OPRAVA HODINKOVÉHO STROJE	138
1.	Postup zjišťování závad a jejich příčin	139
	Pouzdro hodinek	139
	Vodotěsné pouzdro	141
	Korunka a natahovací hřídel	143
	Snímání ruček - číselník	146
2.	Demontáž a montáž hodinkového stroje	149
	Čištění stroje	150
	Ruční čištění stroje	150
	Čištění v čističce	151
	Význam čištění stroje	152
	Montáž stroje a jeho seřízení	154
	Mazání stroje	157
	Mazací schéma	161
	Dávkování oleje	163
V.	KALIBR HODINEK	167
	Výpočty	174
A.	Výpočty hnacího ústrojí	174
	1. Výpočet dráhy sestupu závaží a doby chodu	174
	2. Výpočet úhrnných otáček perovníku	179
	3. Určování rozměrů náhradního pera	181
B.	Výpočty hlavního soukolí I. skupiny a ručkového soukolí	183
	1. Výpočet celkového převodu I. skupiny	183
	Soukolí bez vteřinové ručky	186
	2. Výpočet otáček krokového kola (pastorku) z počtu zubů kol	188
	3. Výpočet otáček krokového kola (pastorku) z počtu kyvů	189
	Počet kyvů za hodinu	190

	Strana
Výpočet kyvů a otáček krokového kola	192
4. Výpočet celkového převodu ručkového soukolí	196
5. Výpočet počtu zubů ztraceného kola nebo pastorku	198
Stroj bez vteřinové ručky	199
Výpočet ztraceného kola s pastorkem	203

LITERATURA

A. doporučená	206
B. použitá	206