

JOSEF BUREŠ

HODINOVÉ STROJE

pro 1. ročník

odborných učilišť a učňovských škol

Učební obor 24632 - hodinář, hodinářka

4/3. vyd.

STÁTNÍ PEDAGOGICKÉ NAKLADATELSTVÍ PRAHA

1975 173.



STÁTNÍ TECHNICKÁ KNHOVNA V PRAZE	
1284683	Z 87683
Datum 31. 8. 76	DF 681.11 (075.3)
Dot. PV	
Form Kčs 9,50	Haslo M
Přílohy	

BA01 453 --
CS 3605 P

© Státní pedagogické nakladatelství, n. p. 1975

Recenzovali: Jan Huták, inž. Zdeněk Martínek
a Bohumil Procházka

Třetí vydání podle prvního schváleného výnosem ministerstva školství a kultury ze dne 13. března 1962, číslo 4837/62-II/2, jako učební text Hodinových strojů pro I. ročník odborných učilišť a učňovských škol, učební obor hodinář 24632.

O B S A H .

I.	<u>Úvod - důležitost a význam učebního oboru</u>	7
II.	<u>Odvození a měření času - historie</u>	9
1.	Pohyby těles sluneční soustavy	10
	Zjišťování času	12
	Časová rovnice	15
	Čas pásmový	16
	Datumová hranice	17
	Hvězdný den	18
	Kalendář	19
2.	Historie měření času	21
	Gnómony	21
	Hodiny sluneční	23
	Hodiny vodní - klepsydra	25
	Přesýpací hodiny	30
	Svíčka užitá k měření času	30
3.	Vývoj kolečkových hodin	32
	Složení kolečkových hodin	34
	Zařízení k měření času - lihýř	35
	Zavedení kyvadla	35
4.	Orloje	37
	Olomoucký orloj	38
	Pražský orloj	40
	Druhy mechanických hodin	43
III.	<u>Složení hodinového stroje</u>	46
1.	Rozdělení hodinového stroje	46
	Druhy strojů	46
2.	Regulátor chodu /kyvadlo/	49
	Kyvadlo matematické	50
	Kyvadlo fyzické	52
	Závěs kyvadla	54
	Umístění kyvadla	56

3.	Hnací ústrojí	57
	Provedení hnacího ústrojí pro pohon závažím	58
	Hnací kolo podle Harrisona	60
	Provedení hnacího ústrojí pro pohon perem	61
	Perovník neozubený otáčivý	64
	Pero v perovníku	65
	Stavítko	67
4.	Hlavní soukolí hodin	69
	Druhy ozubených kol	71
	Tření	72
	Křivky ozubení - záběr kol	73
	Správná vzdálenost záběru	77
	Uložení kol a pastorků	81
	Uložení hrotové	84
	Rozdělení soukolí hodinového stroje na skupiny ..	85
5.	Ručkové ústrojí - skupina II.	86
	Ručkový pastorek	87
6.	Kroky kyvadlových hodin	89
	Rozdělení kroků	90
	Kroky vratné	90
	Krok vřeténkový	91
	Krok sloupkových hodin	92
	Záběrová vzdálenost	95
	Vidlice	95
	Krok černoleský	96
	Krok kolíčekový	97
	Krok kotoučkový	98
	Kroky klidové	99
	Krok Grahamův	99
	Vzdálenost záběru	100
	Kolíčekový krok Brocotův	101
	Kolíčekový krok Amantův	102
	Dvojitý druh kotvy	103
	Kroky volné	104
	Kroky zarážkové	104
	Kroky zarážkové nepřímo působící	104

Kroky diferenciální	105
Kroky kuriózní	105
7. Spojení kroku s kyvadlem	106
IV. <u>Setrvačka - vlásek</u>	108
1. Setrvačka	108
Zvláštní způsoby uložení setrvačky	109
EXACTA /uložení setrvačky v magnetickém poli/....	110
SMITHS /zavěšená setrvačka s válcovým vláskem/...	111
2. Vlásek budíků	113
Regulační ručka	113
Výměna vlásku	114
V. <u>Kolíčkový krok budíků</u>	116
1. Jednotlivé funkce kolíčkového kroku	116
Oprava kolíčkového kroku	119
2. Kolíčkový krok s dvojitým vodítkem	120
Prověřování činnosti kroku	121
3. Kolíčkové kroky s tichým chodem	122
VI. <u>Budicí stroje</u>	123
1. Budicí stroje s mimostřednou budicí ručkou	
/s hlasitým nepřerušovaným zvoněním/	123
Řízení a spouštění	126
Seřízení budicího mechanismu	127
Budicí stroje s centrální budicí ručkou	128
2. Budicí stroje s přerušovaným hlasitým zvoněním	129
Budicí stroje s postupným nepřerušovaným zvoně-	
ním	129
Činnost budicího ústrojí	130
Budicí stroje s přerušovaným postupným zvoněním..	131
Činnost budicího ústrojí	131
Budíky miniaturní	133
VII. <u>Bicí stroje</u>	134

1.	Rozdělení bicích strojů	134
	Stroje s vícedenní dobou odběhu	136
	Popis průběhu odbíjení strojů /se závěrkovým kolem/	136
	Počet úderů při odbíjení hodin	138
	Seřízení bicího stroje	140
	Bicí stroj typu hodin černoleských a kukaček ...	141
2.	Bicí stroje s počítaním a se stupnicí	143
	Spuštění - náběh	144
	Počet úderů	145
	Seřízení bicího stroje	146
	Bicí stroj čtvrtkový	146
	Průběh odbíjení	147
	Bicí stroje se stupnicí na hodinovém kole	148
	Zvláštní bicí systémy	150
3.	Mazání hodinového stroje	150
	Regulace hodin.....	153
	Denní chod hodin	155
	Skříňe hodin a pouzdra budíků	156
VIII.	<u>Zvláštní druhy velkých hodin</u>	158
1.	Krátkodobé časoměřiče /minutky/	158
	Hodiny expoziční	158
	Hodiny telefonní	159
	Hodiny holubářské	159
	Tažné hodinové stroje /registrační/	159
	Hodiny ponocenské	160
	Tachografy	161
2.	Bezpečnostní předpisy	161
	Požární prevence	164
	Hasicí přístroje	164
	Legendy k obrázkům	167
	Doporučená a použitá literatura	173

I. ÚVOD - důležitost a význam učebního oboru

Důležitým odborným předmětem učebního oboru hodinář jsou hodinové stroje. Opírají se o další odborné i všeobecně vzdělávací předměty: technické kreslení, fyziku, nauku o materiálu, technologii a laboratorní práce. Základním předpokladem výuky tohoto předmětu je zřetel na dílenskou praxi, která přispívá k postupnému získávání potřebné zručnosti učňů. Proto je předmět hodinové stroje rovnoměrně rozložen do tří ročníků, takže se teorie může rozšiřovat současně s dílenskou praxí. V celém učebním textu se soustavně sleduje co nejtěsnější skloubení a prolínání všech předmětů i jejich vzájemné doplňování.

Teorie předmětu je v technickém kreslení podložena a doplněna grafickými pracemi /např. křivky ozubení, konstrukce kroků aj./; ve fyzice se opírá učivo o všeobecné poznatky /např. o jednoduché stroje, sklad a rozklad sil, nauku o pevnosti a pružnosti apod./. Je třeba si dobře uvědomit hodnotu vědomostí získávaných v ostatních předmětech, aby se získané poznatky aplikovaly ve vlastním oboru, spojovala teorie s praxí i aby se správně technicky myslelo.

Ještě před 200 lety patřili majitelé hodinek jen k nejbohatší společenské vrstvě. V dnešní době považujeme za samozřejmost, že má hodinky každý dospělý občan. Už sama tato skutečnost dokazuje, že měření času - a sice co nejpřesnější - má nyní hodnotu tak velkou, jako dosud nikdy v dějinách. Ekonomické využití dne vyžaduje přesnou časovou orientaci. Přesný čas je základem správného rozvrhu a dodržování technologických postupů ve výrobě.

Pracující, který má spolehlivé hodinky, je jimi veden k přesnosti a dochvilnosti. Navyká si na plánování času v práci a dovede hospodařit i s chvílemi odpočinku.

Opravářství hodinových strojů je specializovaným oborem

jemné mechaniky. Hodinář musí soustružit a vyvrtávat otvory nejmenšího průměru až 1/10 mm a pracovat s ocelovou pružinou /vláskem/, která u nejmenších strojů náramkových dámských hodin má tloušťku jen několika setin milimetrů. Výroba a opravy hodinových strojů vyžadují absolutní soustředěnost, pozornost, vytrvalost a ukázněnost pracovníka i využití všech jeho duševních schopností. Každý úkon, který se provádí v dílně, musí nést znak pečlivosti a přesnosti, třebaže se jedná o zdánlivě zcela jednoduché opracování běžné součástky. Nic nesmí být uděláno ledabyle, nepozorně nebo spěšně. Úkon, který máme provádět, je třeba důkladně nacvičit, aby se získala potřebná zručnost a jistota.

Teorie umožňuje pochopit složení hodinového stroje i účelnost jeho jednotlivých součástí; její znalost dodá práci učně cílevědomost. Všechny zde uvedené požadavky je nutno důsledně plnit, mají-li být učňové jednou kvalitními odborníky s všestranně rozvinutými schopnostmi, jak to hodinářský obor vyžaduje.

II. ODVOZENÍ A MĚŘENÍ ČASU - historie

Není skoro dne v našem životě, abychom nevyjádřili nějakou formou vztah k času. Č a s - čím jiným jej v praxi měříme, než nepřetržitým a rytmickým otáčením vteřinové ručky na hodinkách doprava, čímž se odměřuje časová vzdálenost minulosti od přítomného okamžiku. Bylo tomu tak vždy? Jistě ne. Hodinky přece vynalezl člověk až v posledních staletích, a čas trvá neomezeně, stejně jako život. I když nemáme hodiny před sebou, přece cítíme, chápeme, jsme si vědomi, že každá činnost i nečinnost, kterou právě prožíváme, má jisté trvání. Jinak dlouhá se však jeví půlhodina v příjemné zábavě než půlhodina, při níž se silnými bolestmi zubu budeme čekat v ordinaci lékaře. Tento psychologický jev je subjektivní a tedy odlišný u každého člověka.

Moderní věda zná i čas biologický, který se měří zhojením určité plochy poranění na lidském těle. V každém případě vidíme, že měření času je vázáno na činnost, děj, přeměnu. Můžeme se zcela oprávněně domnívat, že i v nejstarších dobách, o nichž nemáme historických záznamů, měl člověk vědomí času, neboť byl obklopen přírodou. V přírodě probíhá trvalá přeměna, která jistě upoutávala pozornost člověka pravidelnými změnami, jež se čas od času opakovaly. Tyto změny probíhaly nezávisle na vůli i pocitech člověka a staly se tak přírodními jednotkami času. Poněvadž odvození času z pohybu nebeských těles je vázáno na pojmy "pohyb" a "tělesa", což patří do oboru fyziky, byl nazván tento čas fyzikální. Definicí č a s u se zabývá filosofie, měřením fyzikálního času astronomie a časovou kontrolou pomocí různě konstruovaných přístrojů /hodin/ hodináři. I když fyzikální čas, odvozený z pohybu nebeských těles, je pro naši potřebu nejvhodnější, přece nevyhovuje bez určitých úprav. Abychom porozuměli pojmu času, kterým vedle pojmu prostoru měříme vše, co se děje a co nás obklopuje, musíme na chvíli opustit naši Zemi a podniknout krátký výlet do vesmíru.

1. Pohyby těles sluneční soustavy

Zahledíme-li se zrána na jasnou oblohu, uvidíme Slunce nízko nad obzorem. Během dne pak po obloze stoupá, v poledne je nejvýše a zase pomalu klesá k západu, až večer zmizí z našeho obzoru. Tento pohyb se denně opakuje. Právě tak, pozorujeme-li některé souhvězdí nebo určitou hvězdu během noci, vidíme, že každý večer vychází, pohybuje se po jisté dráze po obloze a k ránu zapadá. Z těchto pohybů hvězd a Slunce byly stanoveny jednotky času již v nejstarších dobách Říše babylónské, v Egyptě, Persii i v ostatních částech tehdejšího vzdělaného světa. Pohyb Slunce byl jistě s pohyby hvězd, s pravidelným střídáním světla a tmy základním východiskem pro měření času v dávnověku. Další pravidelně se opakující a jasně viditelná je změna tvaru Měsíce. Pravidelný přírůstek čtvrti, který trvá přibližně 7 dní, byl pravděpodobně základem rozdělení času na týdny. Měsíční fáze se však opět opakují po určité době, a tak vzniká další jednotka času - m ě s í c .

Pozorováním s t í n u , který vrhá na rovinu svislé těleso, svítí-li na něj Slunce, zjistili učenci starých národů, že tento stín mění postupně svou délku i směr jednak během dne, jednak dlouhodobě. Když seznali, že změna od jednoho krajního bodu /nejkratší délka/ k témuž bodu /zase nejkratší délka/ trvá přibližně 365 dní, byl určen r o k .

Měřicí technika byla v této době zcela primitivní, a proto také veškerá měření času byla jen přibližná. Náзор o vesmíru byl vytvářen pozorováním vzhledu a pohybů vesmírných těles; docházelo přitom často k mylným závěrům. Staří Řekové se domnívali, že Země je plochá deska, spočívající na 12 mramorových sloupech, která je oblévána velikou řekou Okeanos. Slunce - bůh Hélios - vyjíždí každého rána na ohnivém voze přes oblohu, večer zhasíná světlo a ráno po koupeli je zase zažehuje. Alexandrijský učenec Claudius Ptolemaios ještě ve 2. století před n.l. učí ve svém Almagestu, že Země stojí nehybná uprostřed světa a vše ostatní se otáčí kolem ní. Tak to lidé odedávna vnímali a nelze se proto divit, že měli za to, že se vesmír točí kolem naší Země.

Víra v plochost Země se zachovala až do pozdního středověku. Teprve velký revolucionář vědy Mikuláš Koperník, narozený 19. února 1473 v polské Toruni, se staví proti geocentrickému /tj. zeměstřednému/ názoru Ptolemaiovu a vyslovuje názor nový - heliocentrický, podle něhož středem kosmu je Slunce a Země s ostatními oběžnicemi obíhá kolem něj. S Koperníkovými názory se ztotožnil Galileo Galilei, Gionardo Bruno a Jan Kepler, kteří se pokoušeli nové učení prakticky dokázat. Koperníkova slunečtředná soustava zůstala přes 200 let na indexu a pak ještě trvalo řadu let, než byla všude na školách vyučována. Když Koperník zbavil Zemi jejího preferovaného postavení ve vesmíru, netušil, že později bude této výsady zbaveno i Slunce vzhledem k vesmíru.

Vysvětlení z hlediska vědeckého zdůvodnění Koperníkových a Keplerových zákonů se podařilo anglickému učenici Isaacu Newtonovi /narodil se 25. prosince 1642/. Ten prokázal a matematicky zdůvodnil gravitační zákon, podle něhož se dvě tělesa přitahují silou, která je přímo úměrná součinu jejich hmot a nepřímo úměrná čtverci jejich vzdálenosti. Tím byly dány základy k novému studiu vesmíru a k dnešnímu vědeckému názoru na pohyby vesmírných těles. Tento stručný přehled vývoje astronomických znalostí nám ukazuje, co námahy bylo věnováno proniknutí do tajů vesmíru, abychom mohli nyní tvrdit, že náš dnešní názor o pohybech hvězdných těles odpovídá skutečnosti.

Poznámka 1: Slunce je naše nejbližší hvězda, jedna z hvězd /stálic/ Mléčné dráhy, která je hvězdnou soustavou /galaxií/, k níž náležíme. Podle výpočtů provedených sovětskými hvězdáři v r. 1947 je tato naše galaxie složena asi ze 150 miliard hvězd. Otáčí se kolem svého středu a s ní obíhá i naše Slunce. Průměr Slunce měří 1 391 107 km; Slunce je od středu galaxie vzdáleno více než 30 000 světelných let. Světelný rok je vzdálenost, kterou uběhne světelný paprsek v době jednoho roku. Tuto obrovskou vzdálenost si dovedeme jen ztěží představit, neboť rychlost světla činí 300 tisíc km za 1 sekundu.

Země je planeta, jedna z oběžnic sluneční soustavy. Jako většina ostatních nebeských těles má i naše Země tvar přibližně kulový. Průměr Země je 12 756 km. Není však ideální koulí, neboť na pólech je poněkud sploštělá.

Obíhá po eliptické dráze po rovině nazývané ekliptika kolem Slunce rychlostí 30 km/s, přičemž na svou cestu kolem Slunce potřebuje celý rok, tj. 365 a 1/4 dne. Průměrná vzdálenost Země od Slunce činí přibližně 150 000 000 km. Současně se Země otáčí kolem své osy, jež je skloněna v úhlu $66\frac{1}{2}^{\circ}$ k rovině ekliptiky. Jednu otáčku uskuteční Země za jeden den.

Měsíc. Jako je Země oběžnicí Slunce, má i ona svoji oběžnici, a tou je Měsíc. Měsíc měří v průměru jen 3 480 km. Je naším nejbližším vesmírným tělesem. Jeho průměrná vzdálenost je 384 400 km. Kolem Země oběhne Měsíc za 27,32 dne. Jeho druhá /odvrácená/ polovina je pro nás neviditelná, neboť jednu otáčku kolem své osy vykoná rovněž za 27 1/3 dne. Na své dráze kolem Země se pohybuje od západu k východu rychlostí 3 600 km/h. První snímky nás neviditelné poloviny Měsíce byly pořízeny kamerami, které byly umístěny v sovětské družici, která oběhla kolem Měsíce. Na jejich podkladě byl sestaven první atlas fotografií celého měsíčního povrchu. Historicky významným je den 21. července 1969, kdy prvně přistál člověk na měsíci. Byl jím člen posádky americké kosmické lodi Apello, Neil Armstrong.

Hvězdy. Jsou to obrovská kosmická tělesa, která se rovněž pohybují vesmírem, ale v tak velikých vzdálenostech od naší Země, že se nám jeví jako nehybné, a proto jim říkáme stálice. Vzdálenosti k nim jsou tak nesmírné, že z nejbližší hvězdy Proxima /ze souhvězdí Centauri/ k nám světelný paprsek letí skoro čtyři roky. Rigol v Orionu je vzdálen již 540 světelných let, hvězdokupa 5272 CWN 40 000 světelných let a některé jiné galaxie jsou od nás vzdáleny přes 6 000 000 světelných let. Pro určování času vyhovují nejen určité hvězdy, ale někdy i skupiny hvězd.

Zjišťování času

Nyní již víme, že měřítkem času je pro nás skutečný pohyb Země a ne zdánlivé pohyby vesmírných těles. Naše zeměkoule se otáčí kolem své osy a hvězdářský dalekohled, kterým hledíme na oblohu, může být považován za ručku hodin, která ukazuje na obrovském číselníku hvězdné oblohy. Takový dalekohled má v zorném poli několik rovnoběžných /svislých/vláken, je otáčivý přesně v rovině poledníku a opatřen zařízením, které automaticky zaznamenává okamžik průchodu hvězdy vlákny.

K určení času se pozoruje vždy větší počet hvězd, které

vyhovují svou jasností a jejichž poloha na obloze je naprosto přesně známa. Okamžik průchodu se srovnává s časem hodin a výpočty dostaneme čas s přesností přibližně na 0,02 s. Dokonalejší je metoda fotografická. Na fotografickou desku se zachycují dva odrazy světelného paprsku hvězdy. Po proměření vzdáleností bodů se propočítává čas. Tento čas se nazývá hvězdný. Počítá se od okamžiku, kdy prochází poledníkem bod jarní rovnodennosti. Hvězdný den začíná, když jarní bod kulminuje /prochází místním poledníkem/ a končí, když jarní bod prochází poledníkem podruhé. Jarní bod za hvězdný den opíše celý rovník, tj. 360° . Můžeme tedy říci, že hvězdný čas měříme hodinovým úhlem jarního bodu. Hvězdný čas můžeme udat i v míře časové : $360^\circ = 24$ hodin.

Dobu, za kterou oběhne Země jednou kolem Slunce, nazýváme rok. Definujeme ji buď jako dobu, za níž Slunce /přesně střed slunečního kotouče/ zaujme stejnou polohu k téže hvězdě a nazýváme ji rokem *h v ě z d n ý m* /siderickým/, nebo jako dobu mezi dvěma průchody středu slunečního kotouče jarním bodem, a nazýváme ji rokem *s l u n e č n í m* /tropickým/. Hvězdný čas má pro svou jednoduchoost význam pro práce vědecké astronomie. Poněvadž pro život člověka je důležité pravidelné střídání dne a noci, je pro potřebu běžné praxe zaveden čas sluneční, který je však podstatně složitější. Základem slunečního času je doba průchodu Slunce místním poledníkem. Pohyb Slunce po obloze je však průmětem Slunce na nebeskou klenbu z různých poloh Země při jejím oběhu kolem Slunce. To se odráží v pohybu Slunce se všemi nepravidelnostmi zemského oběhu, jako je vliv Měsíce, který působí na Zemi svou vlastní přitažlivostí. Slunce nestojí uprostřed zemské dráhy, nýbrž v ohnisku oběžné elipsy, a ani Země nevykonává svůj oběh stále stejnou rychlostí.

Poznámka 2: Víme již také, že dráha, kterou Země opisuje, není kruhová, ale eliptická. Proto vždy po 21.červnu je Země od Slunce nejvíce vzdálena, nachází se v odsluní /aféliu/ a po 21.prosinci je zase Slunci nejbliže, nachází se v přisluní /perihéliu/. Tím vznikají i nestejně délkou obou částí zemské oběžné dráhy, od jarního bodu k podzimnímu a zase zpět k jarnímu. Letní polovina

roku je proto delší než zimní. Letní půlrok činí 187 dní, zimní jen 178 dní.

Další nepříznivou skutečností z hlediska měření času je to, že pravé poledne slunečního času je po celý rok nepravidelné, někdy dříve, jindy zase později. Kolísání je způsobeno tím, že zemská osa nestojí k ekliptice kolmo, ale šikmo; je k ní skloněna v úhlu $66,5^\circ$. Od světového pólu se odchyluje o $23,5^\circ$. Dvakrát v roce protíná ekliptika rovník, a v tyto dny je den na všech zemských rovnoběžkách stejně dlouhý jako noc. Jmenujeme je dny rovnodennosti /aequinoctiální/. Den 21.III. nazýváme dnem jarní rovnodennosti, den 23.IX. podzimní rovnodennosti. Celá ekliptika mezi severním a jižním obratníkem je rozdělena na 12 stejných dílů po 30 stupních, které jmenujeme znamením zvířetníku. Jsou pojmenovány podle souhvězdí, počínaje od jarního bodu: Beran, Býk, Blíženci, Rak, Lev, Panna, Váhy, Štír, Střelec, Kozoroh /Kozorožec/, Vodňák a Ryby.

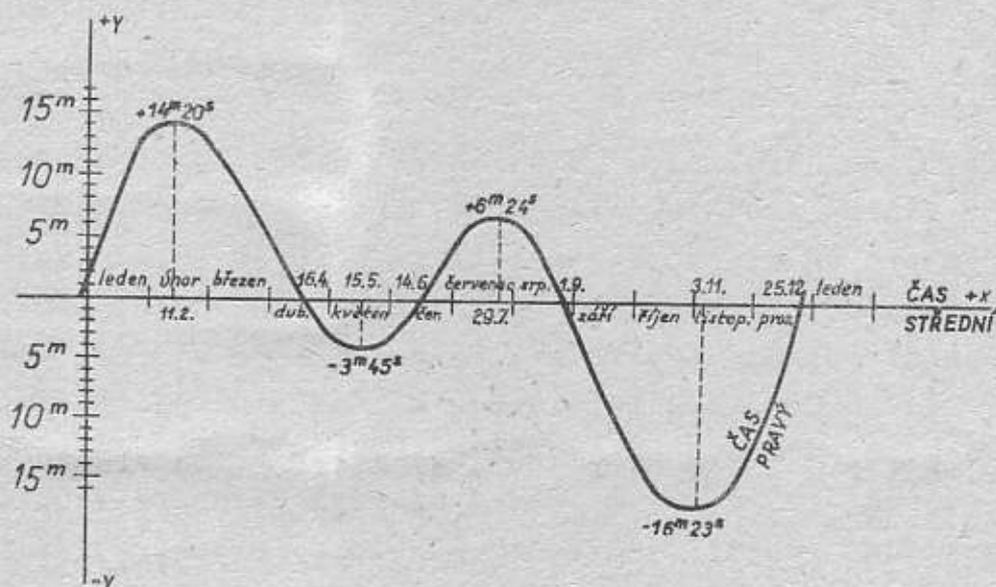
Na rovníku mají všechna místa po celý rok stejně dlouhé noci i dny. Na točnách však trvá světelný den 6 měsíců, neboť po celou tu dobu zde Slunce nezapadá. Praha leží na 50. stupni 5 minutách a 19 sekundách severní zeměpisné šířky. Nejdelší světelný den v Praze trvá 16 hodin 23 minuty. Shrme-li tyto základní nerovnoměrnosti, které při oběhu Země kolem Slunce vznikají, vidíme, proč se délka slunečního poledne během roku stále mění. Kdyby měl být zhotoven hodinový stroj, který by po celý rok ukazoval alespoň přibližně pravý sluneční čas, byl by velice složitý a pro svůj kolísavý chod pro občanskou potřebu nevhodný. Čas, udávaný skutečným pohybem Slunce, nazýváme *p r a v ý* sluneční čas. Na skutečném pohybu Slunce byly založeny sluneční *h o d i n y*, s jejichž principem se seznámíme později.

Abychom dosáhli rovnoměrného času slunečního, nahrazujeme pravý pohyb slunečním pohybem smyšleným, který nevykazuje ani změny rychlosti v pohybu Země kolem Slunce, ani nepravidelnosti, způsobené pohybem pravého Slunce po ekliptice. Zavádíme proto tzv. *I. s t ř e d n í* *s l u n c e*, které má tu vlastnost, že s pravým Sluncem prochází zároveň průměty přísluní /perihélia/ a odsluní /afélia/ na nebeskou klenbu, avšak po ekliptice se pohybuje rovnoměrně. Dále je zavedeno *II. s t ř e d n í* *s l u n c e*, které má tu vlastnost, že se pohybuje po světovém rovníku /namísto po ekliptice/ a s prvním prochází společně body rovnodennosti. Takto definované myšlené *II. s t ř e d n í* slunce je základem měření času, založeném na střídání dne a noci. Jed-

notka času je pak doba, která uplyne mezi dvěma po sobě následujícími horními kulminacemi II. středního /myšleného/ slunce a nazývá se **s t ř e d n í s l u n e č n í d e n**. Délka tohoto dne je neproměnná a dělíme ji na 24 středních hodin, 1 hodinu na 60 středních minut a jednu minutu na 60 středních sekund. Celý rok je tak rozdělen, počínaje jarním bodem na 365 stejných dílů, tj. dnů v roce obyčejném, v přestupném na 366 dnů. Podle středního slunečního dne ukazují hodiny střední sluneční čas.

Rovnice času

II. střední /myšlené/slunce, jímž měříme střední sluneční čas, prochází místním poledníkem zpravidla v jiné době než Slunce pravé. Rozdíl mezi dobou kulminace pravého Slunce /pravé poledne/ a dobou kulminace II. středního slunce /střední poledne/ nazýváme **r o v n i c í č a s u**. Rozdíly mezi hodnotami pravého a středního poledne jsou udávány pro každý den v hvězdářském kalendáři /efemeridách/. Lze je zobrazit graficky podle obr. 1 / na str. 15/ tak, že na osu x rozvineme čas



obr.1.

a na osu y nanášíme rozdíly mezi pravým a středním polednem. Grafické zobrazení rovnice času názorně ukazuje, jak se během roku liší čas, který udávají naše hodiny od skutečného chodu

Slunce. Z grafu je patrné, že čtyřikrát do roka se sejde II. střední slunce se Sluncem pravým a čtyřikrát do roka dochází k maximu výchylky.

Maxima odchylek jsou:

11. února	+ 14 ^m	20 ^s
15. května	- 3 ^m	45 ^s
27. července	+ 6 ^m	24 ^s
3. listopadu	- 16 ^m	23 ^s

Rovnice času vysvětluje známý zjev, že v určité roční době je delší odpoledne, kdežto jindy dopoledne. V běžné mluvě se říká, že dne přibývá nebo ubývá více ráno než večer a naopak. Je to totiž pravé Slunce, které způsobuje denní osvětlení; pravé poledne určuje skutečný střed dne. Tak např. 11. února kulminuje pravé Slunce téměř o 1/4 hodiny později, než ukazují naše hodiny jdoucí podle středního času. Je proto odpoledne, počítáno podle středního času, téměř o 1/2 hodiny delší než dopoledne. Tím si vysvětlíme, že v té době více "přibývá" odpoledne než dopoledne. Po 3. listopadu je tomu naopak.

Čas pásmový

Dosud jsme hovořili o dělení času, určeném průchodem hvězd nebo Slunce místním poledníkem. I tento čas má nevýhodu. Platí totiž pro ta místa, která leží na stejném poledníku. Místa, která jsou položena východněji, již poledne měla, místa položená západně poledne teprve mít budou. Z toho vidíme, že každé město, ležící na jiném poledníku, má též jiný pravý místní sluneční čas. Od jednoho poledníku k druhému potřebuje Země při svém otáčení kolem osy 4 časové minuty. Všechny poledníky je 360; za základní /nultý/ je zvolen poledník, procházející hvězdárnou v Greenwichi /čtí grynnydži - na předměstí Londýna/. Od něho směrem východním počítáme 180 poledníků čili stupňů východní délky a směrem západním 180 stupňů délky západní. K další orientaci na povrchu zeměkoule slouží 180 rovnoběžek. Nejdélší z nich se jmenuje rovník, který dělí Zemi na dvě poloviny, se-

verní a jižní. Od něho směrem k severnímu pólu počítáme 90 rovnoběžek, které nazýváme stupni severní šířky $^{\circ} + /$, směrem k jižní točně také 90 rovnoběžek čili stupňů jižní šířky $^{\circ} - /$. Aby časové údaje byly pokud možno jednotné, bylo na mezinárodním kongresu ve Washingtonu v r. 1884 rozhodnuto zavést stejný čas pro souvislá území tak, aby mezi dvěma poledníky v rozsahu 15 stupňů zeměpisné délky byl čas jednotný. Tím se rozdělila Země na 24 časových pásem po 15 stupních, takže v každém pásmu by se sousední časy lišily vždy o 1 hodinu. Skutečným rozhraničením času jsou ovšem hranice států nebo oblastí, ležících právě z největší části v tom kterém pásmu, aby bylo dosaženo nejúčelnějšího používání jednotlivých pásmových časů. Základním pásmem je pásmo ležící mezi $7\frac{1}{2}^{\circ}$ východní a $7\frac{1}{2}^{\circ}$ západní délky od Greenwiche. Jeho středem je nultý poledník. Čas v něm užívaný se nazývá světový /SČ/. Jestliže je v tomto časovém pásmu 12 hodin /poledne/, je v každém dalším pásmu k v ý c h o d u vždy o 1 hodinu více, takže např. v sousedním pásmu východním je v tom okamžiku 13 h. Ve směru na západ o 1 hodinu méně, tj. 11 h. Na území našeho státu platí čas střeoevropský /SEČ=SČ+1 h/, který vykazuje rozdíl 1 hodinu proti času světovému k východu, tj. v okamžiku našeho poledne je 11 hodin času světového.

Střeoevropským časem se řídí ještě tyto státy: Albánie, Dánsko, Itálie, Jugoslávie, Maďarsko, oba německé státy, Norsko, Polsko, Řecko, Švédsko a Švýcarsko. Sousední pásmo k východu má čas moskevský /SČ+2h/, který ukazuje poledne, když u nás je 11 hodin. Proti času světovému udává o 2 hodiny více. Je užíván v těchto státech: Západní část SSSR, Bulharsko, Finsko, Rumunsko a Turecko. Obrovská rozloha Sovětského svazu, zaujímající 1/6 světa, je rozdělena v oblasti, v nichž postupně nastupuje 11 pásmových časů. Ostatní z evropských států používají čas západoevropský.

Datumová hranice

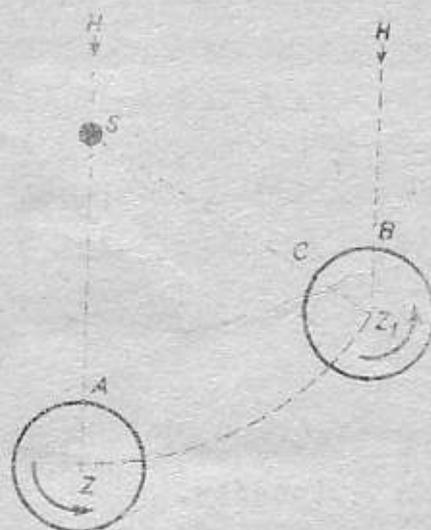
Ukazují-li hodiny na hvězdárně v Greenwichi např. v nedě-

lí v 1 hodinu v noci k datumové čáře, má po překročení této čáry v sobotu 1 hodinu v noci. Pluje-li jiná loď opačným směrem, tj. od východu k západu, má dny o tolikrát 4 minuty kratší, přes kolik poledníků denně přejede. Musí tedy při překračování datumové hranice z východu na západ vynechat datum jednoho dne, tj. místo neděle 1 hodina bude hned pondělí 1 hodina v noci. Datumovou hranici tvoří 180. poledník, který probíhá Tichým oceánem a Behringovou úžinou. Vyhýbá se pevnině a ponechává ostrovy, ležící na 180. poledníku zčásti na východní, zčásti na západní polokouli. Datumová mez se zpravidla na mapách a glóbech vyznačuje plnou tlustou čarou.

Hvězdný den

Hovořili jsme již o tom, že hvězdný čas je přesný, neboť čerpá z pravidelně se opakujících hvězdných pohybů. Hvězdný den je však kratší než sluneční o 3 minuty 36 sekund /zhruba o 4 minuty/. Abychom tomu lépe rozuměli, představme si zeměkouli Z na obr. 2 otáčející se ve směru šipky.

Světelné paprsky přicházející z hvězdy jsou označeny H, Slunce písmenem S. V bodě A je pro pozorovatele na Zemi poledne, neboť Slunce S právě prochází poledníkem. V tuto dobu se nachází i stéllice v jedné rovině s poledníkem. Druhý den bude Země v poloze Z₁. Pro pozorovatele, který se bude nacházet v bodě B, prochází světelný paprsek hvězdy opět poledníkem, hvězdný den je ukončen. Není však ukončen den sluneční. Země se musí ještě o něco potočit, až pozorovatel dojde do



obr. 2.

bodu C, kde zase sluneční paprsek projde poledníkem.

Hvězdný rok je o 1 den delší než rok sluneční.

Cesta Země kolem Slunce trvá:

- 365,242 2 slunečních
- a 366,242 2 hvězdných dnů.

Vteřinové kyvadlo hodin regulovaných podle hvězdného času je o 5,5 mm kratší než kyvadlo času středního.

Rozeznáváme tedy tři hlavní druhy času:

1. čas hvězdný / užívaný ve vědecké astronomii/,
2. čas sluneční /ukazují sluneční hodiny - gnómony/,
3. čas pásmový /platí pro všechny druhy hodin běžné potřeby/.

Pravý sluneční čas ukazují pouze sluneční hodiny.

Střední sluneční čas I se liší tím, že myšlené Slunce se po ekliptice pohybuje rovnoměrně /pro nás nemá význam/.

Střední sluneční čas II se liší tím, že myšlené Slunce se nepohybuje po ekliptice, ale po rovníku /délka dne je neproměnná/.

Místní čas

Místní čas je určen okamžikem, kdy vrcholí /kulminuje/ střed Slunce v daném místě, kdy prochází poledníkem onoho místa.

Seznámili jsme se přehledně s druhy času a se způsoby jeho měření. Dnes již hodinář nepotřebuje určovat čas pozorování nebeských těles, stačí jednoduchá kontrola chodu regulátoru podle časových signálů vysílaných rozhlasem. Časovými signály se budeme zabývat ve III.ročníku. Pro úplnost je třeba se stručně zabývat i způsoby, kterými se uchovávají velké časové úseky dějin lidstva, přičemž se zaznamenávají nejen roky, ale i staletí a tisíciletí. Těmto pomůckám, které slouží k zachycení v čase, říkáme kalendáře.

Kalendář

S rozvíjejícím se společenským životem lidí na Zemi, zvláště se zaváděním zemědělských výrobních forem, nabyl na důležitosti i roční oběh Země kolem Slunce, neboť na jeho pod-

kladě vznikla roční období a ustálila se doba setí, sklizně apod. V nejstarších dobách vedlo rozšíření rozličných náboženských úkonů, založených na měsíčním kultu k tomu, že byl u mnohých národů zvolen za časovou jednotku oběh Měsíce kolem Země. Poněvadž ani měsíc, ani rok nejsou celistvými násobky dne, bylo vždy nutno stanovit určitá pravidla, aby tyto komplikace byly odstraněny. Souhrn pravidel, jimiž se řídíme při počítání času, nazýváme běžně kalendářem.

Podle nejnovějších výzkumů je třeba hledat počátek našeho kalendáře již u starých Egyptanů. Kalendář, který platil v Egyptě v době od r. 4241 až do r. 239 před n.l., tedy více než čtyři tisíciletí, měl za jednotku rok o 360 dnech a dělil se na tři roční období: záplavu, rozpuk a žně. Každé období mělo 4 měsíce a každý měsíc měl 3 týdny o 10 dnech. Ke konci každého roku připojovali staří Egyptané 5 dní, tzv. "malý rok". V roce 239 před n.l. byl každý 4. malý rok rozšířen ještě o 1 den. Takto upravený kalendář zavedl po 200 letech v Římě Julius Caesar jako tzv. kalendář j u l i á n s k ý. Letopočet v té době začínal založením Říma, tj. od r. 753 před n.l.

Juliánský rok, který měl 365 dní a každý čtvrtý rok přestupný /o 366 dnech/, měl průměrnou délku 365,25 dne proti 365,242 2 dne roku tropického. Uvedená odchylka způsobuje za 129 let rozdíl 1 dne mezi rokem juliánským a tropickým. Touto chybou nastala během 1300 let odchylka více než 10 dnů. Počátek jara, který za času koncilu v Nicei r. 325 připadal na 21. března, posunoval se na základě této chyby zpět a v 16. století byl už 11. března. Odchylku opravil papež Gregor /Řehoř/ XIII., když v r. 1582 určil, aby počátek jara byl opět 21. března. Normální rok byl stanoven na 365 dní, každý čtvrtý rok na 366 dní, avšak století budou přestupná jen tehdy, když prvá dvě čísla budou dělitelná čtyřmi. Tato reforma byla nazvána gregoriánskou a nově upravený kalendář kalendářem gregoriánským. Průměrná délka roku činí teď 365,242 5 dne, takže je jen o 0,000 3 dne delší než rok tropický. Tato chyba teprve asi za 3300 let vzroste na 1 den.

Juliánský kalendář byl pozměněn r. 607 n.l. odkdy je počá-

tek našeho letopočtu. Židovská éra má svůj vlastní kalendář, podle něhož je rok 5728 /počítá se podle židovského náboženství od tzv. "stvoření světa" - v roce 1970 n.l./ . Mohamedánská "éra hedžry" má v roce 1970 n.l. rok 1387.

I v nynější době se uvažuje o nové reformě kalendáře, která by definitivně odstranila poslední zbylé nepravidelnosti. Jde tu především o požadavek, aby délka všech měsíců byla stejná a aby data jednotlivých dnů v roce připadla vždy na týž den v týdnu.

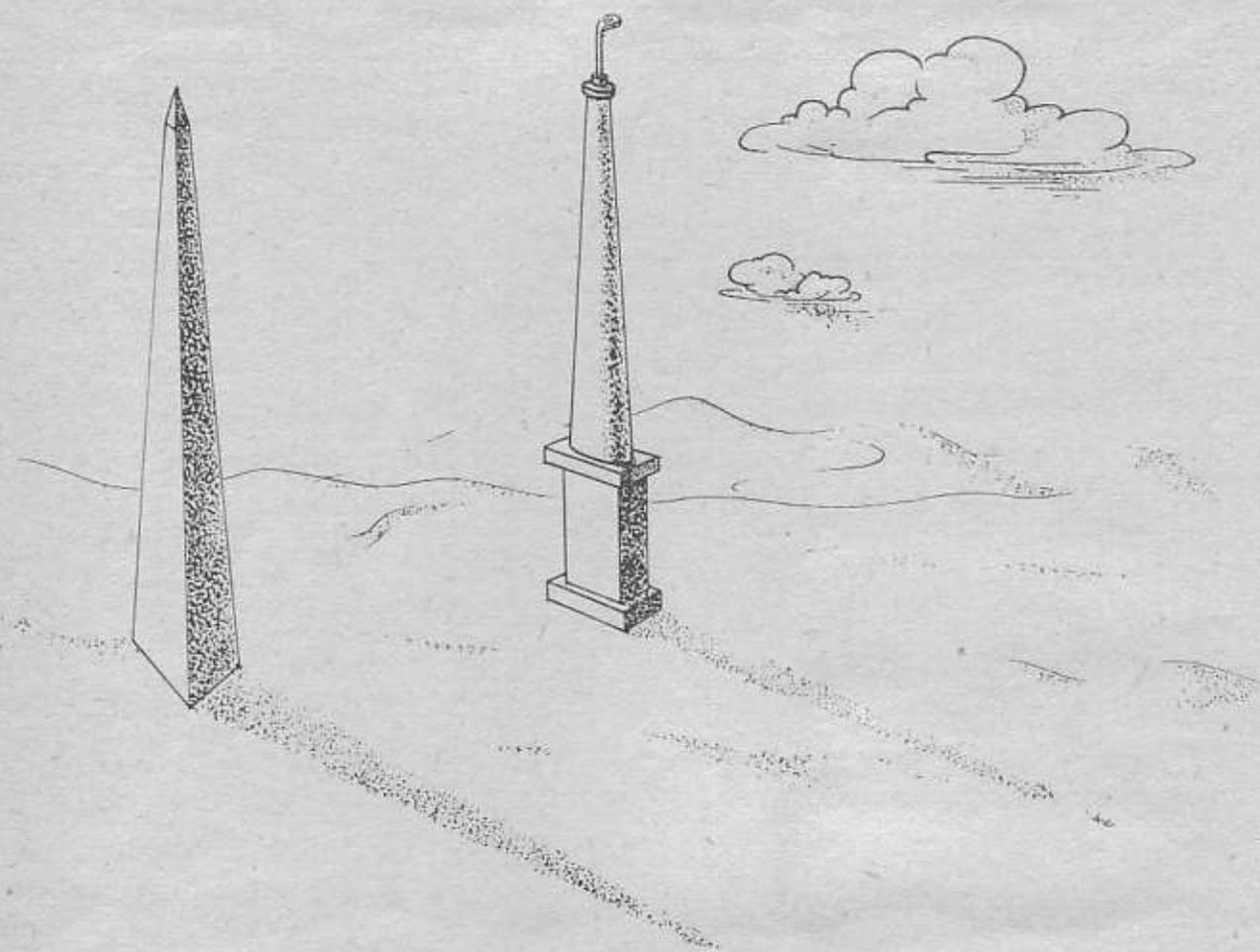
2. Historie měření času

Říkali jsme již, že čas je měřen podle zdánlivého pohybu Slunce a hvězd. Tak tomu bylo i v nejstarších dobách při stanovení dne a hodin. Den nezačínal u všech národů stejně. Babylóňané a Peršané počítali den od východu Slunce. Řekové, Číňané a Židé od Slunce západu, Římané a obyvatelé západních zemí od půlnoci. Můžeme předpokládat, že v nejstarších dobách byl odhadován čas jen střídáním dne a noci, později byl i den dělen na několik úseků podle výšky Slunce na obloze, a teprve dalším vývojem došlo lidstvo k poznání, že během dne se mění délka a směr stínu, který vidí člověk před sebou, stojí-li zády k Slunci. Odměření délky stínu bylo zase prováděno asi velice primitivně. Domníváme se, že každý změřil délku svého stínu na kroky. Přesněji bylo možno měřit stín pevnou tyčí nebo sloupem, který byl nazýván g n ó m o n. V komedii, kterou sepsal slavný řecký dramatik Aristofanes před 2000 léty, existuje scéna, v níž Atéňanka Proxagora říká manželovi Blepirovi: "Až bude stín deset kroků dlouhý, natři se vonnými mastmi a přijď večeřet!" Z toho vidíme, s jakou asi přesností byl měřen čas.

Gnomony

Gnomon byl štíhlý, vysoký sloup, postavený obvykle na veřejném prostranství. Dosahoval výšky až 20 metrů a měl tvar vysokého štíhlého jehlanu. Číňané prý užívali gnómon již 2400 let před n.l., podle jiných autorů jen 2000 let před n.l. Je však

jisté, že ve starém Egyptě při stavbě chrámů a pyramid vytyčovali poledník pomocí slunečního gnómonu. Tuto domněnku potvrzuje např. chrám Slunce v Abusiru, založený roku 2700 před n.l. Ve Spartě byl gnómon postaven r.550 před n.l. Měřit čas podle délky stínu gnómonu nebylo právě výhodné, poněvadž se během roku mění výška sluneční dráhy a bylo proto nutné užívat korekčních tabulek. Náčrt gnómonu je na obr.3.



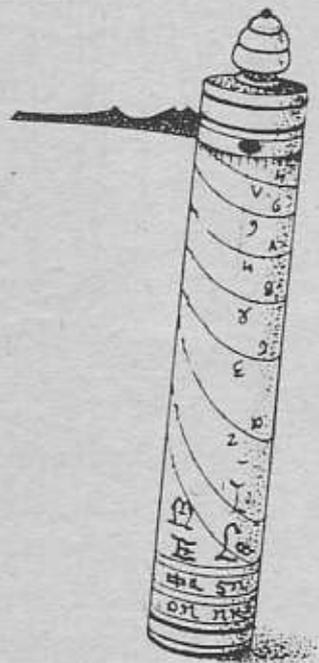
obr. 3.

Gnómony bývaly postaveny tak, že jejich stěny označovaly zároveň světové strany. Některé z nich nesly na vrcholu plochou desku obrácenou k polední straně /tedy na jih/ a skloněnou tak, aby sluneční paprsky na ni v poledne dopadaly pokud možno kolmo.

Malým otvorem této desky byl vrhán světelný bod slunečních paprsků na stín jehlanu, čímž bylo umožněno snadněji odečíst čas. Praktické použití gnómonu i teorie je velmi jednoduché. Dělíme-li výšku tyče délkou jejího stínu, zjistíme snadno výši Slunce nad obzorem.

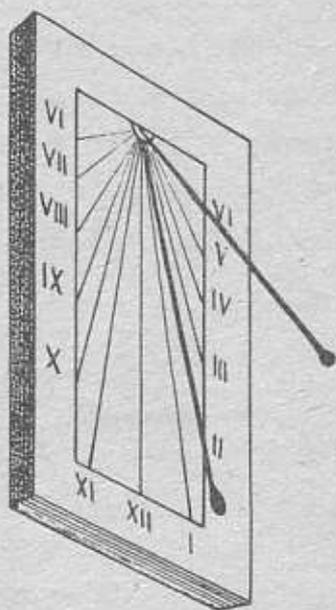
Gnómon takto sestrojený měl však mnoho nevýhod. Nejen že ukazoval čas jen když svítilo Slunce, ale nebylo možno nosit jej s sebou na cesty. Proto na cestách, kde byl čilejší cestovní ruch, byly stavěny gnómony vždy v určitých vzdálenostech od sebe. Na cestách opuštěnými krajinami používali indiští fakíři zvláštní cestovní hole, která byla upraveným přenosným gnómonem. Tato hůl nebyla však zaoblená, nýbrž osmihranná. Každá hrana měla v horní části provrtán otvor, do něhož se zastrkávala tenká tyčinka. Aby fakír poznal, kolik asi je hodin, zdvihl hůl a zavěsil ji na šňůru. Stín, jež vrhala tyčinka na hranu svisle visící hole, ukazoval čas. Nebylo třeba měřit délku stínu, protože na hraně byly vyřezány vruby, jež už značily hodiny. Proč však tolik hran místo jediné? Bylo to proto, že v různých ročních dobách je dráha Slunce na obloze různá, a proto i délka stínu je závislá na tom, kde právě Slunce na obloze stojí. Pro různá roční období se používalo vždy jiné hrany. Obdobné provedení vidíme na obr.4. Obvod válce tu nese rozdělení na hodiny pro měsíce. Ručka, která vrhá stín, se po určení času zasunovala dovnitř válce.

V tomto období lidských dějin a vývoje kultury byl Babylón jedním z největších měst; kvetly tu proto věda i umění. To je zřejmé i z toho, že Babylóňané naučili Řeky sestavovat nový druh hodin, u nichž svislý gnómon byl nahrazen šikmo postaveným a hodiny byly děleny v kruhu. Těmto konstrukcím na měření času říkáme "sluneční hodiny". Nauka o slunečních hodinách všech typů se nazývá gnómika. Takové dokonalé

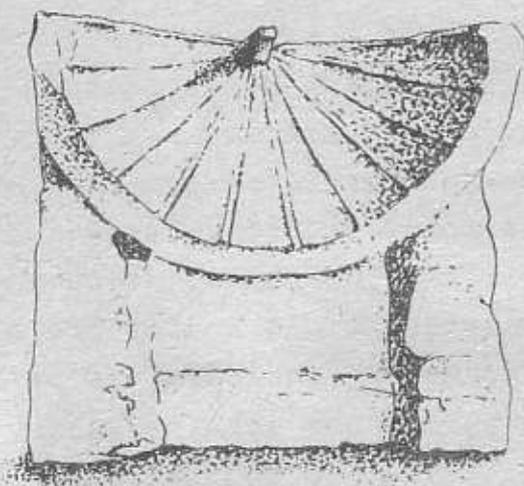


obr. 4.

sluneční hodiny sestávají z gnómonu, směřujícího k světovému pólu /tj. velmi přibližně k Polárce/, a z číselníku, který má nejčastěji tvar půlkruhu, jehož rovina je ke gnómonu kolmá. Ukazují čas s přesností na 2 až 1 minutu. V Řecku postavil první sluneční hodiny Anaximandros kolem r. 550 př.n.l. Sestrojováním slunečních hodin se zabývali nejznámější matematici a astronomové tehdejší doby. Se starými slunečními hodinami na zdech hradů a kostelů obrácených k jihu se setkáváme dosud. Ve Francii byly prý v 18.století sluneční hodiny na každém domě. Sestrojení bylo provedeno tak, že na svislé stěně, obrácené k jihu, byla upevněna tyč /stylus/ v úhlu zeměpisné šířky toho místa. Ve stejném směru s osou zemskou vrhala tato tyč svůj stín na stěnu: dopoledne na stranu levou, západní a odpoledne na stranu pravou, východní /obr.5/



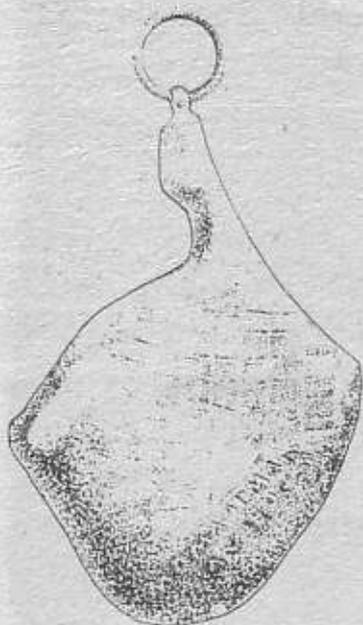
obr.5.



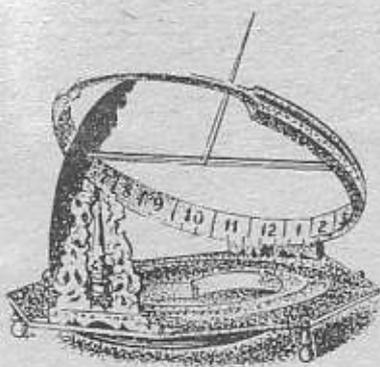
obr.6.

Na obr.6 jsou kamenné sluneční hodiny z Atén. I jinak se sestrojování slunečních hodin značně zdokonalilo. Byly konstruovány univerzální přenosné sluneční hodiny, sluneční hodiny tvaru prstenu, kalichu a z vykopávek se zachovaly i sluneční hodiny tvaru šunky. Na obrázcích 7,8,9,10,11 a 12 jsou některé druhy

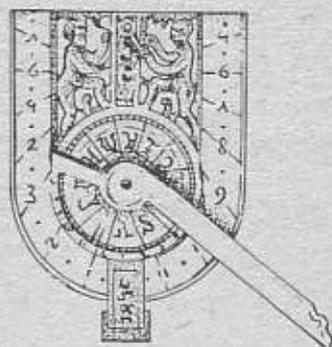
těchto hodin znázorněny.



obr. 7.



obr. 8.



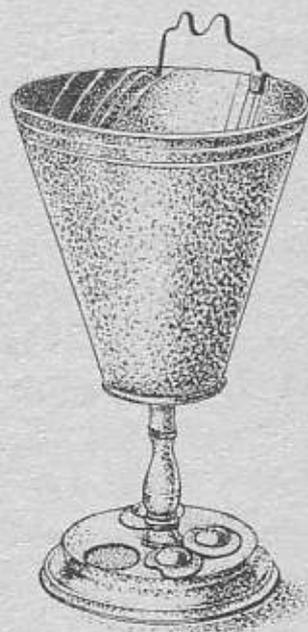
obr. 9.



obr. 10.



obr. 11.



obr. 12.

Každé sluneční hodiny, ať již v jakémkoli provedení, mají však jeden základní a neodstranitelný nedostatek; neukazují čas v noci a při podmračeném počasí. Byl proto hledán jiný způ-



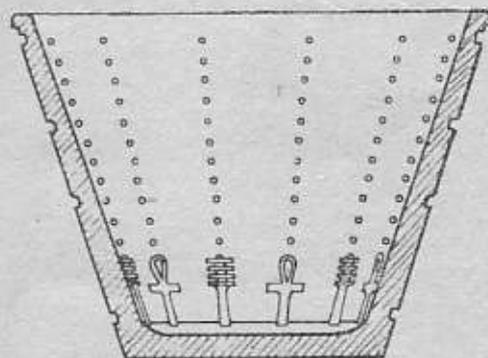
sob měření času, bezprostředně nezávislý na slunečním svitu. Nejvýznačnější místo tu zaujímají hodiny, konstruované na rovnoměrném výtoku nebo přítoku kapaliny, obvykle vody, a podle toho nazvané hodiny vodní neboli klepsydry.

Klepsydra /vodní hodiny/

Především si musíme uvědomit, že den rozdělený Egypťany na 12 hodin denních a 12 nočních měl během roku hodiny nestejné délky. Takové hodiny se nazývají *t e m p o r á l n í*. V létě byly dlouhé denní hodiny a krátké noční, v zimě zase naopak. U vodních hodin, kde je čas měřen rychlostí protékající vody, odpadá působení měnící se délky dne a noci; každá hodina je proto stejně dlouhá. Tím se vlastně u vodních hodin začíná poprvé používat časové hodiny stejné pro kterékoli roční období, tj. hodiny *s e q u i n o k t i á l n í*, i když tato časová hodina byla s všeobecnou platností zavedena teprve ve 14. století n.l.

Výtokovými hodinami byla kamenná nádoba tvaru kruhového komolého kužele. Na obr.13 vidíme náčrt takových nejstarších hodin, pocházejících z doby panování faraóna Amenhotepa II. /asi před 3500 lety/, nalezených v Amonově chrámu v Karnaku. Zvenčí je plášť nádoby zdoben symboly hvězd, stálic i planet. Nádoba pojala při průměru dna 23 cm a hloubce 31 cm asi 28 litrů vody. Sklon stěny byl dán poměrem 3 : 1.

Ten měl zajistit, aby vodní hladina klesala rovnoměrně, tj. za stejnou dobu e stejnou výšku. Výtokový otvor je u dna jen jeden. Vnitřek stěny je opatřen stupnicí, sestávající z kruhových důlků, seřazených do 12 sloupců a představujících měsíce. Každý sloupec má 11 důlkových značek, kterými byla jeho délka rozdělena na 12 stejných dílků - hodin. Pro měření temporálních hodin byla délka sloupců různá, podle délek nocí v každém měsíci. Hodiny, které měly

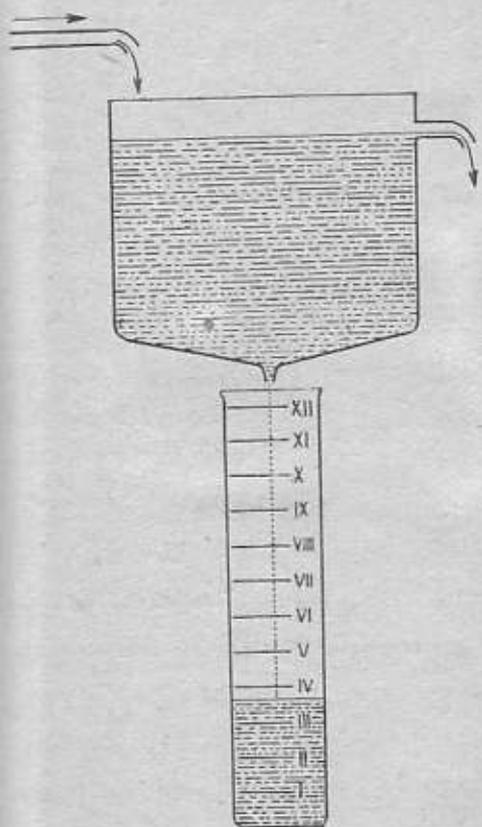


obr.13.

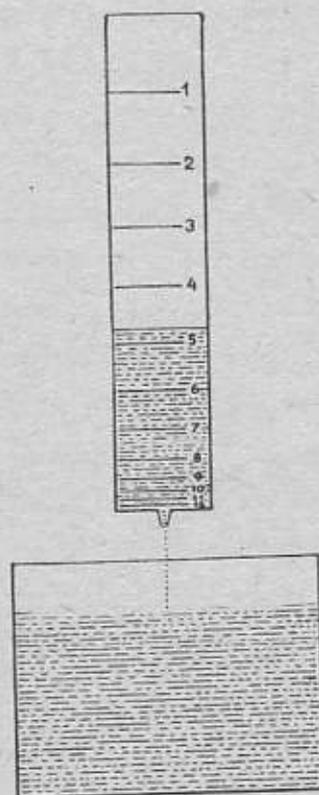
válcový tvar /kde voda působením měnící se hmoty, a tím i tlaku, nevytékala stále stejnou rychlostí/ měly značky rovněž nestejně od sebe vzdálené. Stejnoměrné klesání hladiny je totiž možné jen v nádobě tvaru rotačního paraboloidu, kde poloměr je dán čtvrtou odmocninou výšky. Měl-li by se dodržet kuželovitý tvar, musel by být sklon stěny určen poměrem 9 : 2. Uvedené hodiny se tedy nehodily k přesnému určování denní doby právě pro svůj nesprávný tvar. Používaly se proto spíše k měření delších časových úseků.

Hodiny přítokové

Jsou složitější, a proto se již nehodí k přenášení. Sestávají z nádoby, v které je odtokovým zařízením udržována stále stejná výška vodní hladiny, takže se výtoková rychlost nemění, a tedy i rozdělení hodin v odměrce je rovnoměrné. Dnem této nádoby vytéká otvorem voda do spodní nádoby, která má rozdělení, jež je schematicky znázorněno na obr. 14 a 15.

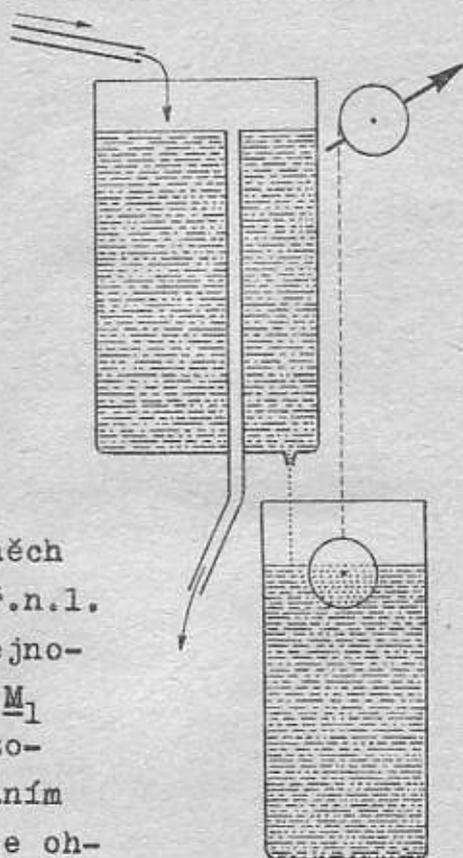


obráz.14.



obráz.15.

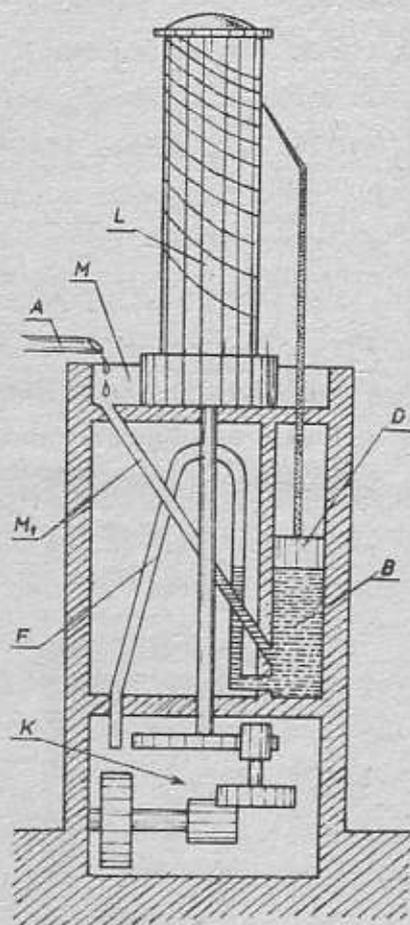
Přítokové vodní hodiny byly během staletí různě zdokonalovány a mechanizovány. Platónovy hodiny z r. 350 př.n.l. jsou nejstarší známé hodiny s budíkem, nalezené v zahradě akademie v Aténách. Na přibližně stejném principu byly zhotovovány i vodní hodiny s číselníkem. Abychom si ujasnili představu bicích vodních hodin s číselníkem, představme si studnu, z níž čerpáme vodu rumpálem. Na rumpálu je navinutý provaz, na němž je zavěšeno vědro, které svou hmotou táhne provaz dolů. Bude-li vědro dosti těžké, rumpál se hned po jeho zavěšení roztocí a bude se točit tak dlouho, pokud vědro nedosedne na vodu. Představíme-li si nyní, že voda ve studni pomalu klesá, bude se rumpál pozvolna otáčet podle toho, jak rychle bude voda odtékat. Opatříme-li výtokové vodní hodiny plovákem, který bude druhým koncem provazu navinut na válci s číselným vyznačením hodin, můžeme proti pevnému bodu odčítat čas. Opatříme-li kolo s čísly hodin ještě kolíčky a umístíme-li vedle kladívko s pérkem a zvonkem, dostaneme jednoduché provedení bicí klepsydry s číselníkem. Výhodnější je řešení vodních hodin přítokových podle obr.16. Dějiny nám zachovaly jméno *K t e s i b i a* z Alexandrie, který velmi proslul stavbou vodních hodin ve starověku. Podle nalezených vyobrazení měly jeho vodní hodiny už i ozubená kola a byly sestrojeny tak, že kulatý sloup rozdělený na čtyři svislá pole /každé pole na menší díly s dělením od 1 do 12/ se otáčel, a ukazoval po celý rok i nestejnou délku slunečního dne. Princip jedné Ktesibiových hodin z let 170 až 117 př.n.l. je na obr.17. Trubkou *A* odkapávala stejnoměrně voda do nádoby *M*, odkud trubkou *M*₁ do další nádoby *B*. Jak plovák *D* s ukazovatelem stoupá po hladině vody přibýváním vody, stoupá i voda v trubici *F*, jež je ohnuta směrem ke kolu *K*. Když se nádobka *B*



obr.16

naplní vodou, uvede se násoska **F** v činnost a voda z nádoby **B** přeteče na vodní kolo **K** a otáčí jím. Pomocí soukolí otáčí vodní kolo válcem **L**, na němž jsou vyznačeny hodiny. Tyto hodiny jsou označeny křivkami, aby odpovídaly různě dlouhým temporálním hodinám, které tehdy byly všeobecně zavedeny. Nádoba **B** se naplnila vodou za 24 hodiny a sloupec se otočil jednou za rok.

I když se vodní hodiny prováděly obvykle ve větších rozměrech a byly tedy z hlediska provozního celkem nepohodlné, jejich "chod" byl poměrně přesný. Konstrukcemi vodních hodin se zabývali i mnozí vynikající matematikové. Daniel Bernoulli, jehož rovnice zůstane základním kamenem moderní hydromechaniky i aerodynamiky, dostal ještě v roce 1725 cenu za pojednání o zdokonalení vodních hodin.



obr.17.

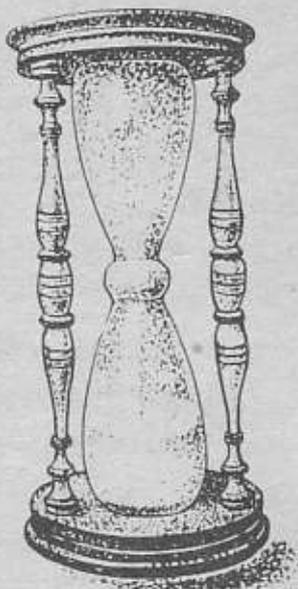
Hvězdné vodní hodiny

Tento druh vodních hodin byl založen na rovnoměrném pohybu stálic. Jejich základ tvořil seznam hvězd, které postupně vždy po hodině procházely poledníkem, nebo se nacházely v jeho blízkosti. Vzhledem k tomu, že stálice kulminují vždy ve stejné hodině hvězdného času, nastává jejich vrcholení každý den o 4 minuty dříve, což činí za 15 dní již celou hodinu. Příslušné hvězdné tabulky byly také nalezeny v hrobkách faraónů Ramsesa VI. a XI. Součástí každé tabulky je náčrtek, znázorňující sedící postavu, na níž je narýsováno 7 svislic, které představují promítání hvězd nad příslušné části postavy, uvedené v textu tabulek. Tabulka egyptských hvězdných hodin je znázor-

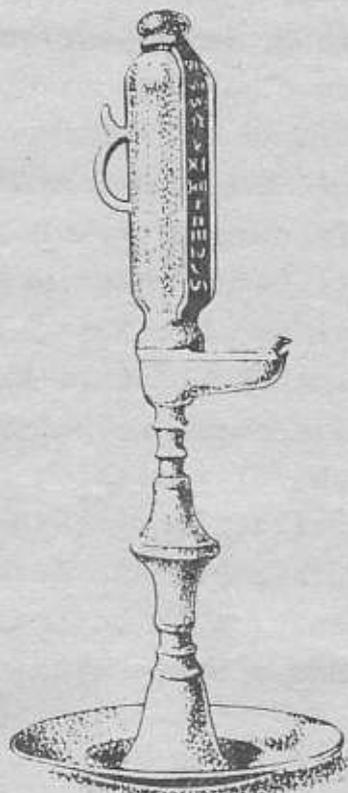
něna na obr. 18.



obr. 18.



obr.18a.



obr.18b.

Poznámka 3: Vodní hodiny patří dnes již historii. Přesto byly velice používány skoro dva tisíce let. Jsou zachovány záznamy o složitých konstrukcích, které bychom obdivovali i dnes. V druhém století n.l. byly postaveny v Solnohradě momentální astronomické vodní hodiny. V pátém století dal Theodorich Velký zhotovit od Boethia dvoje umělecké hodiny, jedny sluneční a druhé vodní pro Gunibalda, krále burgundského. Vodní hodiny měly zařízení bicí, při kterém padaly kuličky do ozvučné nádoby a loutka, představující Diomedu, současně troubila. Rovněž v osmém století Karel Veliký obdržel z Bagdádu da-

rem od Harun-al-Rashida vodní hodiny s pohyblivými loutkami. Z Bagdádu obdržel i císař Bedřich II. v r. 1232 vodní hodiny s astronomickými údaji. Návrat ke konstrukci vodních hodin nacházíme znova v 17. století a některé vodní hodiny byly sestrojeny ještě v druhé polovici století osmnáctého.

Přesýpací hodiny

Přesýpací hodiny nalezneme porůznu ještě dnes; asi před čtvrtstoletím byly používány v menších poštovních ústřednách k odměřování délky telefonních rozhovorů. V domácnostech se jimi odměřoval čas při vaření vajíček naměkko. Přesýpací hodiny znali již Babylóňané, Řekové i Arabové. Ve středověku byli jimi odměřován čas při rytířských turnajích, staří Řekové tak měřili čas řečníkům.

Jsou to dvě uzavřené spojitě skleněné nádoby, spojené úzkým hrdlem, jak vidíme z obr. 18a, z nichž jedna je před měřením naplněna pískem a druhá prázdná. Písek je samozřejmě velice jemný a dobře vysušený. Při měření přesýpacími hodinami je umístíme tak, aby plná nádoba stála svisle nad prázdnou, do níž se po určité vždy stejné době přesype všechn písek, načež při příštím měření se hodiny prostě obrátí. Podle velikosti otvoru a nádoby byly přesýpací hodiny vyráběny na odměření jedné hodiny, čtvrt hodiny, 5 minut, 3 minut apod. Byly tedy určeny k odměřování jen krátkých časových úseků.

Olejové hodiny

Takto byly nazývány svícný opatřené dělením a naplněné olejem. Nádoba byla průhledná, takže bylo možno sledovat klesání hladiny oleje. Jak lampa hořela, ubýval i olej, a tak odměřoval čas /obr. 18b/.

Svíčka jako hodiny

Svíčky k měření času se používalo hlavně ve Francii za Ludvíka IX. v letech 1226 až 1270. Právě tak jako u hodin ole-

jových se měřil čas spalováním oleje, i zde byly na svíčce vyznačeny hodiny, a postupně - jak svíčka hořela - mizela jedna ryska za druhou. Hlasatel potom oznamoval, kolik hodin již "odhořelo".

Všechny uvedené starší pomůcky k měření času měly zřejmě veliké nedostatky a civilizovanější způsob života vyžadoval přesnější rozdělení dne, hodin i minut. Touto otázkou se zabývali hlavně mniši v klášterech a hvězdáři, kteří potřebovali přesnou časomíru k měření a zkoumání astronomických úkazů. Tyto snahy vedly konečně k sestrojení hodin kolečkových - mechanických.

3. Vývoj kolečkových hodin

Lidský důmysl jde nezadržitelně vpřed a uskutečňuje stále nové a nové vynálezy. Trvalo však celá staletí, než bylo vyrobeno první ozubené kolo, sestaven stroj. Ozubená kola byla sice známa již ve starověku a byla použita i ve složitých vodních hodinách, avšak teprve asi v 13. století se setkáváme s prvními druhy mechanických kolečkových hodin, které měly později nahradit dosud nedokonalý způsob měření času. Jejich vynálezce si jistě nedovedl ani zdaleka představit, jaký význam bude jeho objev mít a k jaké, až dokonalosti budou jednou mechanické hodiny přivedeny.

Mechanické hodiny jsou velmi důležitý mechanismus, a přece ani nevíme, kdo tento vynález učinil. Neznáme ani přesnou dobu objevu kolečkových hodin. Je zde jen domněnka, že to byli klášterní mnichové tehdejší doby /koncem 13., začátkem 14. století/, kteří takové hodiny sestrojili. Víme, že kolečkové hodiny se objevily v Evropě začátkem 14. století. Jejich první exempláře nevynikaly právě přesností. Zatímco vodní hodiny měřily čas s přesností až jedné minuty, první druhy mechanických kolečkových hodin vykazovaly denní odchylku v chodu tak velkou, že difference jedné hodiny byly považovány za celkem normální. Hodiny byly velmi neuměle provedeny, hrubým kovářským způsobem,

celé ze železa, bez jediného šroubku, poháněny velmi těžkým závažím. Vezmeme-li v úvahu kvality tehdejších nástrojů na opracování kovů, pochopíme, že lepší konstrukce nebyla ani možná. Teprve zdokonalením a vynálezem lepších způsobů obrábění kovů bylo umožněno postupné zlepšování kolečkových hodin až k nynější dokonalosti. Dlouhou historii vývoje hodin rozdělujeme na tři etapy:

1. období, které neznalo přesnost,
2. období přesnějších strojů,
3. období vědeckého hodinářství.

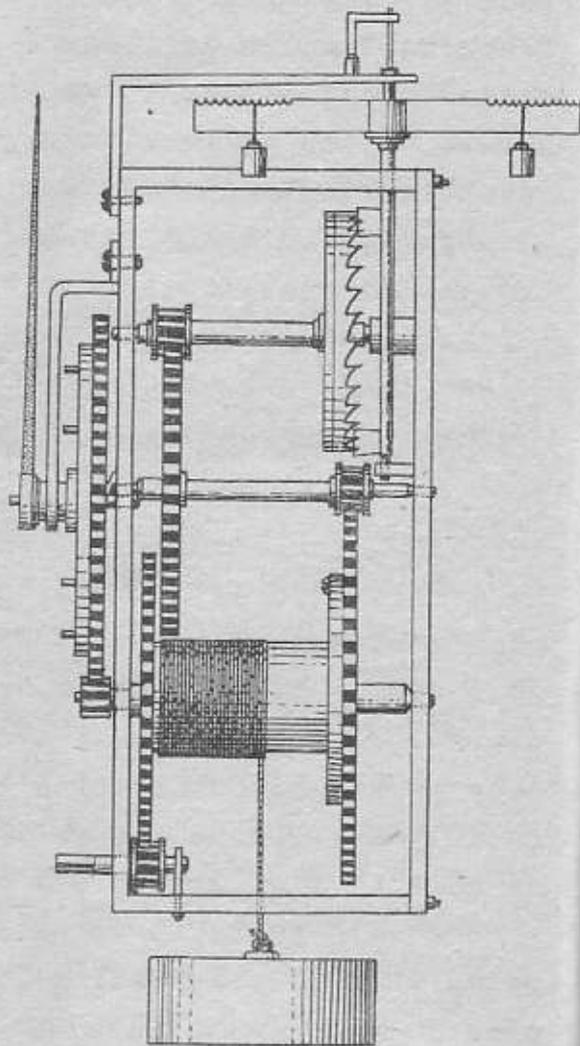
První hodiny neměly ani číselník ani ručky, pouze zvonek; čas odbíjely. Podle rozdělení odbíjených hodin byly dva hlavní druhy strojů. Hodiny italské, ukazující čas od 1 do 24 hodin a německé, ukazující čas od 1 do 12 hodin. První nám známé kolečkové hodiny s bicím strojem, odbíjejícím časové hodiny aequinoktiální, umístěné na kostele sv. Gottharda v Miláně, byly dokončeny v roce 1336. Pak byla bicími hodinami vybavena Modena v roce 1343 a Padova v roce 1344. V roce 1348 obdržel Londýn první veřejné bicí hodiny a v roce 1354 Štrasburk. Karel V. nechal v roce 1370 zhotovit velké hodiny s kolečkovým strojem pro svůj palác v Paříži. Nehledíme-li k velmi jednoduchému kolečkovému převodu, setkáváme se zde s hnací silou, z á v a ž í m, a dalším zařízením, které nedovoluje, aby se kola při zatížení závažím volně otáčela a kterému říkáme u všech druhů hodin k r o k. Krok vypouští vždy jen jeden zub posledního soukolí, a to pak nazýváme k r o k o v é k o l o. Vypouštění zubů krokového kola musí být nějakým způsobem regulováno, aby bylo pravidelné. Takovému zařízení, ať již je provedeno jakýmkoli způsobem, říkáme r e g u l á t o r.

Značně "moderní" provedení mechanických hodin popsaného typu vidíme na obr. 19. Jsou to hodiny s ručkou i kolíky, určenými k nadzvedávání paličky, tedy i bicí. První druhy byly jen bicí. Potom se objevují pohyblivé číselníky s pevným ukazovatelem, později jedna ručka - hodinová - před pevným číselníkem. Pro značnou nákladnost bývaly pořizovány strojové hodiny jen pro veřejné budovy. Jak uvádí prof.dr.R. Schneider, byla cena

věžních mechanických hodin ve 14.století přes jejich primitivnost rovna hodnotě asi půlmiliónu korun naší dnešní měny.

Stroj na obr.19 má mezi dvěma svými deskami celkem 3 kola. Na prvním je upevněno závaží na provaze. Kolo zasahuje do menšího kolečka, kterému říkáme *p a s t o r e k*, a na společném hřídeli je upevněno další kolo. Toto druhé kolo je zase v záběru s malým kolečkem, na jehož hřídeli je upevněno poslední kolo soukolí se zvláštním tvarem zubů, tzv. kolo *k r o k o v é*. Krokové kolo má zuby jako korunku na své boční straně. Do zubů zasahují střídavě dvě palety, umístěné na hřídeli, kterému říkáme *v ř e t é n k o*. Palety střídavě zahrazují zuby a při natáčení vřeténka propouštějí vždy jen jeden zub. Jak zub

tlačí na nakloněnou plochu palety, vyklání vřeténko střídavě na levou a na pravou stranu. Pootáčení vřeténka je brzděno jakýmsi setrvačником, tyčí upevněnou na vřeténku a opatřenou vruby, na níž jsou zavěšena dvě závaží, kterými se reguluje rychlost natáčení vřeténka, a tím i vypouštění zubů *k r o k o v é* kola. Takto upravený regulátor se nazývá *l i h ý ř*. Na hřídeli závažového kola je vně desek stroje naražen *p a s t o r e k*, který zasahuje do ozubeného kola, na němž je upevněna ručka. Kolo nese na boční ploše 12 kolíčků, které při jeho natáčení nadzvedávají paličku, jež udeří do zvonu a odbíjí hodiny. Poďívajme se nyní na funkci *v ř e t é n k o v é* h o k r o k u a n a c h o d h o d i n .



obr.19.



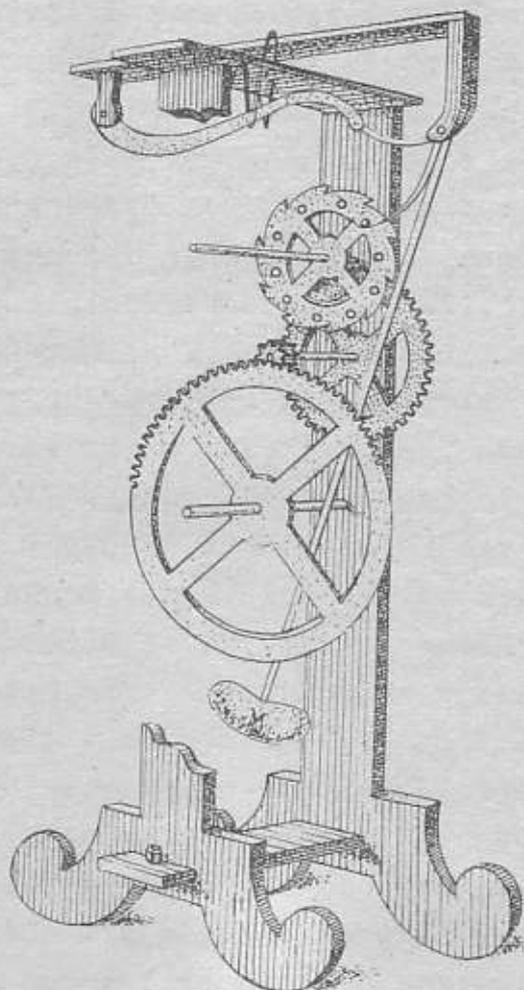
Působením hmoty závažím s převodem ozubených kol má krokové kolo snahu se otáčet, a tak se hrot zubu smeká po paletě a vychyluje ji. Současně druhá /spodní/ paleta se nastavuje proti zubu, který přichází z opačné strany krokového kola. Jakmile zub vyklouzne ze záběru s prvou paletou, učiní krátký skok a proti ležící zub dosedne na spodní paletu, která se mu natočením postavila do cesty. Na vřeténku upevněný lihýř má však značnou setrvačnost a pokračuje ještě ve svém pohybu. Je však tlakem zubu krokového kola na paletu postupně zastaven a uveden do pohybu opačného směru. Působení lihýře si můžeme přiblížit, vezmeme-li do rukou vodorovně tyč 4 až 5 metrů dlouhou a budeme-li se s ní natáčet doprava a zase doleva. Při změně směru pohybu cítíme odpor, tyč chce vždy setrvat v původním směru pohybu. Tento odpor vzroste tím více, čím bude tyč delší a rychlost otáčení větší. Silou, kterou na změnu směru natáčení vynaložíme, bude rychlost pohybu regulována. Dlouhá tyč u hodin by byla jistě nevýhodná. Proto jsou na koncích lihýře pověšena závaží, která můžeme přemístit blíže ke středu /čímž vlastně zkracujeme lihýř/ nebo dále od něho /prodlužujeme lihýř/. Podle toho měníme v jistém rozmezí i rychlost pootáčení lihýře, čili zpětné pravidelné vypouštění zubů krokového kola. Vypouštěním zubů krokového kola se kolo otáčí a pohyb je převeden zpět až na závažové kolo. Závaží klesá pomalu dolů a pástorek na prodlouženém hřídelti umístěný vně desek stroje otáčí kolem, na němž je připevněna ručka, která ukazuje čas na pevném číselníku.

Zavedení kyvadla jako měřiče času

Nerovnoměrný pohyb lihýře znemožňoval výrobu přesnějších strojů. Jako regulátor byl naprosto nevhodný. Nahradit lihýř kyvadlem není z dnešního hlediska problém. První však na tuto myšlenku přišel na sklonku svého života geniální hvězdář Galileo Galilei. Již jako poloslepý stařec diktoval synovi Vincenziovi návod na kombinaci kyvadla a kolečkového stroje, vlastně tedy na konstrukci kyvadlových hodin. Po otcově smrti se Vincenzio s pomocí jednoho zámečníka do stavby kyvadlových hodin

skutečně pustil, dílo však pro předčasnou smrt nedokončil a jeho hodiny se nedochovaly. Zachoval se však popis Galileových hodin i jejich vyobrazení, o němž nevíme, jak dalece je přesné. Vidíme je na obr. 20.

Velmi zajímavé je zde provedení kroku, zcela odlišné od kroku vřetéčkového. Galilei svůj vynález už neuskutečnil; to se podařilo jinému slavnému učenici, fyzikovi, astronomu a matematikovi, současníku Newtonu, Christiánu Huygensovi /čti hajchens/, narozenému 14.dubna 1629 v Haagu. Kyvadlem se začal zabývat asi v roce 1656. Roku 1658 vydal o užití hodinového kyvadla malou knížku. V práci pak pokračoval, čehož důkazem je latinsky psaná kniha "Horologium oscillatorium", která vyšla r.1673 v Paříži. V ní popisuje konstrukci svých hodin a rozvádí teorii kyvadla i jeho izochronismu. Christián Huygens má však ještě další zásluhy, především



obr.20.

připojení ocelové pružiny k lihýři - k setrvačce.

Důvodně se můžeme domnívat, že o přesné kyvadlové /nepřenosné/ hodiny měli zájem hlavně hvězdáři. Stejně dobré, ale přenosné hodiny požadovali zase námořníci, kterým k dalekohledu a kompasu scházela možnost zjišťování času při měření na moři. Hautenfeuille /ótnfej/ ve Francii /v Orleansu/ použil jako první místo štětiny jemného ocelového pérka - zprvu rovného, později vlnitého tvaru. Na stejné myšlence pracoval v Anglii Robert Hooke /húk/, přičemž objevil zákon, který je základem fyzikální nauky o pružnosti. Oba však dávali pružině nevhodné tvary. Konečně

v r.1674 dal Christián Huygens ocelové pružině - vlásku - tvar spirálový, jak jej známe a používáme dodnes. Vědecký rozvoj zde započatý vrcholí v hodinářství v současných konstrukcích elektronických i atomových hodin. Tím jsme v hrubém přehledu vyčerpali nejvýznačnější vynálezy hodinářského oboru. Z nich poznáváme, jak mnoho bylo třeba vykonat, než kolečkové hodiny mohly zaujmout místo přesného časového měřidla.

4. Orloje

Orloje představují složité mechanismy své doby, které přestávají být pouhou hračkou a stávají se užitečným strojem k měření času.

Poznámka 4: Zatímco nepokračoval vývoj kroku a regulátoru, soustředilo se všechno úsilí tehdejších vynálezců a zlepšovatelů na kolečkový mechanismus a různé mechanické pohyby loutek, což možná souvisí s objevením Heronových spisů. Heron byl již před n.l. v Řecku proslulý svými mechanickými pohyblivými loutkami, které byly tehdy poháněny vodními hodinami. Řada spisů Herona Alexandrijského se zachovala a byla v této době překládána do všech evropských jazyků. Ve Francii má město Rouen /ruán/ nejstarší hodiny z roku 1389, a to již s čtvrtovým bicím strojem. K původním bicím hodinám, které měly dvě kola v jicím a dvě v bicím stroji, se přidávají další mechanismy. Číselník neukazuje jen hodiny, ale také pohyby planet, Slunce, měsíční fáze, data dnů i měsíce a svátky. Automatické figurky provádějí odbíjení hodin. Na tomto rozvoji hodin, které byly z původního názvu horologium zčeštěny na o r l o j , se podílely dvě vědy: mechanika a astronomie.

Vědění fyziků a astronomů doplňoval obvykle sochař a malíř. K přehledu nejvýznačnějších orlojů patří i orloj v Bologni /boloni - 1444 až 1492/. Liší se od ostatních astronomickým pojetím; je sestaven podle soustavy Filota Tarentského, která vychází z pythagorejské teorie a pohybech Země. Ostatní orloje jsou sestaveny podle teorie Ptolemaiovy. Velmi slavný je i orloj štrasburkský

z r.1352, ale v letech 1838 až 1843 téměř úplně zrekonstruovaný. Orloj ukazuje všechny hvězdy do 6. velikosti, východ a západ souhvězdí, datum, letopočet, římské a zlaté číslo, rovnodennost, věčný kalendář s pohyblivými svátky, zatmění Slunce a ostatní pohyby na obloze. Byl nazván třetím ze sedmi divů tehdejšího Německa. V Čechách byl prvním orlojem orloj olomoucký, sestrojený roku 1420 a druhým slavný orloj na pražské Staroměstské radnici, dokončený v roce 1480.

První věžní hodiny v Rusku sestrojil v r.1404 a umístil na Spasské věži moskevského Kremlu ruský mnich Lazar Serbin. V 16. a 17.století se rozšířilo užívání věžních hodin po celém Rusku. Konstruovali je téměř výlučně jen ruští hodinářští mistři.

Stejně jako věžní hodiny, i první velký orloj v Rusku byl postaven v r.1625 na Spasské věži. Jeho zvonky jsou laděny chromaticky a v rozsahu dvou oktáv. Odbíjení kremelského orloje se vysílá v pravidelných dvanáctihodinových intervalech moskevským rozhlasem.

Olomoucký orloj

Sestavil jej hodinářský mistr Antonín Pohl se svými tovaryši v letech 1420 až 1422. Zřídil při orloji zvonkovou hru se 16 zvonky; pak měsíční dráhu tak, že se Měsíc pohyboval od novu k úplňku a zpět. Za zhotovení hodin bylo městem Olomoucí vyplaceno 156 kg grošů pražských čili 93 315 hřiven stříbra. Byla to taková částka, že by se za ní za tehdejších poměrů koupilo celé panství. Roku 1550 byl stroj již značně poškozen a teprve r.1572 byl opět opraven. Pravnuk Antonína Pohla, Hanuš Pohl, hodinář ve Slezsku, dohodl se s učeným astronomem s matematikem jménem Paulus Fabricius Laubenus, učitelem lékařství na vídeňské universitě, že společně hodiny opraví. Mělo být zřízeno důvtipné planetárium /na způsob stoletého kalendáře/ od r.1570 až do r.1671. Dosavadní rozdělení orloje na 24 hodiny bylo přeměněno na 12tihodinové a oživeno mechanickými figurkami. Hanuš Pohl připojil k orloji také své vlastní malířské doplňky s německými mravoučnými veršičky.

Poznámka 5: V článku "Proslulé hodiny v Olomouci", který byl uveřejněn v hodinářském časopise "Orloj" dr. Zíbrtem v r.1895, čteme: "Za třicetileté války byl stroj poškozen a bylo třeba nové opravy. V r. 1661 rozhodli měšťané, když hrůzy války již pominuly, opravit tyto starožitné hodiny. Opravu provedl olomoucký občan a hodinář František Jahn. Při práci se řídil vydatnými pokyny osvědčeného teoretika v oboru věd matematických, jezuita Antonína Gerhardta. Spoluprací obou se podařilo stroj opravit a uvést do chodu.

Když potom Prusové r. 1741 vtrhli do Olomouce, byly hodiny opět značně poškozeny. Také malby a ozdoby vyžadovaly náležitě opravy. Proto byl v r.1746 orloj znovu malován a pozlacen, opatřen hojnými okrasami a hodinový stroj rozšířen. Anděl ukazoval prstem, který den právě připadá. Byl tu zároveň znamenitý stoletý kalendář od r.1746 do r.1849. Na něm bylo vypočteno pro dobu 103 roků, kdy připadají velikonoce, kteroužto dobou se řídí rozřídění výročních svátků, i byly tu udány všechny značky astronomické, obvyklé v kalendářích /římský počet, sluneční okruh, zlaté číslo a jiné/.

V druhém oddělení je zřízeno "stella - planetárium", což prý je nejmohutnější a nejdůležitější součástka olomouckých hodin. Bylo zde znázorněno hvězdnaté nebe se všemi astronomickými body a kruhy. Znázorněn byl pól, zenit, rovník, poledníky, ekliptika, zvířetník apod. Udány jsou tu zároveň stupně a naznačeny země, které leží pod jednotlivými znameními. Kolem tohoto "stella-planetária" jsou rozděleny 24 hodiny. Ukazovatel jedem poučuje, ve kterou hodinu je Slunce na kterém místě. Zajímavé podívání. Znázorněn tu úplněk, přibývání a ubývání Měsíce. Ukazovatel s Měsícem postupuje přesně jako Měsíc na obloze. Spisovatelé pak líčí dopodrobna ještě čtyři tabule s astronomickými výpočty.

Tak líčí vývoj a přeměny olomouckého orloje kronikář dr.Zíbrt.

V letech 1861 zapisuje Šembera z Paměti města Olomouce, že stroj olomouckých hodin byl asi před třiceti lety lehkomyšlně rozebrán a rozesen. Dosud se tu z nich nalézá v malém výklenku planetář se staročeským číselníkem o 24 hodinách, na němž je vypočten běh Slunce, Měsíce a planet. Ostatní části byly zničeny.

Po druhé světové válce znovu dochází v r. 1945 k obnovení olomouckého orloje. Původních částic zbylo jen velmi málo. Návrh na složení stroje i zhotovení nového orloje provedl hodinář - orlojník Konrád Schuster, který také dále o orloj pečuje. Stroj je velmi pečlivě proveden, opatřen hnacími zařízeními i pohyblivými

vými figurkami. Zase vidíme stát před orlojem hloučky diváků, obdivujících uměleckou práci, složité úkony stroje i pestrost dějů při odbíjení hodin /obr.21/.

Pražský orloj

Věž staroměstské radnice, zbudovaná do r. 1364, měla již na rozhraní 14. a 15.století /za Václava IV./ velké bicí hodiny. Byly podle tehdejšího způsobu čtyřia-dvacetihodinové a budily značnou pozornost jako tenkrát jedinečné pražské dílo. O jejich stroj pečoval v prvních letech 15.století orlojník Albert. Když bylo r. 1481 přikročeno k přestavbě a rozšiřování Staroměstské radni-



obr.21.

ce, došlo mezi prvními pracemi k zbudování přístavku k radniční věži, určeného zřejmě pro budoucí největší pozoruhodnost radnice - orloj - který se v té době pravděpodobně již konstruoval.

Poznámka 6: K historii pražského orloje uvádím výňatek z článku "Staroměstský orloj na radnici v Praze", který byl uveřejněn v časopise "Orloj" roku 1893. Jeho autorem byl K.Steinich.

"Mezi nejvzácnější památky, jimiž stověžatá Praha odedávna se honosí, lze právem počítat Staroměstský orloj. Děti i odrostlí, cizinci a domácí diví se, ovšem každý po svém způsobu, důmyslně seřízenému stroji, jehož počátek klade se do posledních desetiletí 15. století. Za strůjce slovných hodin těch platí mistr Hanuš. /Dle nových zjištění mistr Hanuš byl zámečnický mistr Jan neboli Hanuš řečený z Ruože /Růže/, rodák nejspíše z Jindřicho-

va Hradce, jenž tehdy bydlel na Starém městě v domě čp.449, zvaném "U prate-
nů". Některé prameny uvádějí stavitele orloje jako "Hanuše, mistra a profe-
sora pražské university, znamenitého hvězdáře". Dnes je však bezpečně zjiště-
no, že jde o omyl. Jan z Růže rozuměl astronomii jen velmi málo. Byl však
neobyčejně dovedným mechanikem a dovedl se seširoka poradit s učenými bakalá-
ři./ Podle článku "Pražský orloj" dr.Jarmily Blažkové z r.1954.

Dokud žil, měl sám za orloj dozor, požívaje za to kopu bílých grošů
ročního důchodu. Po něm spravoval orloj buď jeho žák, nebo syn Jakub, jenž
v tajnosti hodin těch byl zasvěcen. Avšak taje úskostlivě zásady, dle nichž
dílo věhlasné pořízeno bylo, nevyučil nikoho za nástupce, takže po smrti je-
ho rada městská byla nucena svěřit řízení orloje radnímu Václavu Zvůnkovi,
člověku neumělému, jenž ani číst neuměl. Čeho ten nepokazil, porušil syn
jeho Jan, a pozdější primátor Václav Jaroš musil zavolat vyhlášeného hodi-
náře z Norimberka, aby se hodinám na zuby podíval. Ale ten po dlouhém pro-
hlížení se vyslovil, že jim nic není, ač nešly.

Teprve roku 1552 spravil hodiny Jan Táborský, krasopisec a malíř ruko-
pisů, za pomoci hodináře Daniela Skřivana, a řídil je 4 léta. Měl ovšem k
tomu potřebné vědomosti, poněvadž za svého mládí poslouchal přednášky mistra
Pavla Příbrama na vysokých školách pražských. Ze však oheň, jenž roku 1556 u
hodin vyšel a málem by byl celou radnici strávil, nepozorností Táborského byl
přičítán, zbaven byl úřadu toho a orloj svěřen péči hodináře Tobiáše. Ale
brzy hodiny neposlouchaly svého nového páma a rada r. 1560 povolala opět
Táborského, jenž zatím do stavu vladyckého s přídomím "Z Klekotské hory"
povýšen byl. Dvanácte let pečoval pak Táborský o orloj, až do své smrti, a
napsal v r. 1570 také pamětní spis radě městské o 14 listech pergamenových.
V něm popisuje vznik hodin, jejich ústrojí i poučuje nástupce, jak je řídit.
Pomocník jeho Jakub Špaček staral se o orloj ještě kolem r.1590. Není známo,
kdo po něm na úřad nastoupil; vystřídal se však v roli orlojníků několik
mužů různých povolání, ale r.1629 hodiny již nešly, stály půldruha století
a v tom čase zkázu braly, že Balbín v Miscellaneich zmiňuje se o nich jako
o sbytcích stroje. Jezuita Klein, představený kabinetu matematické koleje
Klimentské, jenž podobné mechanismy hotovil, nabídl se r. 1760 městské ra-
dě, že ochotně pomůže při opravě hodin, ale rada lekajíc se výloh několika
set nedala hodiny opravit.

Teprve později, když při opravě radnice došlo na věž hodinovou, a
když komise usnesla se "to staré rezivé železo" prodat, shrozil se toho

skutku náměstek V. Fišer a usnesení komise se zprotivil. Příčiněním věhlasného profesora Ant. Strnada opraven orloj r. 1787 hodinářem Landespergrem a šel až do r. 1824. Pak zase stál. Ale Jan Prokeš, hodinář ze Sobotky, vystavil v letech šedesátých model stroje a nabídl se, že orloj opraví. Snahou purkmistra V. Bělského sehnány asi 4 tisíce zlatých dobrovolnými sbírkami, načež stroj opravili hodináři Jan Holub z Karlína, Ludvík Hains z Prahy za rady ředitele hvězdárny F. Böhma. Malíř pak J. Mánes a sochař J. Veselý vnějšek hodin mistrně vyzdobili. Stroj samým arcibiskupem 19. října 1865 vysvěcený byl o 12. hodině noční na den 1. ledna 1866 spuštěn a zastaven teprve při opravě věže r. 1880. Nyní jde od 1. ledna 1883 za správy hodináře L. Hainse ...".

Zbývá dodat, že vzhled, jaký měl orloj v roce 1883, se uchoval až do roku 1945. Dne 8. května 1945 byl orloj značně poškozen střelbou z nacistických děl postavených na Letné a ostřelujících Staroměstskou radnici. Stroj však zůstal ve věži viset a nespádl. Přes značné poškození byl opraven Fr. Hainsem a již v r. 1948 uveden znovu do chodu. Aby stroj netrpěl a vyhovoval požadavkům přesnosti, byl zřízen elektrický výtah závaží a použit Denisonův krok. Dnešní sochy apoštolů vytvořil v červenci 1948 sochař Vojtěch Sucharda a v téže době dokončil malíř B. Číla novou kopii Mánesových měsíčních alegorií. /obr. 22/.



Vznik staroměstského orloje

obr. 22.

doprovází i řada pověstí. Sledují-li se podobné historie ve starých záznamech o orlojích jiných zemí, zjistíme, že pověsti o pražském orloji nejsou původní. Velmi podobné pověsti se totiž vážou i k orlojům v cizině. Každý, kdo přijde do Prahy, prohlédne si jistě se zájmem staroměstský orloj a vzpomene na historii

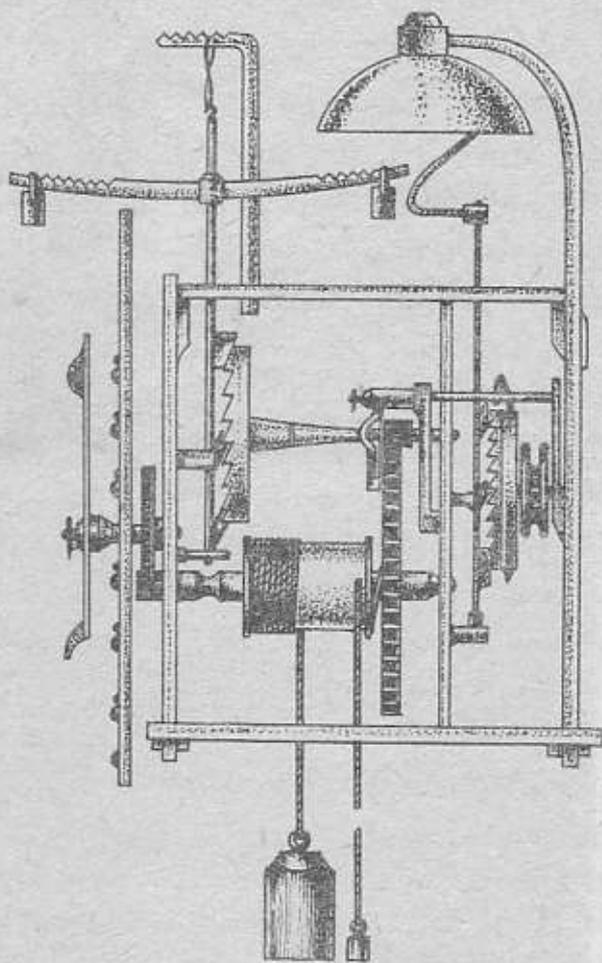
v pověsti, které vyvolal k životu tento vzácný výtvar Jana
a Kille, dovedného českého mechanika.

Popisná 7: Velice zajímavou částí orloje je číselník, ukazující 4 různé
časy a znázorňující zdánlivý pohyb nebeských těles po obloze. Vnější otáč-
livý kruh číselníku s gotickými číslicemi od 1 do 24 ukazuje zlatou ruč-
kou staročeský čas, kdy den končil západem Slunce. Vnitřní pevný kruh čísel-
níku s římskými číslicemi má dvojitě rozdělení, od I do XII. Horní je poledne
a dolní půlnoc. Největší zlatý oblouk je obratník Raka, střední oblouk rov-
ník a nejmenší oblouk obratník Kozoroha. Zlaté slunce udává oběh Slunce po
obzoru a mezi znamenými zvířetníku. Měsíční koule ukazuje Běh Měsíce a jeho
čtvrti tím způsobem, že černá polokoule odkrývá Měsíc postupně až do úplňku
a potom jej zase překrývá. Stříbrná hvězda na římském číselníku udává čas
hvězdný a zlaté polokruhy s arabskými číslicemi udávají hodiny babylónské.
Pod číselníkem je kalendář, velká otáčivá deska s alegorickými obrazy měsíců,
svěrokruhem a uprostřed se znakem města Prahy. Tento kotouč zdobil původně
r. 1865 malíř Josef Mánes. Na obvodu kotouče jsou uvedeny měsíce a dny i jmé-
na svatých. Ukazovatel je nahoře v podobě obdélníčku. Nad číselníkem jsou
dvě okénka, která se při bití otvírají a jimiž procházejí apoštolové. Po od-
bití každé hodiny zakokrhá kohout a dvířka se zavřou.

Érou orlojů končí zhotovování kombinovaných velkých stro-
jů a činí se pokusy zhotovit stroje menší. Od počátku 15. stole-
tí se vyskytují již také hodiny domovní se strojem bicím nebo s
budíkem. I tyto menší hodiny byly celé ze železa a měly zpočát-
ku pouze hodinovou ručku. Byly dosti značných rozměrů, visely
na stěně nebo stály na stojanu, byly bez skříně a zcela nepo-
kryté /obr.23/. Až teprve v druhé polovině 16. století byly
hodinové stroje vsazovány do skříní s uměleckou výzdobou. Hodi-
nové stroje z této doby měly v jicím i bicím stroji jen po dvou
kolech /kolo spodní a krokové/, a proto se musely každých 6 až
8 hodin natahovat. Stroj přenosných hodin z pozdější doby s udává-
ním týdnů, bicí, je na obr.24.

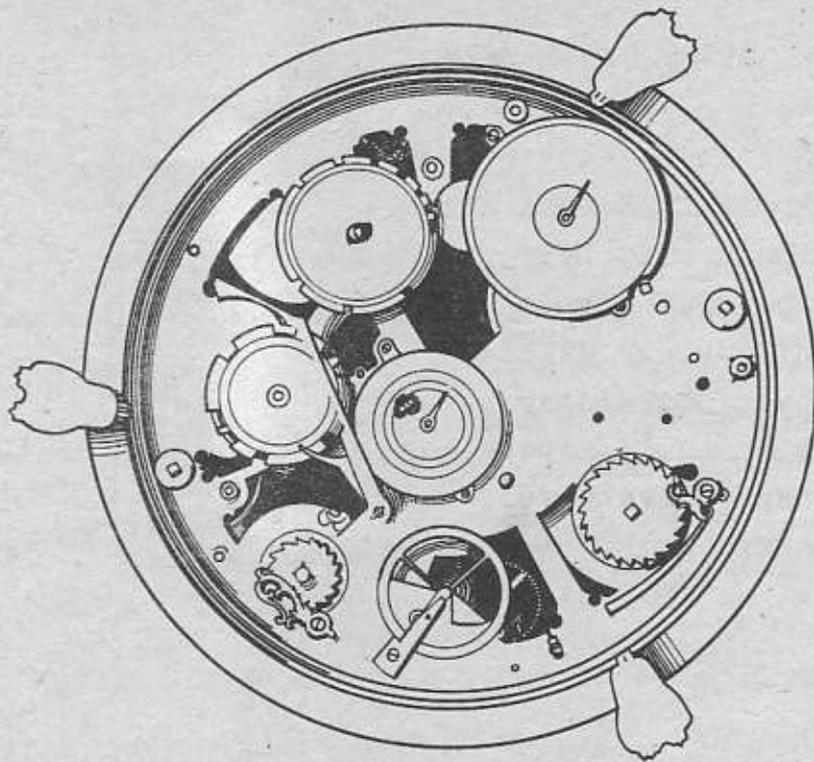
Na počátku 16. století dochází k dalšímu význačnému vyná-
lezu, k sestrojení přenosných hodin. Podstatným činitelem zde
je vynález tažného pera /pravděpodobně již v 15. století ve
Francii v Burgundsku/. V kterém roce však a kým bylo tažné pe-
ro vynalezeno, není známo. Soudilo se, že vynálezce kapesních

hodinek byl norimberský zámeč-
ník Petr H e n l e i n; je
však pravděpodobné, že v době,
kdy Henlein první německé pero-
vé hodinky zhotovil, byly již
ve Francii podobné stroje zná-
my. První historicky doložené
jsou však tyto Henleinovy kapes-
ní hodiny z r. 1511. Kapesní ho-
dinky byly zprvu tvaru válcovi-
tého; až teprve ke konci 16.sto-
letí byl zaveden tvar vejčitý.
Krok těchto prvních kapesních
hodinek byl vřetenkový, s va-
hadlem ve tvaru lžice. Místo
ocelového vlásku tu byly 2 ště-
tiny, na něž vahadlo naráželo
a bylo jimi vraceno zpět. Celý
stroj, desky i kola, rovněž čí-
selník a pouzdro, byl zhotoven
výhradně ze železa. U žádných
z těchto prvních hodin nebylo
k spojování jednotlivých částí použito šroubků, všechno bylo
buď snýtováno nebo upevněno kolíčky. Ručku měly jedinou, hodi-
novou.



obr.23.

Poznámka 8: V Norimberku dochází k oddělení hodinářů od zámečníků v roce 1565. U nás se v seznamu řemesel Starého města pražského z r. 1427 uvádějí dva orlojníci. V r.1708 nařízením císaře Josefa I. byli výrobci hodin oddělení od zámečníků a orlojníků a sdruženi ve vlastní cech.



obr.24.

lo
odi-

III. Složení hodinového stroje

1. Rozdělení hodinového stroje:

Mechanické hodinové stroje jsou složeny z p ě t i základních a d v o u pomocných mechanismů neboli ústrojí.

Základní: 1. Oscilátor, který je regulátorem chodu
2. Krok, který počítá kyvy oscilátoru
3. Hlavní soukolí
4. Ručkové soukolí
5. Hnací soukolí

Pomocné: Ústrojí pro řízení ruček
Natahovací ústrojí

U velkých hodinových strojů /vyjma budíky/ jsou ručky řízeny zcela bezprostředně rukou. I natahovací ústrojí je jednoduché. Západkové kolo se západkou, která je do záběru tlačena perkem a to u závažových strojů je ve spojení s hnacím kolem. Proto u těchto strojů pomocné ústrojí budeme probírat společně s ústrojím hnacím.

Regulátor chodu

udržuje pravidlené zahrazování soukolí krokem, dodává stroji přesnost a pravidelnost chodu.

Krok

zahrazuje v pravidelných intervalech soukolí a převádí otáčivý pohyb krokového kola na kývavý pohyb oscilátoru.

Hlavní soukolí

přenáší hnací sílu - energii - soustavou ozubených převodů /kol a pastorků/ na krokové kolo, které tuto energii předává kotvě.

Ručkové soukolí

přenáší pohyb hlavního soukolí pomocí ozubených převodů na ručky, jež ukazují čas zpravidla na pevném číselníku.

Hnací ústrojí

je zásobníkem energie, kterou představuje zvednuté závaží anebo stočené pero.

Hodinový stroj bývá doplněn ještě dalšími víceméně složitými mechanismy, jako budicím strojem, bicím strojem, kalendářem apod. Podle druhu přídatného mechanismu bývá i pojmenován. Mechanické hodiny rozdělujeme také na skupiny podle použití a sestavení.

Věžní hodiny

Jsou to obvykle stroje větších rozměrů, umístěné tak, aby byly co nejnápadněji umístěny na věžích nebo veřejných budovách. V posledních letech jsou vyměňovány za hodiny elektrické.

Stojací hodiny

Setkáme se s nimi jen ojediněle. Jsou to půldruhého až dva metry vysoké skříně, v nichž je umístěn masivní stroj s dlouhým kyvadlem.

Nástěnné hodiny

Lidově nazývané "pendlovky", správně kyvadlovky. Provedení je různé. Pouhý jicí stroj, bicí stroje různých typů a nejrůznější provedení skříně.

Kuchyňské hodiny

Jsou to menší druhy jicích strojů s krátkým kyvadélkem, někdy i se setrvačkou, umístěné v dřevěných nebo kovových /plechových/ skříních. Skříně jsou různého tvaru a provedení. Některé druhy jsou i bicí.

Stolní hodiny

Starožitné typy těchto hodin jsou bohatě zdobené, zhusta alabastrem, stříbrem i zlatem. Skříně takto vypracované mají často značnou uměleckou i peněžní hodnotu.

Moderní stolní stylové hodiny mají skříně technicky i esteticky dokonale vyřešených tvarů, upravené tak, aby je bylo možno postavit na skříň nebo stolek. Stroje jsou přitom různých typů - kyvadlové, se setrvačkou, elektrické, jen jící, bicí, někdy i s hracími mechanismy.

Cestovní hodiny

Tyto jsou vždy setrvačkové a malých rozměrů, v pouzdrech základní formy obdélníku nebo čtverce; jejich stroj bývá opatřen budícím zařízením. Říkáme jim proto také cestovní budíčky.

Budík

Nejrozšířenějším strojem po náramkových hodinkách je jící stroj, opatřený budícím zařízením. Provedení pouzdra budíků bývá velmi rozmanité. I konstrukce strojů se často značně liší jak provedením, tak i velikostí.

Zvláštní druhy velkých hodin

Patří sem všechny hodiny, které slouží k zvláštním účelům. Jejich konstrukce je buď rozšířena o další speciální mechanismus, jako je tomu např. u hodin holubářských, ponocenských aj., nebo speciálně řešena pro určitý úkol, jako např. hodiny minutky, expoziční atd.

Kapesní a náramkové hodinky

Jsou v dnešní době nejrozšířenější skupinou mechanických hodin. Budeme se jimi zabývat až v druhém ročníku.

I když se všechny tyto druhy mechanických hodin od sebe různí sestavou, tvarem i použitím, přece se téměř u všech setkáváme

s pěti dříve vyjmenovanými základními částmi. Ostatní zařízení, i když mnohdy značně složitě, je jen doplňkem nebo nástavbou, která činí hodinový stroj všestranněji použitelným, nebo mu určuje speciální úkol.

2. Regulátor chodu /kyvadlo/

Regulátor chodu je nejdůležitějším orgánem hodinového stroje. Jeho úkolem je pravidelnými kyvy rozměřovat čas - je tedy vlastním měřidlem času.

Úkolem kroku /jak bylo již řečeno/ je uvolňovat soukolí hodinového stroje v rytmu kyvů regulátoru a udělovat regulátoru malé popudy nutné k překonání odporu tření.

Měření času spočívá na pravidelnosti mechanických kmitů - u kyvadlových hodin tedy na pohybu kyvadla, u přenosných hodin na rotačním pohybu /kyvech/ setrvačky. V historii mechanických hodin jsme se seznámili s regulátorem prvních hodin, s lihýřem. Kdo zavedl lihýř jako regulátor, nevíme, ale můžeme s velkou pravděpodobností usuzovat, že tehdejší vynálezce neodděloval krok od regulátoru, jak se to děje dnes, a že lihýř byl přímou součástí kroku, jak tomu nasvědčuje pevné spojení s vřetenkem.

Technický pokrok v kterémkoli oboru se projevuje vedle vynálezů i zlepšováním jednotlivostí, až se postupně dochází k co nejdokonalejšímu řešení. Tak tomu je i u mechanických hodin. Původní mechanické hodiny byly sice revolučním vynálezem ve vývoji technické civilizace, ale byly během doby podrobeny i konstruktivní kritice. Lihýř jako regulátor chodu byl nevhodný. Věda tehdejší doby /tj. 15. a 16. století/ se nezabývala jen mechanickými hodinami. Bylo zde např. lékařství se svými požadavky kontroly krevního oběhu, s počítáním pulsu. K tomu účelu používali Arabové patrně již dříve kyvadélka. Přibližně tehdy začíná již boj proti geocentrické teorii Ptolemaiově o nehybné Zemi, kolem níž se všechno ostatní otáčí. Problémem se zabýval především astronom a fyzik, pokrokový italský učenec Galileo Galilei /1564 až 1642/. Vypráví se, že Galilei stál jednou zadumán v katedrále v Pise; v zamyšlení

spočinul očima na lampě, zavěšené u stropu na dlouhé šňůře. Lampa se pomalu kývala z jedné strany na druhou. Pozoroval pohybující se lampu a přitom si uvědomoval, že kývání je rovnoměrné. Začal pak činit pokusy a výsledkem jeho práce byla formulace základních zákonů kyvu, hlavně jeho stejnodobosti čili izochronismu. Sám Galilei však nepoužil kyvadla k řízení hodin. Upotřebil fyzického kyvadélka samostatně jen pro měření krátkých časových úseků, vymezených dobou, pokud se rozkývané kyvadlo nezastavilo. Až ke konci svého života spojil Galilei chod hodinového stroje s kyvadlem, ale již jen teoreticky, protože ve stáří oslepl.

Galileo Galilei patří vynález kyvadla, Christianu Huygensovi zase zavedení kyvadla jako regulátoru hodin.

Zavedení kyvadla a připojení pružiny k lihýři čili setrvačce představuje velký a zásadní pokrok. Dříve krokové kolo postrkovalo lihýřem násilně sem a tam; nyní se stává z hodin o s c i l á t o r, jehož vlastní pravidelné kyvy jsou pomocným zařízením počítány a jemuž pomocné zařízení dodává tu trochu energie, kterou oscilátor ztrácí odporem vzduchu a třením /Hajna: Základy jemné mechaniky/.

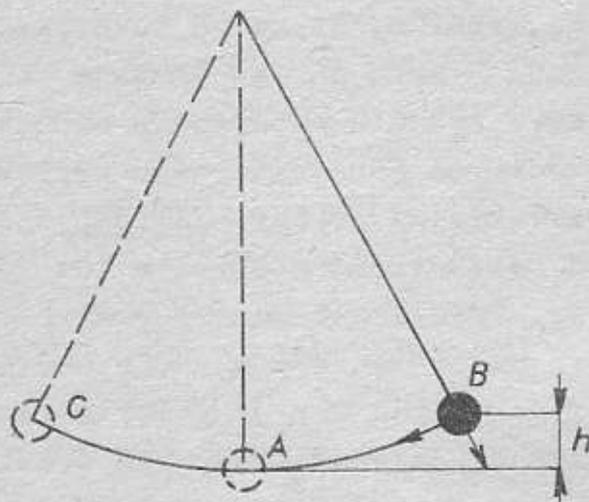
Kyvadlo

Kyvadlo je každé hmotné těleso volně zavěšené mimo své těžiště. Základní zákony kyvu se odvozují na kyvadle jednoduchém čili matematickém. Matematické kyvadlo můžeme definovat jako h m o t n ý bod zavěšený na b e z v á Ź n é m /nehmotném/ vlákně.

Vidíme, že ideálnímu matematickému kyvadlu se můžeme pouze přiblížit; ve skutečnosti je nedosažitelné. Bude nám tedy sloužit jako vzor, na němž velmi snadno pochopíme zákonitosti kyvu. Přibližně si můžeme matematické kyvadlo realizovat kovovou kuličkou zavěšenou na jemném silonovém vlákně. Takto sestrojeným kyvadlem jsme se značně přiblížili matematickému kyvadlu, neboť vlákno vzhledem k relativně velké hmotě kuličky je "téměř" bezvážné. Hmota vláčenka je tedy tak nepatrná, že ji můžeme zanedbat.

Toto kyvadlo nám připomíná olovnici, kterou určujeme svislou /vertikální/ polohu těles. Ve vertikální poloze nemá kulička žádnou pohybovou energii, je v klidu a má-li se uvést do pohybu, musíme jí energii dodat. To uskutečníme tím, že kuličku vychýlíme, tj. zvedneme o určitou hodnotu, čímž jí udělíme určitou *p o l o h o v o u* energii. Poněvadž je kulička upevněna na pevném vlákně, rozloží se její hmota ve dvě složky. Jedna se snaží vlákno přetrhnout, druhá táhne kuličku do střední /rovnovážné/ polohy, a je tím kratší, čím větší je výchylka kuličky. Této druhé složce říkáme *s í l a d í r e k č n í*.

Na obr.25 máme celý postup znázorněn schématem. Původní poloha kyvadla je A. Vychýlíme-li je do naznačené polohy, pohybuje se po kružnici, přičemž se proti původní poloze zvedne o výšku h. Tím je kyvadlu, nacházejícímu se v bodě B, udělena určitá polohová energie. Pustíme-li kyvadlo, uvede *d í r e k č n í* síla kuličku do zrychleného pohybu směrem ke střední, tj. rovnovážné poloze A. Výchylka kyvad-



obr.25.

la se přitom zmenšuje, a tím klesá i *d í r e k č n í* síla. Energie polohy se mění v energii pohybovou. Ve střední poloze se polohová energie rovná nule a rovněž i *d í r e k č n í* síla je nulová, energie pohybová je však maximální; všechna polohová energie se přeměnila v pohybovou. Proto se kulička pohybuje dále, kyvadlo se vychyluje na druhou stranu do polohy C, kinetická energie se přeměňuje zpět v energii polohy, roste *d í r e k č n í* síla, ale opačného smyslu než dříve. Tím se rychlost pohybu zmenšuje tak dlouho, až se všechna kinetická energie přemění v polohovou a *d í r e k č n í* síla dosáhne opačného maxima. Pak se kulička na okamžik zastaví v *m r t v é m b o d ě*. Vlivem *d í r e k č n í* síly se však kyvadlo ihned začne pohybovat zpět, až dosáhne původní polohy v bodě B. Tím je dokončen jeden celý kv.

Kdyby kyvadlo nepřekonávalo žádné odpory /odpor vzduchu a tření závěsu/, neztrácelo by vloženou energii a kývalo by neustále. V každém okamžiku bude celková energie kyvadla stejná, rovna součtu energie polohové i pohybové, tj. energii, kterou jsme kyvadélku udělili prvotní výchylkou. Z toho vidíme, že hodinový stroj nemá za účel kyvadlo pohánět, ale jen mu dodávat energii, kterou při svém pohybu ztrácí překonáváním odporů.

V hodinářství jsou ustáleny názvy, které se většinou kryjí s běžnou terminologií fyzikální a které si proto snadno zapamatujeme. R o v n o v á ž n á poloha kyvadla je v místě A. Největší odchylka od rovnovážné do krajní polohy /do mrtvého bodu B nebo C / se jmenuje r o z k y v. P ř e k y v je část kyvu kyvadla /spojeného s hodinovým strojem/, kterou vykoná kyvadlo od odpadnutí zubu krokového kola s palety kotvičky až do své krajní polohy. Těžiště i s t ř e d n í b o d kyvu jsou u matematického kyvadla totožné a nacházejí se uprostřed kuličky. Vzdálenost mezi bodem o t á č i v ý m a středním bodem kyvu nazýváme č i n n o u délkou k y v a d l a.

Jeden kyv je polovina kmitu. Např. pohyb BAC tvoří jeden kyv a zpáteční pohyb CAB druhý kyv. Oba kyvy dohromady tvoří jeden kmit /tj. z B a zpět do B/. Doba potřebná k vykonání kyvu se nazývá t r v á n í k y v u.

Trvání kyvu je závislé na činné délce kyvadla. Čím větší je tato délka, tím pomaleji kyvadlo kýve.

Hmota tělesa kyvadla /čočky/ nemá vliv na trvání jeho kyvů, pokud neměníme těžiště čočky.

Činná délka kyvadla se rovná dvojnásobku trvání jednoho kyvu, a naopak trvání jednoho kyvu se rovná druhé odmocnině činné délky kyvadla. Pojmy a zákony, odvozené na kyvadle matematickém /které je jen zjednodušením kyvadla fyzického/, platí - až na malé výjimky - i pro kyvadlo fyzické.

Kyvadlo fyzické

Fyzické kyvadlo - na rozdíl od teoretického kyvadla matematického - je každé pevné těleso, které se může otáčet kolem pevné vodorovné osy, a na něž působí jen zemská gravitace /při-

tažlivost/. Zpravidla je to dřevěná nebo kovová tyč, zatížená dole závažím tvaru čočky nebo válce. Takové kyvadlo kýve rychleji než stejně dlouhé kyvadlo matematické. Je to pochopitelné proto, že každou částici fyzického kyvadla musíme považovat za samostatné kyvadlo matematické. Poněvadž kratší kyvadla mezi nimi by sama o sobě kývala rychleji, urychlují tak kyvy kyvadel delších. Celek /tj. fyzické kyvadlo/ je proto nucen kývat rychleji než stejně dlouhé kyvadlo matematické.

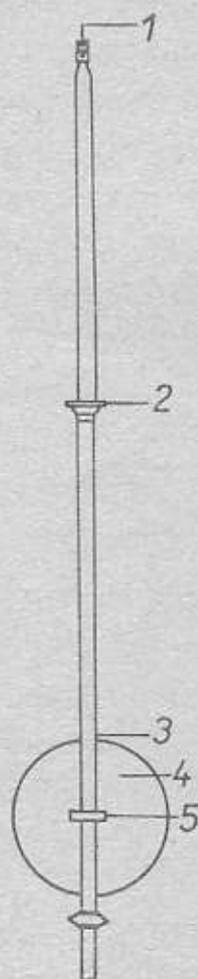
Střední bod kyvu se nachází u kyvadla fyzického uprostřed mezi středem /těžištěm/ čočky a těžištěm kyvadla.

Činnou délku fyzického kyvadla tvoří vzdálenost od bodu otáčení /tj. závěsu - 1/ do středního bodu kyvu /obr.26/.

U kyvadla s lehkou dřevěnou tyčí není střední bod kyvu podstatně odchýlen od středu čočky. Mnohem větší rozdíl je u kyvadel, u nichž je použita kyvadlová tyč kovová.

Citlivé místo /2/ kyvadla. Nejcitlivější místo se nachází u kyvadla právě uprostřed jeho činné délky. Kyvadla přesných hodin mají v tomto místě připevněn malý talířek, na nějž se pokládají lehká závažíčka pro vyrovnání nepatrných odchylek chodu. Přidání tenkého plíšku /o hmotě třeba jen 0,2 gramu/ přivodí zrychlení denního chodu hodin, i když vlastní čočka je 6 až 7 kg těžká.

Na zrychlení nebo zpoždění denního chodu hodin mají velký vliv i změny teploty. Víme, že tělesa se teplem roztahují, mění svou délku. Změnou délky kyvadlové tyče měníme činnou délku kyvadla, a tedy i trvání kyvu. Vliv změn teploty byl zkoumán Jiřím Grahamem, který se zabýval tzv. k o m p e n z a č n í m k y v a d l e m, sestrojeným v r.1726 Harrisonem. Kompenzační kyvadlo má vyrovnávat vlivy různé teploty, tj. změny činné dél-



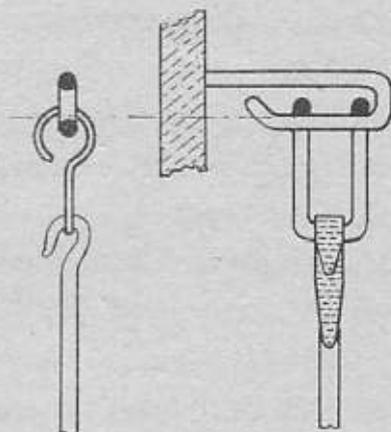
obr.26.

ky kyvadla, způsobené tepelnou roztažností kovů.

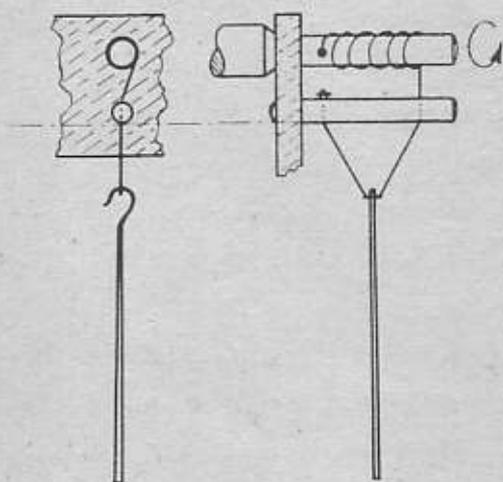
Závěs kyvadla

Již v počátečním popisu kyvadla jsme hovořili o jeho zavěšení. Závěs kyvadla je velmi důležitou součástí pro přesný chod hodin; nemusí být proveden ani p ř í l i š špatně, aby hodiny vůbec nešly. U starších hodin bylo kyvadlo zavěšeno na kolíbece, zhotovené z drátu /obr.27/. Tření je zde poměrně malé, hodí se však jen pro lehká kyvadélka. Další nevýhodou je velmi rychlé vychození oček i závěsného drátu.

Sloupkové hodiny bývaly opatřeny závěsem z hedvábné nitě /obr.28/. Konstrukce je vhodná opět jen pro lehká kyvadla. Regulování se provádí otáčením hřídelníku se čtyřhranem, na nějž se nit navinuje. Pro těžká kyvadla se užívalo uložení břitového, které se však neosvědčilo pro předčasné otupení břitů.

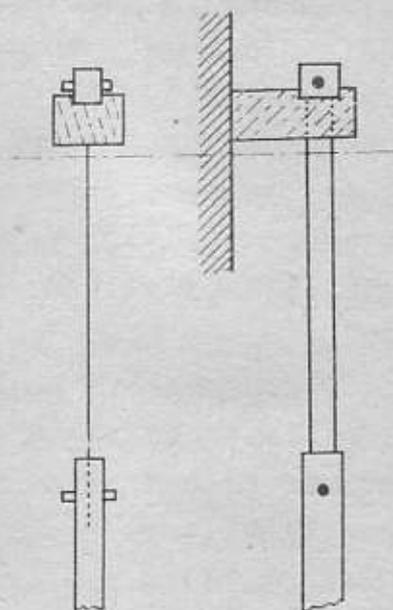


obr.27.



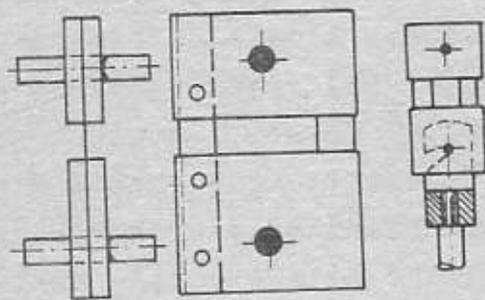
obr.28.

Nyní je nejrozšířenější závěs pružinový /obr.29/; dvojitá pružina je na obr.30.



obr.29.

Vynálezcem pružinového závěsu je William Clement /1680/, který pro něj použil pružiny jednoduché. Julien Leroy užil později pružiny dvojité /obr.30/. Také dnes se používá obou způsobů. Pro kuchyňské hodiny, kde je závěsná pružina obvykle dosti dlouhá, se volí jednoduchá. U pokojových kyvadlových hodin se užívají dvě pružiny. Dva ocelové



obr.30.

pásky jsou zde zanýtovány mezi dva páry rovných plechů. Do plechů jsou opět naraženy kolíky, jimiž je tento pružinový kloub spojen s kyvadlem a konzolou. Kyvadlová tyč vybíhá nahoře v rozvidlený hák, který je vyfrézován z mosazi a našroubován nebo jinak zachycen na kyvadlové tyči. Pružiny jsou z kalené uhlíkové ocele, která má vysokou pevnost /přes 200 kg/mm²/, a jsou proto křehké. Tloušťka pružin u malých kyvadel bývá 0,05 až 0,1 mm, u těžkých kyvadel věžních hodin 0,2 až 0,3 mm. Pružinový závěs má však rovněž své nevýhody. Vyvíjí totiž určitý směrní moment a vnáší tak do zákonů kyvu nové vlivy. Kyvadlo se pak neotáčí přesně kolem určitého pevného bodu, ale vykonává přibližně kruhový pohyb kolem pohybuujícího se bodu, který nedovedeme zcela určit. Podobně je tomu i s činnou délkou kyvadla.

Při použití pružinového závěsu nelze s naprostou jistotou teoreticky stanovit bod ohybu. Přibližně leží v horní třetině pružiny, ale ve skutečnosti závisí jeho místo na hmotě kyvadla a tvrdosti /pružnosti/ použité oceli. U těžkého kyvadla a docela tenké pružiny nachází se bod ohybu blíže horního plechu. Při tlusté a tvrdé pružině klesne bod ohybu až do poloviny její délky. U závěsu s kolíčkem počítáme činnou délku od místa závěsu. Je-li použita hedvábná nit, nachází se otáčivý bod těsně pod závěsem, v němž je nit upevněna. U hodin, kde je závěs Jappy, počítáme činnou délku kyvadla od čepu hřídele až po střední bod kyvu.

Pružinový závěs vyžaduje velkou péči. Při opravě hodin vždy překontrolujeme, zda se závěsná pružina v konzole příliš

netísní, není-li snad deformována a jsou-li kolíky správně usazeny. I malá deformace pružiny má za následek kmitání kyvadla. Při výměně závěsné pružiny za novou je třeba volit správný rozměr i tvrdost ocelového plechu. Použijeme-li tvrdší pružiny, méně ohebné a s malou pružností, ztrácíme velkou část hnací síly krokového kola, stroj nedodává kyvadlu dostatečný impuls a hodiny se zastavují.

Při seřizování kyvadla věnujeme pozornost i záběru vidlice s kyvadlem. Přes různé možnosti provedení platí tyto společné zásady:

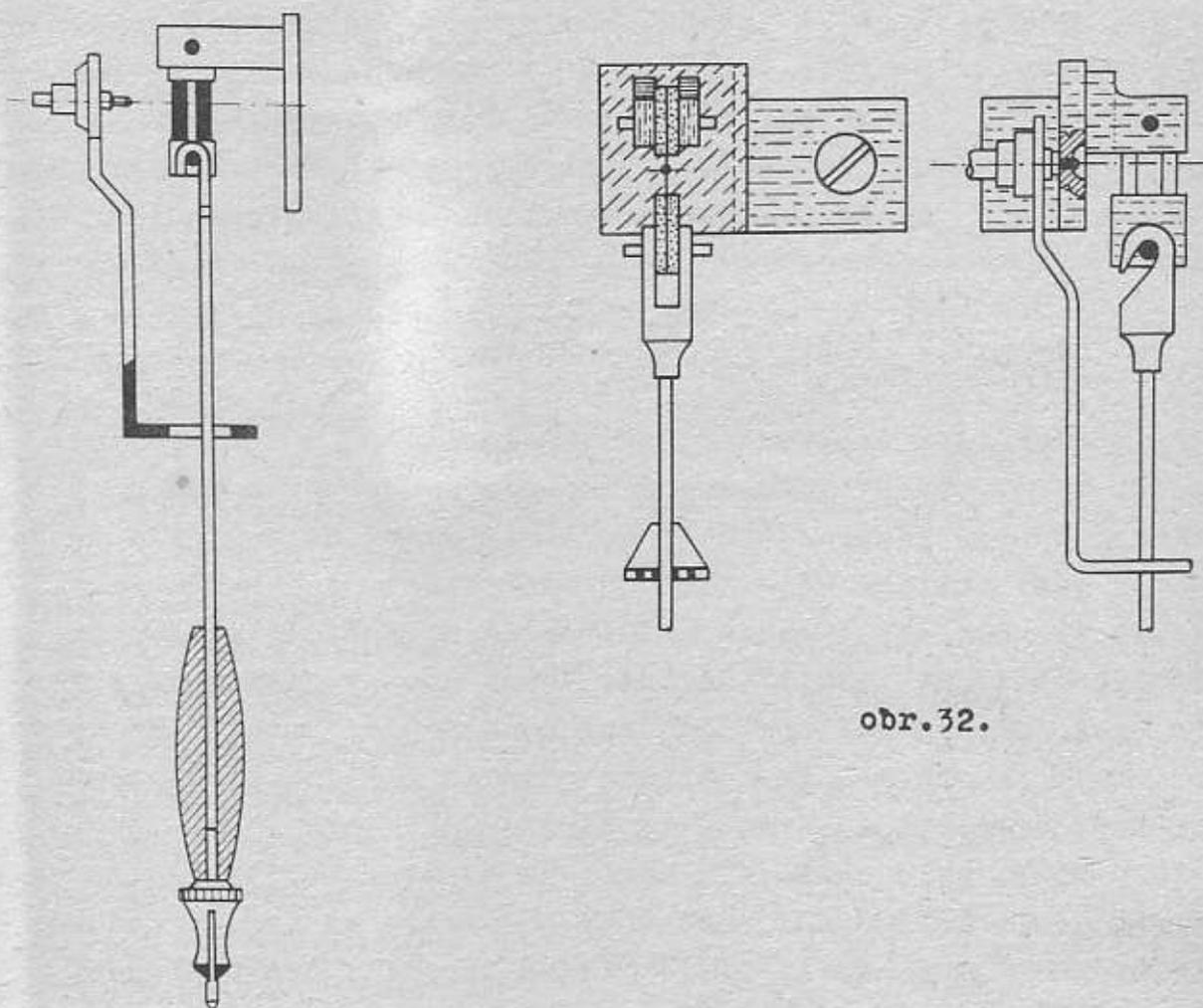
- a/ styčné plochy musí být bezvadně vyleštěny,
- b/ kolík se nesmí v zářezu tísnit,
- c/ vůle ve spoji vidlice s kyvadlem musí být
• co nejmenší /nesmí být slyšet dvojitý tikot/,
- d/ vidlice nesmí nikde přiléhat na tyč kyvadla.

Nesmíme nikdy zapomínat, že kyvadlo je regulátorem, na jehož přesné a pečlivé úpravě závisí přesný chod hodin. Až na některé starožitné stroje, měníme vždy činnou délku kyvadla / a tím regulujeme i chod hodin/ šroubovou maticí, umístěnou pod čočkou. Zvedáním čočky se činná délka kyvadla zkracuje a hodiny jdou rychleji. Pod kyvadlem bývá ve skříní umístěna stupnice, která pomáhá k správnému seřízení stroje i kyvadla.

Umístění kyvadla

Přesné kyvadlové stroje mají kyvadlo zavěšené na konzole ve skříní. Konzola je obvykle součástí rámu, který nese celý stroj. Po vyjmutí stroje zůstává proto kyvadlo zavěšeno ve skříní. /obr.31/.

Stroje s kratšími kyvadly /méně přesné/ mívají závěsnou konzolu umístěnou na můstku hřídele kotvy a kyvadlo bývá dělené /obr.32/. Část od závěsné pružiny prochází vidličkou a je ukončena kolíkem nebo tvarovanou dírou. Je to výlisek spojený se závěsnou pružinou. Vlastní kyvadlo /tyč s čočkou/ je zavěšeno na ukončení tohoto výlisku. Při demontáži se kyvadlo vyjme z výlisku. Ten však zůstává spojen závěsem se strojem. U těchto provedení sice běžně nazýváme kyvadlem jen tu část, kterou



obr.31.

obr.32.

vyjímáme, ale ve skutečnosti je částí kyvadla i část, která zůstává na stroji, neboť činná délka se počítá od bodu otáčení.

Někdy se setkáváme s umístěním kyvadla přímo na hřídeli kotvy, jak je tomu například u strojů Kinzle anebo Jappy. Kyvadlová tyč je nahrazena výliskem nebo drátem a malá čočka je upravena tak, aby se jejím otáčením měnila činná délka kyvadla. Je to nejjednodušší provedení kyvadla, pouze tyč a čočka.

3. Hnací ústrojí

Hodiny jsou stroj. Víme, že každý stroj musí být poháněn nějakou silou buď ručně, nebo motoricky, aby byl udržen v pohybu. I mechanické hodiny mají svůj motor, hnací sílu,

která udržuje stroj v pohybu, hodiny v chodu. Jako hnací síly pro hodiny se používá

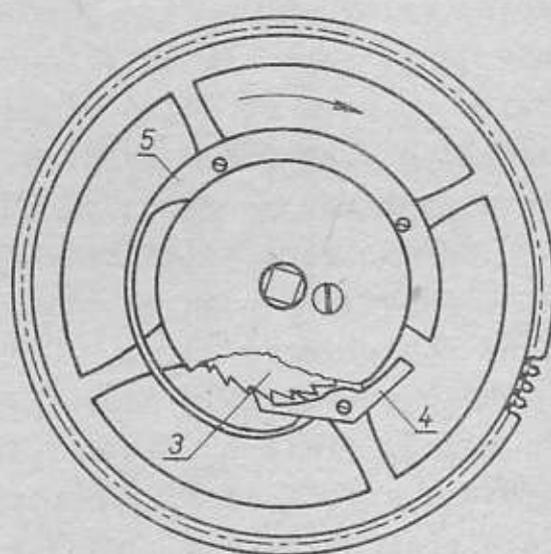
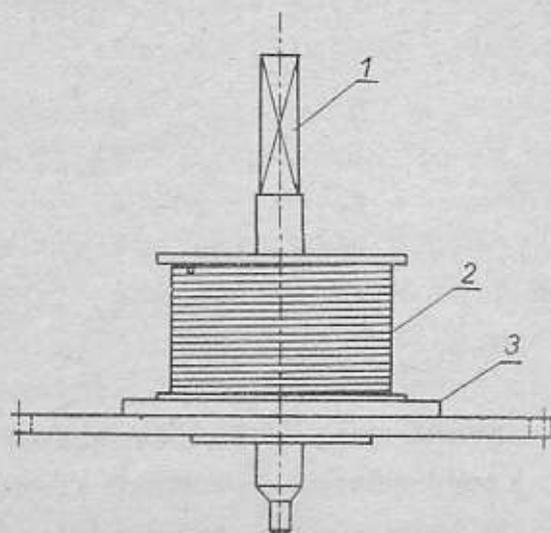
- a/ závaží /tj. hnací síly břemene/,
- b/ pružiny /tj. hnacího pera namáhaného na ohyb/,
- c/ síly elektromagnetické /pro speciální druhy hodin/.

Závaží

Závaží je nejstarším a nejspolehlivějším druhem hnací síly, který působí dokonale rovnoměrně. U prvních hodinových strojů to byl kámen zavěšený na laně, které se navíjelo na válcovou část hnacího kola. Zlepšováním konstrukcí mechanických hodin se zmenšovaly rozměry i tření v soukolí, čímž se také měnila velikost /hmota/ závaží. Věžní hodiny, schotské a černošské měly závaží upevněno zprvu na šňůře, později na řetízku. Dnes je všeobecně rozšířeno použití střešní /i silonové/ struny, která je zachycena ve strunovém válci.

Hnací kolo sestává z několika částí /obr.33/. Je to na prvním místě kolo samo, zhotovené z mosazi; na něm je otočně přišroubována součást, které říkáme západka. Druhá součást připevněná rovněž na ploché části kola je pružina /pérko/, které svou slabší částí přiléhá na západku. Další důležitou částí je strunový válec, na nějž se navíjí struna. Válec má na obvodu šroubovou rýhu, aby se struna navíjela rovnoměrně. Na vrchní části válce je přišroubováno víčko. Pod víčkem jsou ve válci proříznuty dva otvory, jeden menší, druhý větší, kterými provlékneme strunu opatřenou na druhém konci uzlíkem. Uzlík větším otvorem projde, za menší zachytí a struna je tak připevněna. Takto se však upevňuje struna jen v tom případě, kdy se hodiny nerozbírají. Spodní část válce je přichycena k ozubenému kotoučku, nebo jsou zuby na osazení bubínku přímo vyfrézovány. Zuby tohoto kotoučku mají zcela jiný tvar než zuby hnacího kola. Tyto zuby slouží k zachycení západky jedním směrem, kdežto při otáčení ve směru opačném musí západku nadzdvihovat a uvolňovat. Proto je kolo nazváno západkové. Části jsou spojeny s hřídelem kotoučovou závlačkou. Hřídel ve válci

je ocelová, opatřená na jednom konci čtyřhranem, na nějž se při "natahování" nasouvá klička. Hnací kolo zabírá s pastorkem dalšího kola, a nelze jím otáčet. Na válci zachycená struna musí být navinuta, aby závaží mohlo být zvednuto, neboť působí svou hmotou jen tehdy, když klesá. K tomu účelu slouží zařízení západkového kola. Při otáčení hřídelem doprava /ve směru šipky/ se navíjí struna na válec, závaží se zvedá a západka přeskakuje přes zuby. Přestaneme-li otáčet hřídelem, závaží se snaží svou hmotou otáčet válcem opačným směrem. Válec se však otáčet nemůže, neboť tlakem pérka zapadla západka do zubů západkového kola. Tím se přenáší síla vyvolaná hmotou závaží přes západku na hnací kolo a dále do soukolí. Aby nedošlo při natahování hodin



obr.33.

/používáme název "natahování" přesto, že přitom vlastně nic nenatahujeme, název však je odedávna vžitý/ k smeknutí západky přes zuby rohatky, musí být poškozené zuby včas opraveny; rovněž i tvar západky a západka sama má být upevněna tak, aby byla lehce pohyblivá. Důležité přitom je, aby přítlačná pružina nepružila ani příliš tvrdě, ani slabě. Závaží je upevněno /zavěšeno/ na kladce a druhý konec struny je zavěšen na desce stroje. Zde si musíme uvědomit, že při běžném způsobu zavěšení se účinek závaží mění. Dráha síly je dvakrát tak velká jako dráha břemene, a proto účinek hmoty závaží je jen poloviční. Nebe-

remeli v úvahu tření, můžeme sílu, kterou závaží působí na soukolí, vyjádřit obecně:

$$P_1 = \frac{Q}{2}$$

Bude-li mít závaží /Q/ hmotu 2 kg, vyjde teoretická síla /P₁/ 1 kg.

Tato úprava se zdá být na prvý pohled velmi nevýhodná. Zdánlivě ztrácíme zbytečně polovinu tažné síly. Je to pravda, vlastní účel úpravy spočívá v délce dráhy závaží. Abychom tomu dobře porozuměli, podíváme se na jinou úpravu. Pro některé starší typy hodin se kladky nepoužívá. Rovněž pro věžní hodiny se používá vyvedení struny přes pevnou kladku stranou; kladka zde působí jen jako opěra. O jakou délku se odvine struna z válce, o stejnou délku klesne i závaží; podle toho také: Takovou úpravu si můžeme dovolit tam, kde má závaží dost místa k odvíjení, nebo kde je krátkodobé natahování. Úpravou podle prvního případu se délka odvinuté struny rozdělí na obě strany a závaží klesne jen o polovinu odvinuté délky. Proto se tato úprava používá pro stroje s nízkou skříní.

Závaží samo je někdy zhotoveno z litiny /u levných strojů/, u lepších strojů je odlito z olova a uloženo v plechovém, vhodně zdobeném pouzdře.

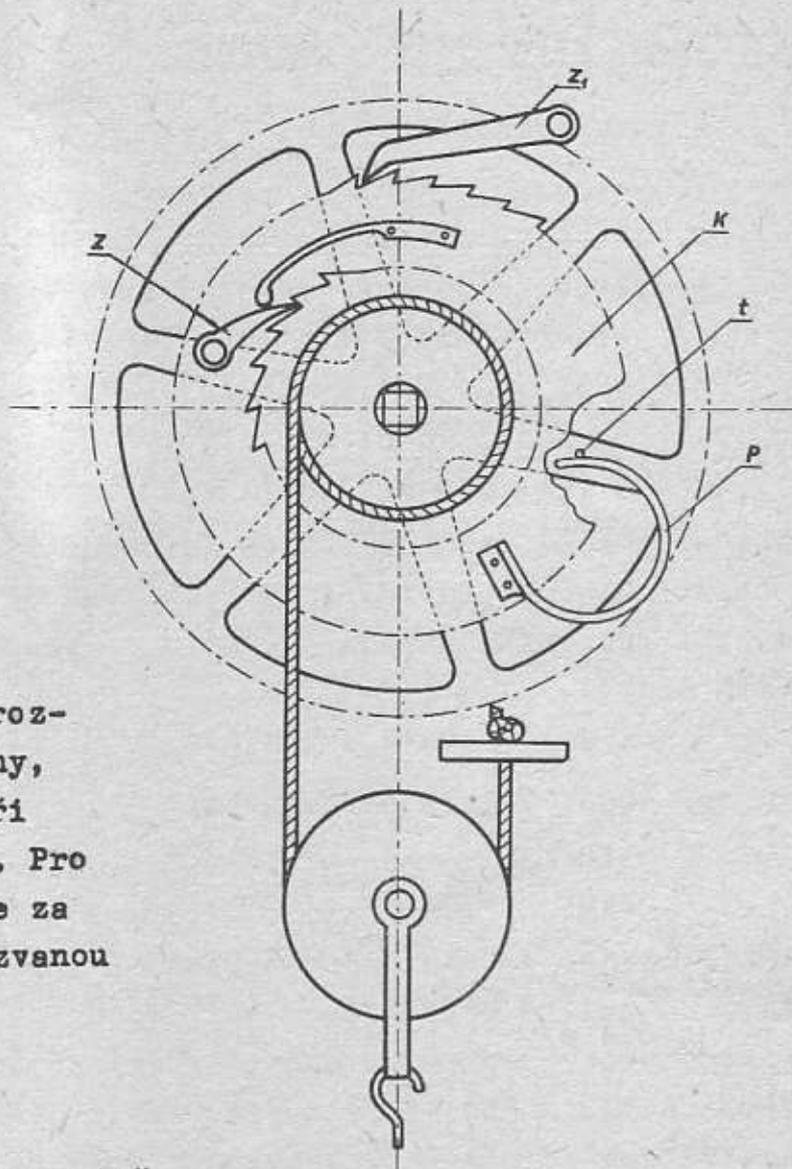
Kdo se hlouběji zamyslí při vysvětlování "funkce" natahování hodin, jistě mu neujde, že v okamžiku, kdy otáčíme kličkou a zvedáme závaží, držíme hmotu závaží na kličce, síla se projevuje tlakem na ruku a hodinový stroj není poháněn. Již Huygens sestrojil pomocný popud pro dobu, kdy hmota závaží nepůsobí. Nyní se ustálila úprava podle Harrisonovy konstrukce, jak ji vidíme v náčrtu na obr.34. Na závažovém kole je o jedno západkové kolo a jednu západku více. Na velkém západkovém kole je připevněno pérko p, které je druhým koncem opřeno o kolíček t. Hmota závaží zde působí od malého západkového kola na západku velkého západkového kola a teprve přes velké západkové kolo na hnací kolo. Mezi velkým západkovým kolem a hnacím kolem je ještě zmíněné pružné pérko, které je při zatížení závažím ohnuto. Jakmile začneme závaží zvedat, přestane na pérko přes západku působit síla závaží a to se vlastní pružností začne narovnávat;

tím působí určitou tlakovou silou na soukolí, které je tak trvale poháněno.

I když jsme hovořili o závaží jako o velmi výhodné hnací síle, přece má jeden podstatný nedostatek. Závaží nelze použít pro přenosné hodiny a pro hodiny, které mají mít malé rozměry kvůli délce dráhy, kterou musí závaží při svém poklesu vykonat. Pro takové případy volíme za hnací sílu pružinu, zvanou tažné pero.

Pohon perem

Ohneme-li ocelovou tyč nebo ocelový plech a zas ho uvolníme, vrátí se nám zpět do původní polohy. Této vlastnosti ocelových materiálů říkáme pružnost. Pružnosti oceli je využito u pružin nejrůznějších tvarů. Hnací pero hodin je ocelový pásek spirálového tvaru. Střední část pera má podlouhlý otvor, za nějž je pero zachyceno na hřídéli. Konec pera bývá upraven rovněž k zachycení, tvar záchyty je tu však různý podle typu konstrukce hnacího perového kola. Některé háčky se vyrábějí sériově, jiné se zhotovují v dílně vyhřátím konce pera /jen malé části/ a vypilováním díry /závěsu/. Špatně provedený závěs působí velké ztráty tažné síly, zvláště když je pero daleko vyhřáto. Již dříve bylo řečeno, že střední konec pera je zachycen na hřídéli.



obr. 34.

Hnací kolo perové /perovník/

Perovníky můžeme rozdělit podle úpravy na čtyři druhy:

1. perovník neozubený nehybný,
2. perovník neozubený otáčivý,
3. perovník ozubený otáčivý otevřený,
4. perovník ozubený otáčivý uzavřený.

První dva typy patří již spíše minulosti, neboť se vyskytují u sloupkových hodin a hodin s vřeténekovým krokem, které se již přes 150 let nevyrábějí. Perovník neozubený otáčivý se ještě nyní používá u námořních chronometrů. Perovník otevřený se vyrábí hlavně pro levné stroje. Z mnoha hledisek je nejvhodnější perovník uzavřený, kterým se proto budeme zabývat na prvním místě.

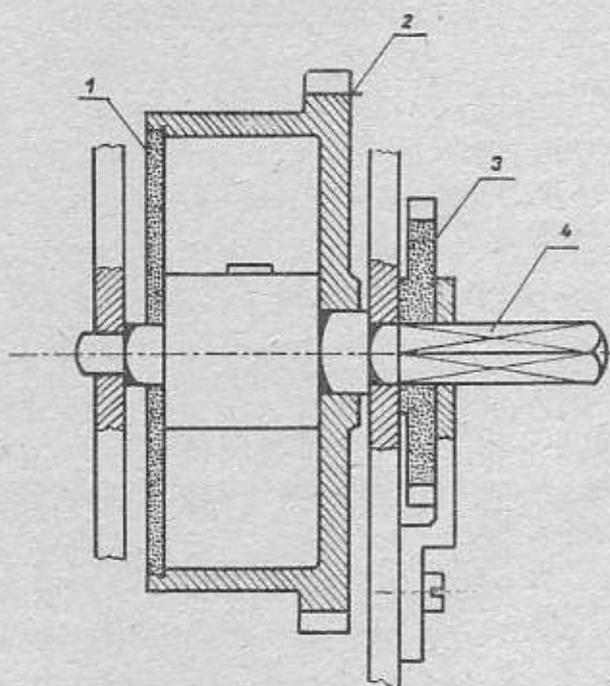
Hnací kolo perové se skládá z tří hlavních částí:

- a/ hnací kolo s perovníkem,
- b/ víko,
- c/ hnací hřídel.

Perovník je zhotoven z mosazi a nalisován do kruhové destičky, na jejímž obvodu jsou vyfrézovány zuby. Uvnitř válce je záchytný háček pro pero. Hnací hřídel je ocelový a má uprostřed vysoustruženu silnější válcovou část s háčkem pro zachyt pera, které říkáme j á d r o. Sestava v deskách stroje je znázorněna na obr.35. Dvnitř válce se navine pero, které se vnějším koncem zachytí za válec a vnitřním za hřídel. Jinak se hnací kolo na hřídeli volně otáčí a obě části jsou spojeny perem. Hřídel je proti otáčení zajištěn - stejně jako u závažového kola - kolem západkovým a západkou. Na hřídeli je závěs /často je to kolíček/, na který se pero zachytí. Kolíček nesmí mnoho přečnívat; příliš dlouhý deformuje pero při navíjení, takže pak dochází k jeho prasknutí nadměrným ohybem. Perovník uzavřený nedovoluje vnikání nečistot do pera. Používá se ho u kyvadlových hodin, miniaturních budíků, kuchyňských hodin s kyvadlem i setrvačkou a pro převážnou většinu kapesních i náramkových hodinek.

Perovník otevřený běžného typu sestává z těchto částí:

1. Hřídel s jádrem na jednom konci opatřený čepem, na druhém levým závitem nebo čtyřhranem.
2. Západkové kolo pevně nalisované na hřídeli s osazením pro upevnění kola.
3. Ozubené kolo s větším počtem zubů a středním otvorem. Na kole je přinýtována /otočně/ západka, která je tlačena do záběru západkovým perkem, rovněž přinýtovaným na věnci kola.
4. Přítužná pružina kruhového tvaru je vsazena na osazení západkového kola a upevněna roztemováním osazení. Jejím úkolem je udržení kola v horizontální poloze.



obr.35.

Tento druh perovníku se používá jen pro levnější druhy strojů. Pero je navinuto na hřídeli a odvíjí se mezi deskou stroje a přítužnou pružinou. Rozvinutí pera je ohraničeno kolíčkem vsazeným do desky stroje. U nových konstrukcí se místo západkového kola a západky používá šroubové pružiny těsně navinuté na hřídeli. Takto upravenou pružinou dosahujeme bezpečného zajištění proti otáčení ve směru navíjení. Otáčíme-li hřídelem proti směru navinutí pružiny, pružina se uvolňuje a hřídelem můžeme volně otáčet. Natahování pera je tu bezhlučné, neboť odpadá přeskokování západky přes zuby kola.

Perovník neozubený otáčivý

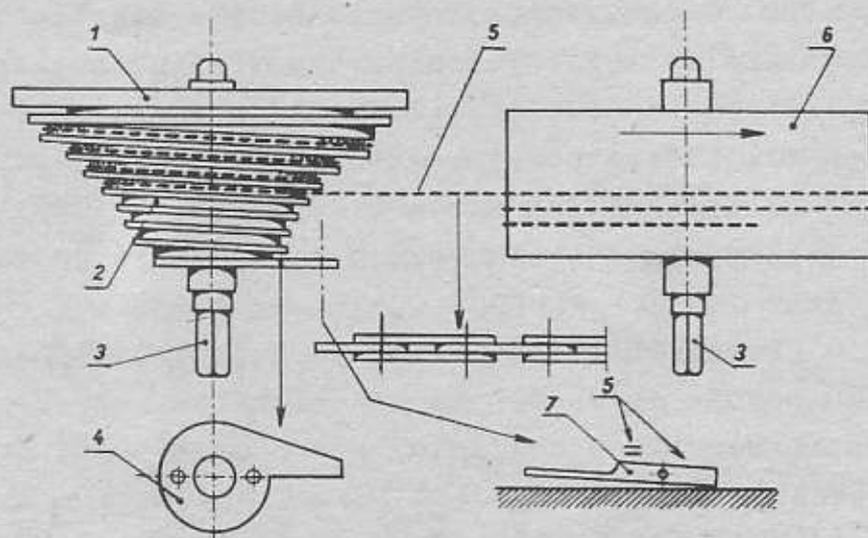
Používá se ho dosud u námořních chronometrů a u všech starožitných hodinek s vřeténkovým krokem. Provedení je zřejmé z obr. 36a. Válec, v němž je pero, není ozubený, je volně otáčivý na hřídeli a hnací síla pera se převádí na vedlejší kolo ř e t í z k e m téhož typu, jakého se užívá u převodu jízdního kola. Řetízek se při natahování navíjí na šnek, který vynalezl r. 1525 pravděpodobně Jakub Czech z Prahy. Šnek je uložen otočně na hřídeli s ozubeným hnacím kolem a zajištěn západkou a rohatkou. Jistě se na první pohled zdá tato kombinace podivnou. Má však své zdůvodnění. Pero při dotažení působí totiž mnohem větší silou, než když je již skoro odvinuté. Takové kolísání hnací síly má vliv na přesnost chodu hodin, takže se během jednoho natažení předcházejí a zase zpožďují. Vezme-li se v úvahu primitivní výroba per v době prvních vřeténkových hodinových strojů, bylo nutno tuto závadu nějak vyrovnat. To se celkem uspokojivě podařilo popsáním šnekem. Když je pero dotažené a řetízek navinut na šneku až po jeho nejmenší průměr, působí sice pero největší tažnou silou, ale na nejkratším ramenu šneku. Když hodiny docházejí, působí pero nejmenší silou, ale na nejdelším ramenu šneku. Tím je nerovnost tahu vyrovnávána a soukolí je dodávána hnací síla rovnoměrně. Vypočítat prakticky rozměry takového šneku je velmi náročné. "Nos" zabraňuje při dotažení pera přetržení řetízku, není-li použito stavítka /obr.36b/. U chronometru /nejpřednějších přenosných hodin/ používáme tohoto typu perovníku z téhož důvodu. U běžných druhů hodinek a hodin se ho v dnešní době již nepoužívá.

Perovník neozubený pevný

Byl používán hlavně u sloupkových hodin s krátkým kyvadélkem, kde je přišroubován k desce stroje a hřídel s ozubeným hnacím kolem, který je proveden na způsob perovníku otevřeného se do něho vsouvá. Obdobné řešení je i u kuchyňských hodin. Perovník je zde ocelový, lisovaný, pevně zasazen v desce stroje. Při odvíjení pera se otáčí ozubené mosazné kolo.

Pero v perovníku

Vezme-li se v úvahu perovník uzavřený, kde se pero nachází v bubínku, vidíme bez dlouhých úvah, že musí mít pero určité rozměry, aby se celé do válce vešlo. To však platí pro všechny druhy



obr.36a.

perovníků vůbec. Budeme-li uvažovat dále, zjistíme, že tak jednoduché měřítko by nepostačilo. Pero by se pak sice do perovníku vešlo, ale nemohlo by se odvíjet. Musí být proto menší. Obecným pravidlem je, že perovník rozdělíme na tři části tak, že jednu třetinu prostoru ve válci zaujímá jádro perovníku /hlavně u malých hodinek; u velkých je to méně/, jednu třetinu pero a jedna třetina je volná, aby se pero mohlo odvíjet. Jak mnoho místa pero ve válci zaujme, to záleží na dvou rozměrech: na jeho délce a tloušťce. Na tloušťce pera závisí i jeho hnací síla, neboť pero je stočené, tedy namáhané na ohyb. Můžeme si pamatovat, že tloušťka pera je přibližně $1/35$ až $1/55$ vnitřního poloměru perovníku.

Délka pera ovlivňuje další významnou skutečnost. Čím bude pero delší, tím vícekrát hustěji ho navineme kolem jádra perovníku. Při odvíjení se rovněž tolikrát otočí ozubené kolo, pohánějící další soukolí. Obvykle počítáme s jistou rezervou, přičemž nesmíme zapomenout, že vlastně při počátku natáhování je již pero ve válci stočeno. Za běžnou normu můžeme volit tak dlouhé pero, kterým docílíme 6 plných otáček. Výsle-

dek těchto dvou důležitých hodnot se ukáže též v zaplnění perovníku. Jako směrnou hodnotu bereme tak tlusté a dlouhé pero, které vyplní třinácti kruhy třetinu prostoru v perovníku. Příliš krátké nebo příliš dlouhé pero způsobí, že stroj nedochází. Krátké pero pro svou krátkost a dlouhé proto, že nemá v perovníku dost místa k odvíjení. Příliš tlusté pero dodává stroji nadměrnou tažnou sílu, tenké naopak sílu nedostačnou.

Další důležitý rozměr pera je jeho výška. Pero v perovníku nemůže dosahovat až k jeho víčku, aby se o něj netřelo a neztrácelo tak hnací sílu, která má být předána stroji. Mezi víčkem musí být vždy v ů l e, která u velkých hodin dosahuje hodnoty až 1 mm. Vůle však nesmí být nadměrná, aby se pero časem nedeformovalo. Při volbě pera nemůžeme volit příliš nízké také proto, že bychom nedosáhli potřebné tažné síly.

Dále je nutné, aby dno i víčko perovníku bylo hladké, ostré hrany na peru musí být zaobleny a pero nesmí být deformováno. Z nauky o materiálu je známo, že pružnost je vlastnost některých materiálů - zde oceli - a může být různě velká. Zatím si uvědomíme především to, že pero č a s e m a jinými vlivy /hlavně přerušovaným napínáním/ svou pružnost ztrácí, pero se "unavuje" a stárne. Takové pero poznáme, i když nezkoušíme jeho pružnost. Jednotlivé kruhy jsou příliš blízko u sebe. Obracet v tom případě pero "naruby", jak to někteří hodináři dělají, je zbytečné. Pero musí být vždy vyměněno za nové. Dále si uvědomme, že hnací síla pera se mění v průběhu jeho odvíjení podle toho, jak je pero napjaté. Na pero působí značně výkyvy teploty a rychlé ochlazení může způsobit i prasknutí pera, neboť se ochlazováním smršťuje. Prudké rozvinutí má obvykle za následek prasknutí pera v poměrně krátkém čase. Proto je třeba počínat si velmi opatrně při rozvíjení pera v ruce.

Zhoubně působí na pero vlhký nebo slaný vzduch, který podporuje tvorbu rzi. V peru se pak tvoří trhlinky a později praskne obvykle na několika místech. Pero musí být také dobře m a z á n o, neboť mezi jednotlivými kruhy vzniká značné tření. Dříve než pero namažeme, musíme je dobře vyčistit. Čištění ne-

provádíme deformováním pera v prstech. Tvoří-li pero "kornout", musíme je vždy před vložením do perovníku srovnat. Kornout vzniká zpravidla nesprávným vsazováním nebo vyjímáním pera z bubínku.

Pro montáž pera je velmi důležitá tato zásada: Přenos síly pera perovníku závisí hlavně na tom, jak je pero do perovníku vsazeno, namazáno, a jak jsou provedeny oba závěsy.

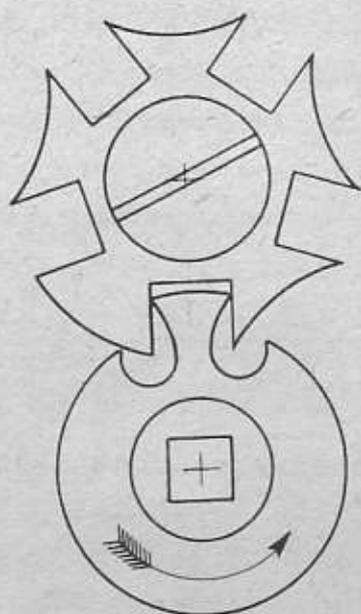
Výkon pera se měří dynamometry. Správné rozměry pera určujeme též z tabulek.

Poznámka 9:

Výroba hodinových per

Hodinové pero je staré jako kapesní hodinky a zůstalo tvarově až podnes nezměněno. Postupující technikou se měnil hlavně způsob výroby a složení materiálu. K výrobě per se používá kvalitní oceli, dodávané z válcoven ve svazcích širokých asi 80 mm a o průměru asi 250 mm, těžkých 13 až 15 kg. Materiál se podrobuje přísným zkouškám, aby se odkryly i velmi nepatrné odchylky v chemickém složení, nebo chyby vzniklé při válcování. Po zkouškách se ocel nejprve zpracuje na stroji, který se dá mikrometricky seřídít a rozřeže ocelový pás na úzké pásy v šířce pera. Potom se u všech pásků provede zaoblení a leštění hran. Nyní následuje nejnáročnější část výroby hodinových per, což je tepelné zpracování /kalení a popouštění/, ke kterému se používá speciálních, přesně regulovatelných elektrických pecí. Po dokončení tepelného zpracování se pásy nastříhají na potřebnou délku, konce jednotlivých per se vyžihají a vylisují se v nich oka pro upevnění. Pak se ve speciálních přístrojích stáčí na správný tvar. Nakonec se kontrolují, olejují a balí. Velká budíková pera se vyrábějí tzv. otevřená. Nejsou stočena a mají tu přednost, že je lze do stroje vsadit bez rozebírání. V nynější době nejsme již odkázáni jako dříve na dovoz všech per jen ze zahraničí. Některé druhy si už vyrábíme sami.

Řekli jsme již, že hodinové pero má jeden vážný nedostatek. Hnací síla při jeho odvíjení kolísá. Pokusy bylo zjištěno, že největší rozdíly vykazují první a poslední otáčky perovníku. Aby se plně využilo střední /tj. nejrovnoměrnejší/ hnací síly, připojuje se k hřídeli perovníku u některých hodin tzv. s t a v í t k o /obr.36b/. Stavítka omezuje otáčky perovníkového hřídele a umožňuje tak seřízení rovnoměrnějšího tahu pera. U budíků se jej používá též



obr.36b.

k vymezení odvíjení pera /jak poznáme později/. Sestává z ozubu a maltézskeho kříže. Maltézský kříž má obyčejně 5 zubů, z nichž 4 jsou vyfrézovány polo-
měrem ozubu, pátý je navenek zaoblený. Ozub se nasadí na perovníkový hřídel
a maltézský kříž je otočně upevněn na víčku nebo desce stroje. Když se hodi-
ny natahují, točí se ozub s hřídelem perovníku a posune při každé otočce o
1 zub maltézskeho kříže kupředu. Při čtvrtém otočení přijde ozub do styku s
vydutou stranou maltézskeho kříže a hřídelem nelze už dále otáčet. Při odví-
jení pera je posouvání maltézskeým křížem stejné, ale v opačném smyslu.

Při nasazování ozubu na hřídel natáhneme úplně pero, potom je necháme
asi čtvrt kruhu otočit zpět a nasadíme ozub do maltézskeho kříže. Není-li
stavítka přesně provedeno a vykazuje-li tření, nepřinese tato úprava zlepše-
ní a je prakticky bezcenná.

Použití elektromagnetické síly

U moderních strojů kde je požadována vyšší přesnost a
používá se jako hnací síly závaží, přihlíží se také ke kolísa-
vému tření, jež je právě nežádoucí, jako proměnlivá síla tažné-
ho pera. Proto se zavádí krátkodobé zvedání lehkého závaží ele-
ktromagnetickou silou. Odpadá tím i rušivý vliv otvírání skříně.
U jiných systémů se používá elektromagnetické síly k navíjení
pera anebo přímo k pohonu kyvadla. S jednotlivými způsoby použi-

tí elektromagnetické síly v hodinových strojích se seznámíme až ve III.ročníku.

Přenos hnací síly na krok a dále na regulátor obstarává skupina ozubených kol nestejných velikostí a různého počtu zubů. Nyní se seznámíme s druhou hlavní částí mechanických hodin, se soukolím.

4. Hlavní soukolí hodin

V každých mechanických hodinách nacházíme řadu ozubených kol a pastorků.

Poznámka 10: Než se budeme zabývat jednotlivými převody, všimneme si vzniku ozubeného kola. Ozubená kola byla známa již ve starověku a bylo jich také používáno u vodních hodin. Tehdejší ozubená kola byla zhotovována jen za účelem zvětšení tření na obvodu třecích kol, a proto také zuby byly zpočátku jen vyhloubeny na obvodu kol, provedené bez jakýchkoli pravidel. Proti hladkým třecím kolům měly značnou výhodu, neboť mohly přenášet větší sílu. Je možno říci, že třecí kola /kotouče/, která byla již opatřena jakýmsi zuby /i když zatím velmi nepravidelnými/, byla prvními ozubenými koly.

Každý výrobce zhotovoval tehdy ozubená kola podle svého vlastního náscru a zkušeností, přičemž se postupně odstraňovaly nejhrubší závady; scházela však teorie ozubení. Právě tak primitivní byla i výroba ozubených kol. Na materiál se nakreslily zuby, které se sekáčkem vysekávaly. Menší kola se sestrojovala z několika částí. Do dvou kruhových desek se vyrazilo 8 až 10 otvorů a vykovaly se tyčinky, které se do nich narazily. Takto provedené kolo /pastorek/ se potom narazilo na vykovaný hřídel. Již dříve jsme se seznámili se skutečností, že k pohonu několika takto vyrobených kol v hodinách bylo třeba závaží více než 5 metrických centů těžkého. Největší ztráty hnací síly vznikly třením mezi jednotlivými zuby. Při tak velikém tření docházelo k časnému vydření zubů, tzv. vychození, což způsobilo nové závady. Dnes už si ani nedovedeme dobře představit, s jakými potížemi se setkával výrobce hodin, měl-li zhotovit ozubené soukolí bez jakékoli teorie. Proto tak dávno vynalezené ozubené kolo, ačkoli jde o velmi důležitý objev mechaniky, zůstává po staletí skoro nepovšimnuto a nedochází k jeho významnějšímu zdokonalení.

Teprve v 17. století se začínají v hodinářství zabývat vytvářením správného ozubení Dán Roamer a Francouz Lahire. V roce 1750 sepsal Camus /člen francouzské Akademie věd/ čtyřsvazkové dílo "Cour de mathématiques", v němž se zabývá uvedeným problémem a vytváří teorii ozubení. Na podkladě této teorie se snažili zhotovit ozubení F. Berthout a Le Roy. Také Leonard Euler, matematik a člen ruské Akademie věd, pracoval na teorii ozubení a napsal v r. 1754 latinský spis: "De artissima figura rotarum dentibus tribuenda". Teprve vyznamenaný profesor umění Louis Moinet, který zemřel v r. 1853, vytvořil takovou teorii ozubení, že byla vhodná i k širokému použití. Vidíme, jak dlouho trvalo, než se zavedlo do strojírenství účelné ozubené kolo, odpovídající nárokům přenosnosti i požadavkům na přenášení síly za minimálních ztrát. Vývoj ozubených kol ještě ani nyní není ukončen. Kola se nejčastěji vyrábějí frézováním a budete je také sami sestrojovat.

Ozubená kola rozdělujeme podle počtu zubů na k o l a /s větším počtem zubů než 20/ a na p a s t o r k y /s menším počtem zubů než 20/. Nejmenší počet zubů u pastorku může být 6, ale i tak se již značně odchylujeme od pravidel správného ozubení. V hodinářství se setkáváme s několika druhy kol. Pastorek je i s hřídelem vyfrézován z jednoho kusu. Může však také být zhotoven zvlášť a na hřídel naražen. U levnějších strojů se setkáváme nejčastěji s pastorkem c é v o v ý m. Je proveden z dvou kotoučků a 6 až 8 tyčinek, tzv. c é v, které jsou v destičkách otočně uloženy. Ozubené kolo je natemováno na n á b o j i a s nábojem nalisováno na hřídel. Ozubená kola se vyrábějí z mosazi, pastorky z oceli. Některá kola se zhotovují také ocelová a najdou se i pastorky zhotovené z mosazi, vyžaduje-li to hledisko pevnosti zubů. Jedno kolo je součástí, jež nenalézá uplatnění, pokud nezabírá do dalšího kola nebo pastorku; proto se zpravidla setkáváme vždy s několika koly, která do sebe vzájemně zabírají - tj. se s o u k o l í m. Zuby jednoho kola vnikají do mezizubních mezer kola druhého, vzájemně na sebe působí a přenášejí přitom účinek síly závaží nebo pera. Budou-li kola do sebe zabírat nepřesně, mohou vzniknout tak velké ztráty třením, že hmota závaží ani neuvede soukolí do pohybu. Záběr ozubených kol podléhá jistým pravidlům, s kterými se nyní seznámíme.

Druhy ozubených kol

Zhruba rozdělujeme ozubená kola takto:

a/ Kola s čelním ozubením

Tato jsou v hodinářství nejvíce používána. Jsou to kruhové destičky, opatřené na obvodu /čele/ zuby. Hřídele takových kol stojí v desce stroje rovnoběžně vedle sebe. V hodinářství se používají jenom kola s rovnými zuby. Ve strojírenství se však můžeme setkat se zuby šikmými i šípovými, které zajišťují přenos většího krouticího momentu a rychlé i nehlukné otáčení kol.

b/ Kola korunní

Korunních kol se používá k zvláštním účelům, hlavně u natahovacích systémů, kde hřídele stojí k sobě kolmo. Zuby zde nejsou na čele kola, ale na jeho ploše. Ve strojírenství se jinak tohoto druhu ozubení nepoužívá.

c/ Kola kuželová

Ve strojírenství byla korunní kola nahrazena koly kuželovými, která mají stejný způsob použití. Kde je třeba převést pohyb nebo krouticí moment na hřídel, stojící k druhému kolmo, použijeme kuželových kol. V hodinářství se s kuželovými koly setkáváme u natahovacích mechanismů. Zuby jsou vyfrézovány na ploše kužele.

d/ Kola šroubová

Tato jsou často ve spojení s další částí, š n e k e m. Šnek je hřídel opatřený jedním nebo více závity. Podle toho dělíme šneky na jednochodé nebo vícechodé. Kolo má čelní ozubení; šikmé zuby ve tvaru šroubovice zabírají do šroubu /šneku/. Hřídele m i m o b ě ž n é se používají k získání velkého převodu. Využití těchto kol v hodinářství je jen malé. Omezují se jen na hodiny elektrické a autohodiny, u nichž se používají pouze u natahovacího soukolí.

e/ Kola s vnitřním ozubením

V hodinářství se s tímto ozubením setkáme u některých druhů bicích hodinek, u bicích mechanismů. Je to kolo, které má zuby uvnitř, obyčejně rovné.

f/ Ozubená tyč

Tohoto převodu se používá k získání přímočarého pohybu. Setkáte se s ním u měřicích přístrojů, dalekohledů, mikroskopů, vrtaček apod. Zuby jsou tu buď rovné, nebo šikmé.

Tření

Ozubená kola působí na sebe vzájemně jako páky. Může se také říci, že ozubené kolo tvoří určitý počet pák, které mají tvar zubů. Taková páka /zub/ posune další zub, na nějž tlačí, trochu z jeho původního postavení - okamžitě pak nastupuje další páka /zub/, která učiní totéž. Ozubené kolo představuje tedy jistý počet pák, které jsou buď poháněné /hnané/, nebo samy pohánějí /ženou/. Podle toho také dělíme kola na hnaná a hnací.

Po dobu svého působení se páky po sobě pohybují. Z mechaniky víme, že pohybují-li se dva předměty po sobě, vzniká mezi nimi tření. Tření existující mezi zuby kola je však velice nežádoucí, zvláště žádá-li se přenos síly pokud možno beze ztrát. Tření nemůžeme odstranit úplně, můžeme však podstatně zmírnit jeho účinek, vytvořit příznivé podmínky pro pohyb zubů po sobě.

Tření smykové je pro ozubená kola značně škodlivé. Působí velké ztráty silové a současně i odírání částic materiálu, takže se zub deformuje a mění původní tvar, čímž se porušují všechna pravidla správného záběru. Velikost tření je dána hladkostí povrchu, tvrdostí materiálu, jeho molekulárním složením a velikostí tlaku. Víme ze zkušenosti, jak těžko budeme tlačit bednu po nerovné a drsné podlaze. Proto všechny styčné plochy musí být hladké a zuby pastorků bezvadně vyleštěné.

Působením síly se materiál do sebe vtlačuje. I když tento děj nemůžeme pozorovat pouhým okem a zdá se nám to na první pohled těžko pochopitelné, přece tomu tak je. Čím tvrdší materiál,

tím menší zatlačení i menší tření. Tlak se nám rozkládá na plochu; aby nenastalo otláčení, musí mít zub nejen značnou tvrdost, ale také dostatečnou šířku styčné plochy, nemluvíme-li o odolnosti zubu proti ulomení.

I když se bezvadně vyleštěný předmět jeví zraku dokonale hladký, není tomu tak. Při ideálním vyleštění plochy bychom se měli dostat až na rovnost odpovídající velikosti molekul. Kdybychom zvětšili dostatečně povrch takto vyleštěné plochy, shledali bychom, že je opět hrbolatý /podle velikosti molekul/. Mají-li dva materiály úplně stejné velikosti molekul, nastává mnohem větší zachycování a drhnutí, než jsou-li různého tvaru a různých velikostí. Podle možnosti kombinujeme proto hlavně v hodinářství materiály s různorodým molekulárním složením, jako mosaz a ocel, neboť se tu jedná o zcela nepatrné síly. I při pozorném vyleštění ploch, volbě vhodných materiálů i sil zůstává tření značné. Uspokojivých výsledků docílíme teprve tehdy, přeměníme-li tření ve smyku na tření v a l i v é.

Výhody tření valivého jsme poznali už v dětství, při tzv. "válení sudů", a v pozdějších letech při odvalování skutečných sudů. Při smýkání po dně se sudem ani nepohne, při položení jde však odvalit poměrně snadno, poněvadž tření je pak jenom dotykové. Při valivém tření jsou ztráty síly nejmenší; nenastává proto odírání částí. Z těchto zkušeností povstala teorie správného ozubení kola a účelného tvaru zubů. Tvar zubů není tedy náhodný ani libovolný. Je proveden podle zvláštních křivek, jež vytvářejí kružnice valící se po určité dráze. Vzniklých křivek používáme pro klenutí, neboli bok zubu ozubeného kola. Bok zubu je ta část, po níž se zuby po sobě odvalují a kde se při přenášení sí-



tím menší zatlačení i menší tření. Tlak se nám rozkládá na plochu; aby nenastalo otláčení, musí mít zub nejen značnou tvrdost, ale také dostatečnou šířku styčné plochy, nemluvíme-li o odolnosti zubu proti ulomení.

I když se bezvedně vyleštěný předmět jeví zraku dokonale hladký, není tomu tak. Při ideálním vyleštění plochy bychom se měli dostat až na rovnost odpovídající velikosti molekul. Kdybychom zvětšili dostatečně povrch takto vyleštěné plochy, shledali bychom, že je opět hrbolatý /podle velikosti molekul/. Mají-li dva materiály úplně stejné velikosti molekul, nastává mnohem větší zachycování a drhnutí, než jsou-li různého tvaru a různých velikostí. Podle možnosti kombinujeme proto hlavně v hodinářství materiály s různorodým molekulárním složením, jako mosaz a ocel, neboť se tu jedná o zcela nepatrné síly. I při pozorném vyleštění ploch, volbě vhodných materiálů i sil zůstává tření značné. Uspokojivých výsledků docílíme teprve tehdy, přeměníme-li tření ve smyku na tření *v a l i v é*.

Výhody tření valivého jsme poznali už v dětství, při tzv. "válení sudů", a v pozdějších letech při odvalování skutečných sudů. Při smýkání po dně se sudem ani nepohne, při položení jde však odvalit poměrně snadno, poněvadž tření je pak jenom dotykové. Při valivém tření jsou ztráty síly nejmenší; nenastává proto odírání částí. Z těchto zkušeností povstala teorie správného ozubení kola a účelného tvaru zubů. Tvar zubů není tedy náhodný ani libovolný. Je proveden podle zvláštních křivek, jež vytvářejí kružnice valící se po určité dráze. Vzniklých křivek používáme pro klenutí, neboli bok zubu ozubeného kola. Bok zubu je ta část, po níž se zuby po sobě odvalují a kde se při přenášení síly stýkají.

Křivky ozubení

Označíme-li na kružnici bod a budeme-li kružnicí valit po určité dráze, opíše bod pravidelnou křivku, tzv. cykloidu. Kružnici, která vytváří cykloidu, nazýváme *t v o ř í c í* a dráhu, po níž se kružnice valí, *z á k l a d n o u*. Druhy základny:

a/ P ř í m á. Valíme-li tvořící kružnici po přímé dráze, opíše bod na jejím obvodu pravidelnou křivku, které říkáme c y k l o i d a p r o s t á.

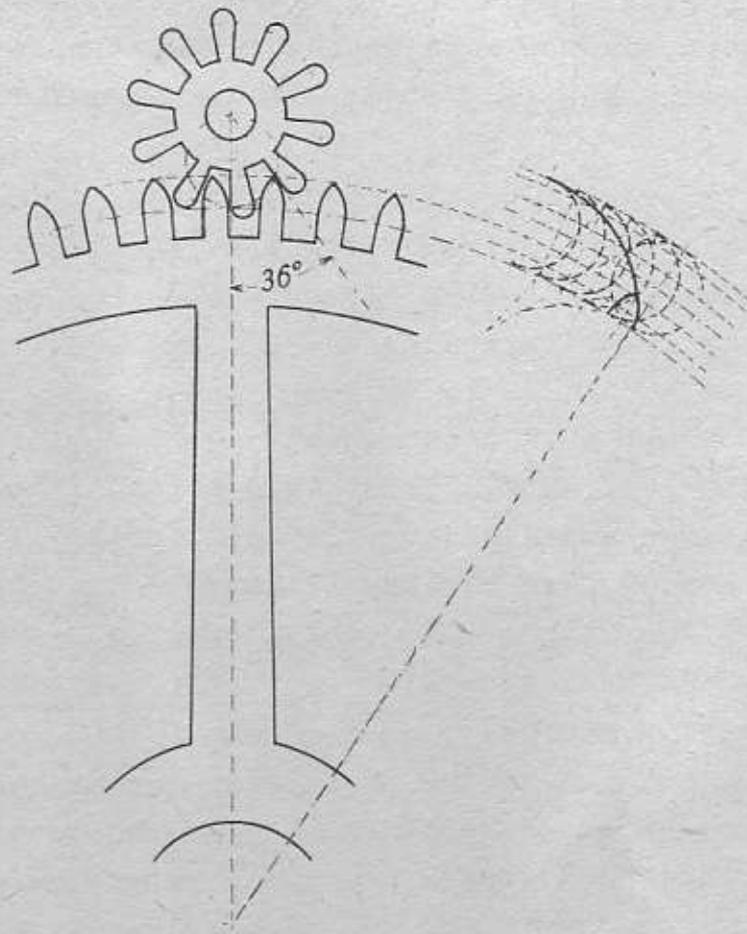
b/ K r u h o v á. Valíme-li kružnici tvořící po jiné kružnici, opíše bod tvořící kružnice pravidelnou křivku, kterou nazýváme e p i c y k l o i d a. Tohoto tvaru zubů používáme pro čelní ozubení. Epicykloidy na ozubeném kole jsou často nahrazovány oblouky kruhovými /viz technické kreslení/.

c/ K r u h o v á v n i t ř n í. Valíme-li tvořící kružnici uvnitř jiné kružnice, vzniká křivka, která se jmenuje h y p o - c y k l o i d a. Používá se jí pro vnitřní ozubení. Zvláštní případ hypocykloidy, vytvořené odvalováním kružnice po roztečné kružnici dvojnásobného poloměru, se používá pro zuby s přímými boky.

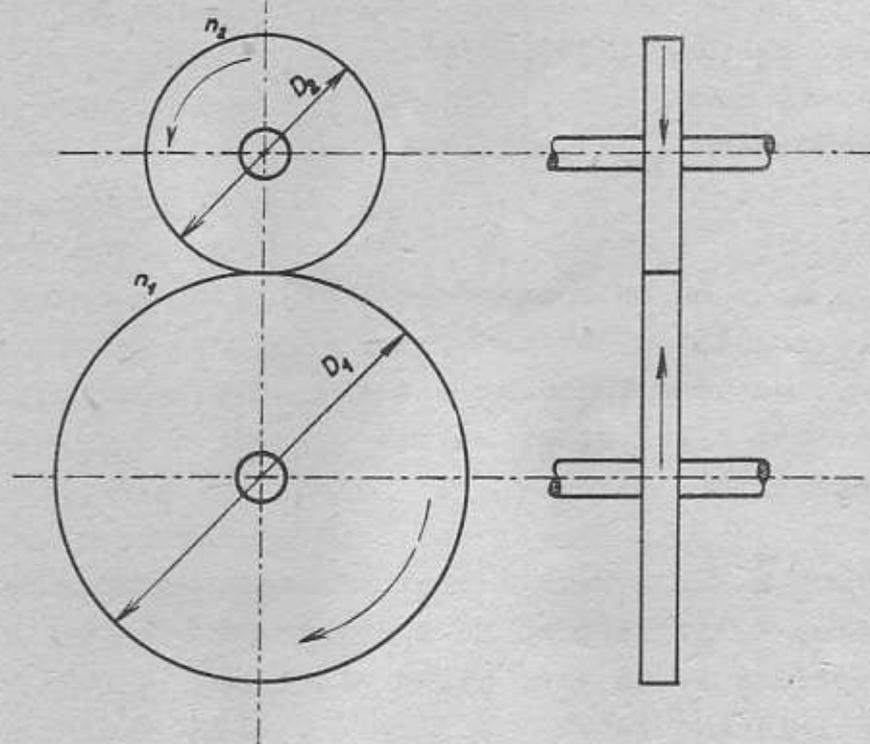
d/ Pro záběr pastorku s ozubenou tyčí se pro bok zubu pastorku používá křivky zvané e v o l v e n t a. Evolventa je křivka, kterou opíše napjatý konec šňůry, navinuté na pevnou základnu při odvíjení. S evolventním ozubením se setkáváme spíše v jemné mechanice než v hodinářství.

Záběr pastorku se zubem kola a vytvoření boku zubu vidíme na obr. 37. Nyní nás bude zajímat správná úprava záběrů a výpočty zubů jednotlivých kol. Pro pochopení správného záběru se musíme vrátit až k třecím soukolím.

Na obr.38 je znázorněn záběr dvou třecích kol. Třecí kola nemají zuby; pohyb je přenášen třením, kola jsou k sobě tlačena. Kdybychom do kol vypilovali zuby, nemohla by už za tohoto postavení pohyb přenášet. Musíme volit jiný způsob, při němž se bude odvalovat tvořící kružnice, která opíše křivku pro bok zubu. Takto vytvoříme na obvodech obou kol zuby, kola se však nebudou moci otáčet, neboť budou narážet na obvod třecího kola. Vypilujeme-li mezi zuby mezery tak velké, aby jimi prošel zub protějšího kola, dostáváme ozubené kolo, které odpovídá všem pravidlům správného ozubení i záběru, neboť třecí kola, na nichž jsme počali s konstrukcí zubů, jsou zachována a odvalují se správně po sobě. Odvodíme si nyní nejdůležitější části ozubeného kola:



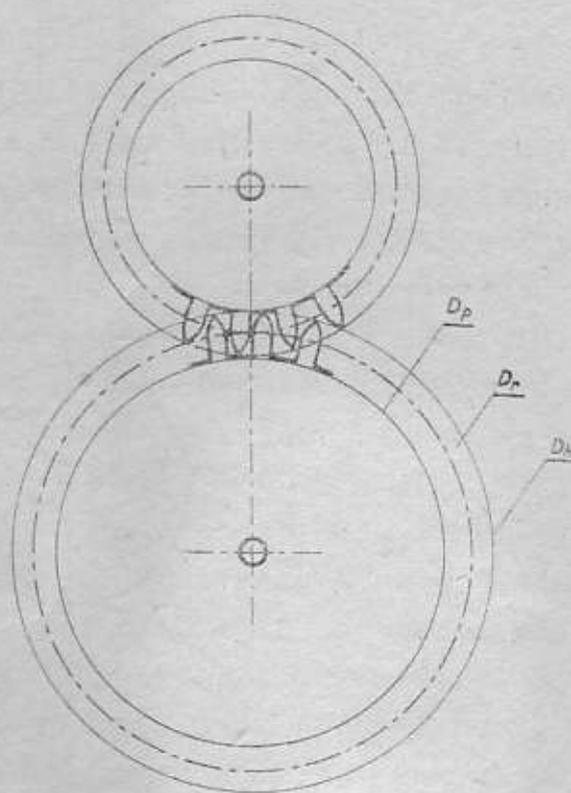
obr. 37.



obr. 38.

1. Kružnice *r o z t e ě n á* je kružnice, která udává průměr třecího kola. Na roztečné kružnici konstruuje se ozubení a provádíme dělení kola. Je důležitá pro konstrukci.
2. Kružnice *h l a v o v á* je kružnice, kterou opišeme kolem hrotů /hlav/ zubů. Představuje největší průměr kola a velikost kotoučku, z něhož budeme kolo frézovat. Je proto důležitá pro soustružení kotoučku kola.
3. Kružnice *p a t n í* je kružnice, kterou opišeme kolem spodních částí /pat/ zubů. Představuje nejmenší kružnici kola a určuje hloubku zubní mezery. Je důležitá při frézování zubů kola. Na obr.39 jsou všechny tři uvedené kružnice znázorněny.

4. V ý š k u zuby určuje patní a hlavová kružnice.
5. Hlava /hrot/ zuby je nejméně důležitá část zuby; bývá zkrácena.
6. B o k zuby je nejdůležitější částí zuby, neboť přenáší sílu potřebnou pro odvalování.
7. P a t a zuby se konstruuje podle požadavků pevnosti; je buď rovná, nebo zaoblená, podle velikosti síly, jakou má zub přenášet.



obr.39.

8. R o z t e ě je velmi důležitá hodnota, představující zub a mezeru. Kolik zubů má kolo, tolik má i roztečí. Při frézování vyřízne fréza vždy celou mezeru a polovinu přilehlého pravého i levého zuby.

Správná vzdálenost záběru

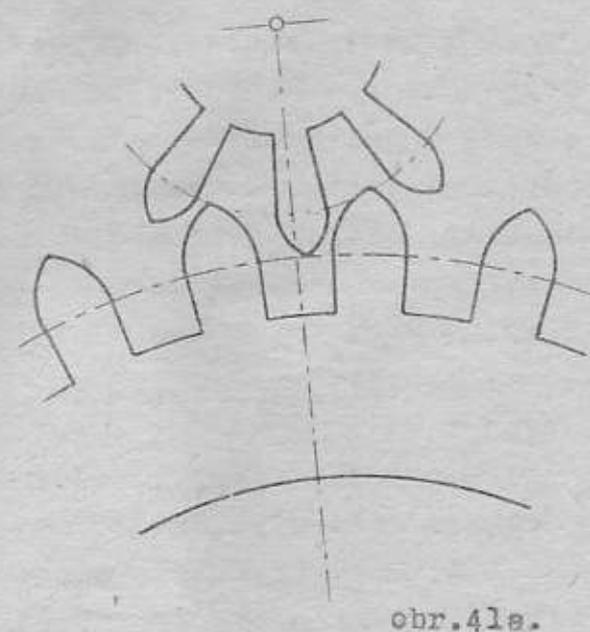
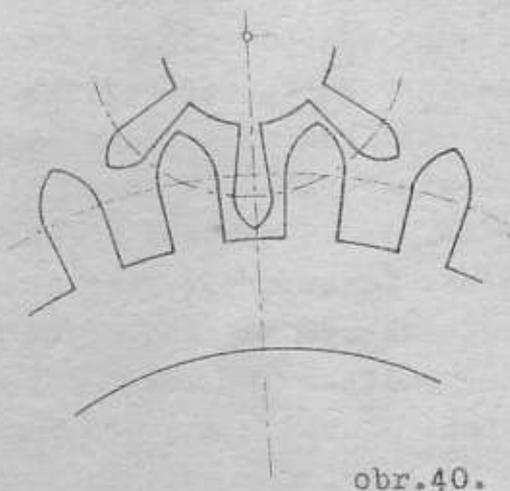
Z předchozího učiva se může odvodit základní poučka pro záběry ozubených kol:

Záběr zubů je správný jen tehdy, jestliže se roztečné kružnice obou kol po sobě odvalují.

Přesahují-li roztečné kružnice přes sebe, je správná záběrová vzdálenost porušena, zuby kol do sebe zasahují hlouběji a mluví se o hlubokém záběru /obr.40/.

V opačném případě, kdy roztečné kružnice jsou od sebe poněkud vzdáleny a při otáčení kol se nedotýkají, zasahují do sebe zuby jen mělce. Pak říkáme, že jde o záběr mělký /obr.41a/.

S oběma případy porušení záběru se v praxi setkáme jak při opravě vychozených ložisek, tak i při provádění kontroly záběru dvou ozubených kol. Problém je teoreticky zcela jasný. Jak však poznáme, že se kružnice po sobě správně odvalují, když tyto roztečné kružnice nevidíme a nemáme proto možnost je prověřit? Kontrola záběru se sice může provést výpočtem, ale k tomu se uchylujeme jen v případech, kdy záběrovou vzdálenost nelze zjistit z přímého pozorování působení zubů na sebe /výpočet je totiž značně zdlouhavý/. V běžné praxi se proto spokojíme s méně přesnou kontrolou - zde však plně postačující - odvo-



zenou z účinků, které se při nesprávném záběru projevují. Této kontrole říkáme zkouška záběru citem.

Mělký záběr

Při mělkém záběru je záběrová vzdálenost větší, zuby nezasahují dostatečně do sebe, mezi boky vzniká větší mezera a tedy i větší vůle mezi zuby. Víme, že zuby přenášejí sílu tlakem na boky a tím, že je velká mezizubní vůle, vzpříčí se zuby hnacího a hnaného kola /obr.41a/. Při malé hodnotě nezůstanou zuby třet hroty na sobě, bude jen ztížen záběr v okamžiku, kdy jeden zub přichází do záběru s dalším zubem a vchází do mezizubní mezery. Mělký záběr působí přerušované /trhavé/ procházení zubů; odpor je největší v okamžiku nového záběru. Říká se, že mělký záběr působí vcházející tření. Mělký záběr musíme vždy opravit, jinak nastává občasné zahrazování zubů a stroj zůstane stát. Často stačí dotknout se jen lehce soukolí, hroty zubů se se sebe sesmeknou a chybu nenajdeme. Je-li však vůle mezi roztečnými průměry větší, stroj se nerozběhne, ani když jím kmitáme.

Hluboký záběr

Hluboký záběr je opakem případu popsaného v předchozím odstavci. Při hlubokém záběru se roztečné kružnice protínají a zuby v mezizubní mezeře do sebe zasahují, když vycházejí ze záběru a zvětšují tak tření. Poněkud hlubší záběr není však závadný, nebrousí-li hroty zubů o protější mezery a je-li mezizubní vůle postačující, takže záběr projde /obr.40/.

Zkouška záběru citem

Nyní již víme, co může způsobit mělký nebo hluboký záběr, a můžeme tedy uskutečnit kontrolu. Zkoušíme vždy jen d v ě k o l a, obvykle kolo s pastorkem. Kolo má za úkol pohánět pastorek, budeme proto pro ně používat název h n a c í, pastorek

je kolem poháněn, je tedy h n a n ý. Může však nastat i případ opačný, kdy pastorek je hnací a hnané je kolo. V tom případě musí být záběr poněkud menší, hlavně u pastorku s malým počtem zubů; čím menší počet zubů bude mít pastorek, tím více se uchylujeme od teorie ozubení. Sesadíme dvě kola do desek stroje a brslenem přibrzdíme čep hnaného kola. Pomocí prstu hnacím kolem jemně otáčíme a zjišťujeme, zda zuby procházejí lehce, bez proměnlivého odporu. Cítíme-li, že se odpor střídavě zvětšuje a zmenšuje, pak není záběr správný. Pozorujeme, zda zvětšení odporu vzniká na počátku /mělký záběr/ nebo na konci /hluboký záběr/. Nejlépe učiníme, když seřídíme v zaběráku správnou záběrovou vzdálenost, přeneseme ji na desku stroje a ložisko opravíme. Zkouška citem je vhodná i pro nejmenší stroje.

Správný tvar klenutí zubů

Seznámili jsme se již s křivkami, podle kterých je konstruován bok zubu. V hodinářství potřebujeme docílit velký převodový poměr při malých rozměrech kol; máme výhodu, že přenášené síly jsou zde poměrně malé při značné pevnosti použitého materiálu. Z uvedených hledisek lze použít i pastorků s malým počtem zubů, nejméně však 6; uchylujeme se pak již od teoretických profilů a zub takového pastorku je veden poměrně daleko za střední záběrovou čarou. Ozubení se koriguje /upravuje/, aby co nejlépe vyhovovalo daným podmínkám; opravář nemá už celkem možnost do konstrukce zasahovat. Seznámíme se proto jen s dvěma hlavními závadami nesprávného klenutí zubů.

1. Štíhlý zub kola se při vysokém klenutí pastorku smeká po boku zubu; vzniklé tření zaviní vychození pastorku v místech styku.
2. Široký zub kola s nízkým klenutím i při správné velikosti pastorku d o p a d á na zub a způsobí za čas jeho vytlučení. Nejčastěji je tato chyba zaviněna špatně provedenou opravou .

Správná velikost pastorku

Správný záběr vyžaduje, aby počet zubů kola i pastorku byl v určitém poměru vzhledem k velikosti roztečného průměru. Zdůvodnění toho se probírá v technickém kreslení. Nyní si zapamatujte, že v jakém poměru jsou zuby kola a pastorků, v takovém musí být i jejich velikost.

Příklad. Kolo hodin s 80 zuby má roztečný průměr D_r 40 mm a pohání osmizubý pastorek. Jak velký bude roztečný průměr " d_r " pastorku?

$$\frac{80 \text{ z . kola}}{8 \text{ z . pastorku}} = \frac{10}{1} \quad \text{Poměr kola k pastorku je } 10 : 1$$

Roztečný průměr kola je tedy desetkrát větší než roztečný průměr pastorku.

$$\frac{40 \text{ mm } D_r}{10} = 4 \text{ mm}$$

Roztečný průměr pastorku bude 4 mm.

Stejné rozdělení kola i pastorku

Rozdělení kola i pastorku musí být jednotné a naprosto přesné; zuby se musí stýkat v místě doteku obou roztečných kružnic. Následuje-li po úzkém zubu kola zub široký, záběr se z a h r a z u j e. Následuje-li po širokém zubu zub úzký, záběr d o p a d á. Oba případy působí ztrátu tažné síly. V prvním případě může nastat i zastavení stroje. Nejpřesněji se vyrábějí ozubená kola odvalovacími frézami.

Vůle mezi zuby

Mezizubní vůle se volí podle konstrukce hodinářského ozubení v mezích od $1/6$ do $1/10$ rozteče, což znamená v porovnání s ozubením strojnickým poměrně velkou mezeru mezi zuby. Je však nutná se zřetelem k nečistotám /např. zrnka prachu/, které se

mohou do stroje dostat.

Korekce

Korekce je zvláštní úprava profilů zubů, jejímž účelem je zlepšit podmínky záběru zubů kola a pastorku. Existuje celá řada způsobů korekce u ozubení evolventního. U hodinářského /cykloidního/ ozubení se provádí korekce snížením hlavy zubu kola i 1/10 výšky a zároveň snížením hlavy zubu pastorku na profil špičatý nebo pološpičatý, případně kulatý.

Zásady správného záběru ozubení

1. správná záběrová vzdálenost,
2. správný tvar profilu zubů,
3. správný poměr průměrů kola a pastorku,
4. stejná rozteč kola i pastorku,
5. vhodně provedená korekce ozubení.

Těchto 5 základních pravidel musíme při opravě stroje u ozubených kol brát v úvahu; z nich nejdůležitější pro běžnou opravu je zachování správné záběrové vzdálenosti.

Uložení kol a pastorků

Kola s pastorky jsou naraženy na hřídelích, nebo je hřídel vysoustružen s osazením a zuby pastorku jsou vyfrézovány přímo z těla hřídele. Každý hřídel je zakončen dvěma čepy, kterými je uložen otočně v desce stroje. Desky stroje slouží k vymezení axiální /osové/ vůle kol na čepy hřídelů. Dále pak i k montáži ostatních dílců, hlavně nosných.

Při opravě hodinového stroje nás zajímá nejvíce uložení čepů hřídelů kol, neboť vychozením ložiska se poruší správná záběrová vzdálenost. U velkých strojů se s ložisky jako zvláštními dílci setkáváme jen zřídka. Obvykle nám ložiska představují

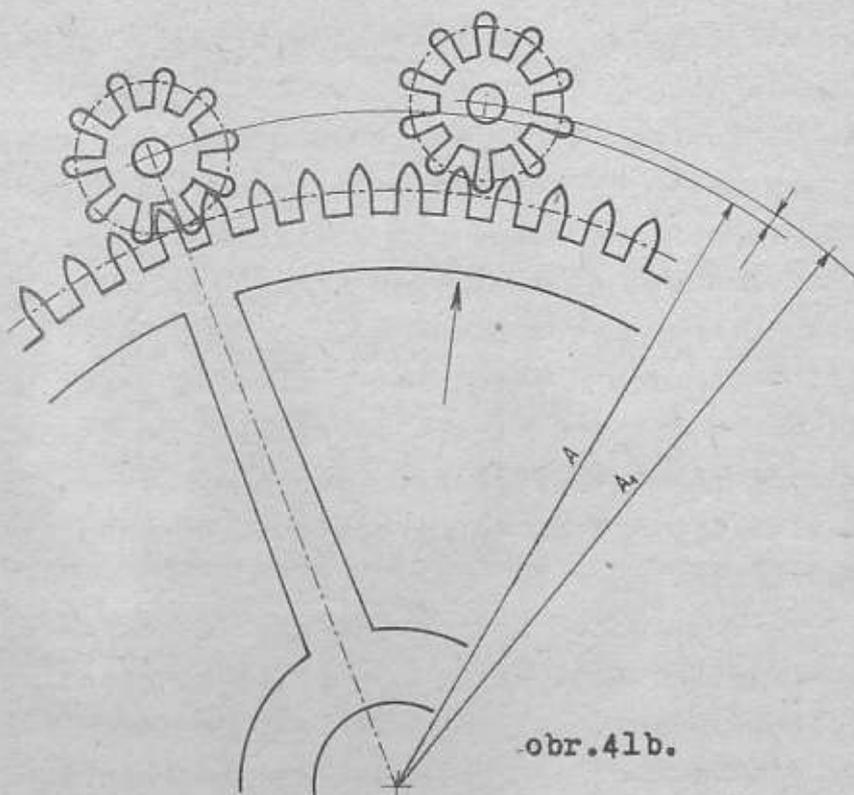
do desek stroje vyvrtané otvory, jen ojediněle upravené, v nichž se otáčejí čepy. Otáčení kol je pomalé, síly jsou zde jen nepatrné, a proto si můžeme takovou úpravu dovolit. Desky stroje jsou provedeny z válcované mosazi /58 % mědi/, a jsou obvykle vyráběny lisováním nebo prostřihováním. U starých kyvadlovek jsou vyklepávané desky velmi tvrdé a materiál je mechanicky dobře zpracován, takže nedochází k vychození ložiskových otvorů ani za desítky let nepřetržitého chodu stroje.

Čepy hřídelů jsou válcové /s výjimkou schotských strojů, kde jsou soudkové, aby se zabránilo jejich přičení v pouzdrech při nedodržení protilehlosti ložisek/, zhotovené z dobrých ocelí. Jsou kalené a popouštěné domodra, aby se daly soustružit tvrdým ocelovým nožem. U levných strojů jsou hřídele i čepy vyráběny z automatovky. Délka čepu nemá být velká, rozumné maximum představuje trojnásobek průměru. Dlouhý, tenký čep se snadno zlomí a poněvadž se prohýbá, není namáhán po celé délce stejnoměrně. Průměry čepů musí odpovídat síle, kterou přenášejí /obvykle volíme 10 kg/mm^2 /. Tenké čepy - pokud jsou z kvalitního materiálu a nezlomí se - vychodí velmi brzy ložisko. Kulcová jamka je zásobárnou pro olej.

Kola přenášejí sílu pera nebo závaží a jsou nalisována na hřídelích, které jsou svými čepy uloženy v ložiskách. Je-li stroj delší dobu v chodu, ložiska /otvory v deskách stroje/ se vychodí různými směry, podle směrů výslednic působících sil. Je pochopitelné, že deformování ložiska má za následek porušení správného záběru, správné záběrové vzdálenosti. Pro lepší pochopení nepovažujeme za vychozené ložisko kola, ale pozorujeme ložisko pastorku. Záběrová vzdálenost /dále budeme používat název *r o z e s t u p o s*/ byla původně správná, roztečná kružnice se odvalovaly po sobě. Tlakem čepu se ložisko vychodilo a rozestup *o s* se změnil /obr.41b/. Současně se změnila i záběrová vzdálenost; roztečné kružnice se už neodvalují po sobě, je mezi nimi vůle. Vychozené ložisko působí mělký záběr, který musíme opravou odstranit. Prakticky budeme opravovat v dílně. Musíme si však předem uvědomit, jak důležité je zjištění, kde byl čep původně /před vychozením ložiska/ uložen. Řekli jsme, že vychození ložiska bylo způso-

beno tlakem čepu.

Kola jsou perem poháněna stále stejným směrem, a proto i silové účinky se projevují na týchž místech. Budeme-li působit jen o trochu větší silou, než je síla pera, ale v obráceném smyslu, vrátí se čepy v ložiskách do původní polohy; můžeme tak rychle a zcela jed-



obr.41b.

noduše stanovit opravu i její postup. Zásah uskutečníme tak, že prsty tlačíme do zubů perovníku proti smyslu jeho otáčení.

Vychozenou část ložiska napěchujeme čakanem do původního místa a středícím čakanem stáhneme otvor tak, aby byl užší než čep. Oblým čakanem upravíme vyhloubení pro olej a otvor vytříčujeme. Potom přezkoušíme, zda ložisko není příliš volné nebo těsné a zda bylo vytříčováno kolmo k desce stroje. Zkoušku provádíme kolem. Vsadíme ho čepem do ložiska a nakláněním zjišťujeme, zda je sklon na všechny strany stejný. Průměrná velikost úhlu sklonu je pro všechny stroje kolem 30° . Ze všeho odvodíme několik základních pravidel pro opravu ložiska:

1. zjistíme, v kterém směru je otvor vychozený;
2. napěchujeme materiál proti směru vychození tak, aby se nezmenšila tloušťka materiálu;
3. stáhneme otvor tak, aby vyhlazený čep do něho nevnikl;
4. sestředíme a upravíme vyhloubení pro olej;
5. tříčem zvětšíme otvor na správný rozměr /otvor bude kuželovitý směrem k vyhloubení pro olej - spodní část musí mít rovnou plošku/;

6. vložení čepu do ložiska zjistíme, zda nebylo vystruženo šikmo;

7. zahladíme ostří po výstružníku a otvor vyčistíme.

Často se setkáme s ložiskem tak vychozeným, že popsaná oprava není už možná pro přílišné ztenčení desky stroje. Stažené ložisko by brzy vychodilo čep a oprava by se proto stala bezúčelnou. Nezbyvá zde nic jiného, než otvor centricky zvětšit /vzhledem k původnímu postavení čepu/ a zatemovat do něho zácel. U lepších strojů se zácel opatří závitem a do desky stroje pevně zašroubuje. Taková oprava je vždy složitější a musíme být při ní velmi opatrní, abychom neporušili záběrovou vzdálenost.

Při opravě hodinového stroje musíme vždy překontrolovat hladkost povrchu čepů. Zpravidla ji zkoušíme nehtem. Čep pře-leštíme čepovým pilníkem, který je obvykle rozdělen na polovi-ny. Jedna část je opatřena jemným sekáním, druhá je jemně rý-hována smirkem. Hřídel uchopíme do ruční svěrky, do svěráku upneme rýhovku a čep leštíme za stálého otáčení svěrkou, aby plocha byla přesně válcová. Značněji vychozený čep bychom ze-slabil, takže by se mohl ulomit nebo předčasně vydřít ložisko. Nemůžeme-li vyměnit celé kolo, pak čep zavrtáme /strojní obrábě-ní/. Do hřídele naražený kus ocelového drátu musí být vždy vět-šího průměru, než má mít čep, abychom mohli provést konečné úpra-vy: sestředění a vyleštění.

Uložení hrotové

U budíků se setkáme s ložiskem, které je opatřeno závitem a hlavou. Není provrtáno v ose; svým tvarem se velmi podobá šroubu. Odtud pochází také název ložiskový šroub. Vyhlobení je provedeno v úhlu 90° . Šroub je obvykle z poměrně měkké oceli, ale cementován. V ložiskovém šroubu se otáčí setrvačný hřídel, který není ukončen čepem, ale hrotem v úhlu asi 60° . Toto ulože-ní je výhodné pokud se týče tření; jinak se ho používá hlavně pro láci výroby. Vychozené ložiskové šrouby je nejlépe vyměnit. Ubroušený hrot setrvačného hřídele lze však broušením opravit.

Rozdělení soukolí hodinového stroje na skupiny

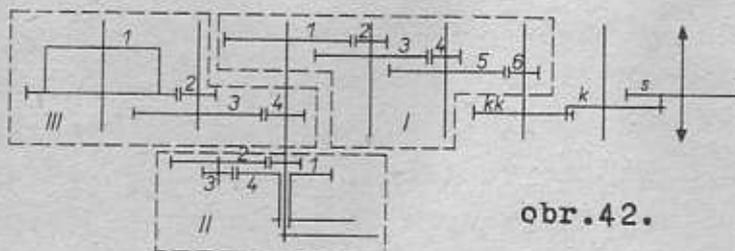
Všechna ozubená kola hodinového stroje dělíme na 3 skupiny:

- I. hlavní soukolí
- II. ručkové soukolí /ústrojí/
- III. hnací ústrojí

I když je základním typem hodinového stroje stroj jednodenní, použijeme pro schéma a pojmenování jednotlivých kol stroj osmidenní.

I. skupina	II. skupina	III. skupina
1 minutové kolo	1 pastorek ručkový	1 hnací kolo závažové nebo perové
2 pastorek mezilehlého kola	2 střídne kolo	2 pastorek vloženého kola
3 mezilehlé kolo	3 pastorek střídne kolo	3 vložené kolo
4 pastorek sekundového kola	4 hodinové kolo	4 pastorek minutového kola
5 sekundové kolo		
6 pastorek krokového kola		

Schéma je na obr.42.



obr.42.

I. skupina

Převodové poměry první skupiny mají přímý vliv na otáčení ruček, neboť k hřídeli minutového kola je připojena ručka ukazující minuty. Minutové kolo zasahuje do pastorku kola sekundového. Sekundové kolo je naraženo na hřídeli nesoucím sekundovou ručku a zasahuje do pastorku kola krokového, které již nepatří do soukolí, jak vidíme z názvu. Takovéto uspořádání je vhodné pro stroje s dlouhým kyvadlem. Aby se zvětšil převodový poměr u strojů s krátkým kyvadlem, bylo vloženo další kolo s pastorkem mezi minutové kolo a pastorek sekundového kola. U těchto strojů obvykle nenese sekundové kolo sekundovou ručku, ani není v poměru 1 : 60, název však zde zůstává. Skupina I je soukolím jicího stroje, které převádí pohyb krokového kola na minutovou ručku. Dále pak přenáší hnací sílu na k r o k hodin. Jakékoli závady v počtu zubů se u I. skupiny projeví nepřesným měřením času /chodem stroje/. Soukolí bereme za základ při výpočtu kyvů, kyvadla nebo setrvačky. Hřídel minutového kola je prodloužen /u převážné většiny konstrukcí/, přesahuje desku stroje a je na něm otočně upevněn ručkový pastorek, který již náleží ke skupině druhé.

II. skupina

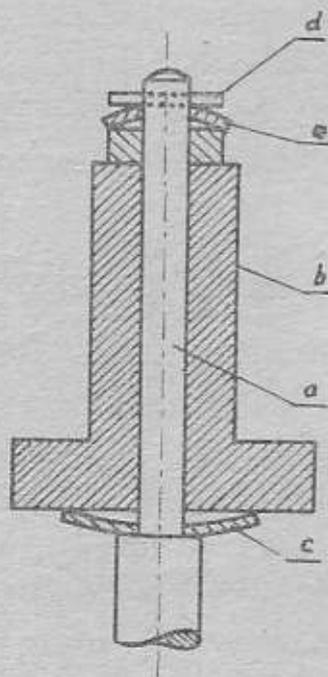
Druhá skupina soukolí je soukolím ručkového stroje. Jeho uspořádání je u převážné většiny strojů stejné. Ručkový pastorek nasazený na hřídeli minutového kola zasahuje do zubů střídného kola s pastorkem, který zabírá do kola hodinového, na němž je nasazena ručka ukazující hodiny. U velkých kyvadlových hodin je trubka pastorku ukončena čtyřhranem, na němž je nasazena minutová ručka. Přesazením ručky na čtyřhranu ji natočíme vždy o 1/4 hodiny. Funkcí ručkového soukolí je zprostředkování převodu mezi ručkovým pastorkem a hodinovým kolem, nebo jinak mezi minutovou a hodinovou ručkou. Převod je upraven podle rozdělení číselníku, téměř vždy na 12 hodin. U velké většiny hodinových strojů má ručkový pastorek ještě za úkol přenášet otáčivý moment ze soukolí

I. skupiny na skupinu II. Touto funkcí ručkového pastorku se musíme zabývat podrobněji.

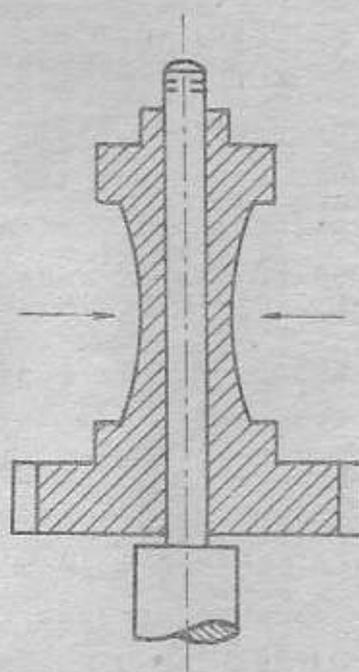
Ručkový pastorek

Konstrukční provedení přenosu síly na ručkové soukolí sleduje i praktickou možnost seřízení ruček, ukazují-li časovou diferenci. Vycházíme-li ze skutečnosti, že hodinový stroj se někdy také předchází, je třeba, aby bylo možno otáčet ručkami i proti směru pohybu, čili nazpět. Síly zde nejsou velké a řízení ruček je jen občasné. Proto nejlépe vyhovuje pružné tření mezi ručkovým pastorkem a hřídelem, nebo mezi hřídelem a minutovým kolem. Provedení je přitom různé, musí však být zajištěno spolehlivé přenášení síly na soukolí.

1. Hřídel minutového kola /obr.43./ má prodloužený v á l- c o v ý čep /a/, na němž je nasazena pružná perová podložka, prohnutá proti ručkovému pastorku. Ručkový pastorek /b/ se na hřídeli volně otáčí. Na jeho spodní části jsou vyfrézované zuby,



obr.43.



obr.44.

na horní části je čtyřhran /hranolek/ k nasazení minutové ručky. Aby se posílilo spojení mezi hřídelem a pastorkem, stlačí se pas-

torek horní podložkou /e/ na pružnou podložku /c/ a zajistí kolíčkem /d/, který se vsune do vyvrtaného otvoru hřídele. Podložka /c/ pak tlačí pružně na osazení hřídele. Vzniklé tření je dostatečné, aby mohlo přenášet točivý moment z hřídele na ručkový stroj. Přitom však není zase tak velké, aby nedovolilo otáčení minutovou ručkou, když potřebujeme hodiny nařídit na správný čas. Sestava je patrna z obr.43.

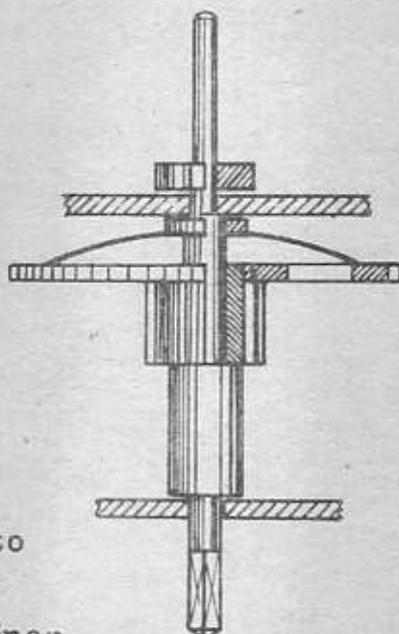
2. Obměnou popsaného provedení je úprava používaná u modernějších kyvadlových hodin /obr.44/. Čep hřídele je mírně kuželovitý a ručkový pastorek je uprostřed profrézováním zúžen tak, aby jeho bočné stěny mohly pružit. Utužení /spojení/ je provedeno stěnami pastorku a odpadá zde proto pružná podložka. Řešení je proti předcslému jednodušší a přitom plně vyhovuje.

3. U kuchyňských hodin a budíků je řešení odlišné. Změnu konstrukce si vyžádaly budíkové stroje, kde jsou ručky jemnější a trvale pod sklem. Později byl popsaný způsob utužení ruček zaveden i pro kuchyňské stroje /obr.45/.

Ručkový pastorek je naražen pevně na hřídeli minutníku, minutové kolo s pastorkem je uloženo otočně. Utužení je provedeno pružinou, která je stlačena mosazným kotoučkem tak, aby odpor proti otáčení byl dostatečně velký. U budíků starší konstrukce je pružina plocha.

4. Shodnou úpravu mají s provedením 1 i typy hodin schotských. Je tu ještě ten rozdíl, že utužen není ručkový pastorek na hřídeli minutového kola, ale střídané kolo s pastorkem na hřídeli kola závažového. Výroba těchto hodin patří však již minulosti.

Utužení ruček musíme věnovat značnou pozornost. Jdou-li ručky příliš ztuhá, je nebezpečí ulomení zubů. Naopak při nedostatečném utužení stroj sice jde, ale ručky zůstávají pozadu.



obr.45.

III. skupina

I tato skupina má svůj speciální úkol. Přenáší hnací sílu pera nebo závaží na soukolí jicího stroje. Je samostatnou skupinou; uspořádání převodových poměrů má vliv na dobu chodu stroje. Když chceme měnit konstrukci z hlediska odběhu hodin, rozšíříme převod III. skupiny o další kolo s pastorkem, jak je to provedeno u osmidenního stroje. K tomuto ústrojí přináležejí podružně i západkové kolo s rohatkou, pérkem, či jiná řešení natahovacích dílců.

6. Kroky kyvadlových hodin

Jednotlivé části mechanických hodin, které jsme až dosud probírali, nesou znak širokého použití. Nahradíme-li závaží nebo pero spalovacím motorem a upravíme-li převod do rychlostní skříně, nejsme příliš vzdáleni od principu konstrukce pohonu automobilu. U hodin se však setkáváme s další částí, se zvláštním mechanickým zařízením, tzv. k r o k e m.

Tikání hodinového stroje vychází právě z této důležité části. Krok hodin tvoří spojku mezi soukolím a regulátorem; převádí rotační pohyb soukolí na kývavý pohyb regulátoru a uvádí soukolí periodicky do klidu. Nejstarším takovým zařízením je krok v ř e t é n k o v ý, za jehož vynálezce se považuje papež Silvestr II. /kolem roku 1000 n.l./. Od té doby bylo vynalezeno množství různých kroků velmi rozdílných konstrukcí /přes 100 druhů/, ale používá se jich poměrně málo. Vyhovujících kroků, s kterými se setkáme v opravářské praxi, je 10 až 15 druhů. Ostatní kroky jsou víceméně jen kuriozitami, příliš složitými, než aby se je vyplácelo realizovat, nebo jsou dokonce ukázkami, jak spolehlivý krok vypadat nemá. Řada složitých kroků, používaných dříve pro věžní hodiny, nyní pomalu zaniká. Využitím elektrického proudu lze masívní stroje nahradit jednoduššími stroji elektrickými /viz učivo III. ročníku/. V prvním ročníku se omezíme jen na kroky kyvadlových hodin a krok používaný pro budík.

V principu se každý krok skládá z krokového kola a dílce, jenž působí zahrazování krokového kola a přenáší impuls na regulátor. U některých kroků má tento dílec speciální název. U kroků dnes nejvíce rozšířených se nazývá **k o t v a**.

Krokové kolo i kotva jsou konstrukčně řešeny různě - podle druhu kroku. Kroky dělíme na několik skupin: podle provedení krokového kola a kotvy, podle přenosu síly na regulátor, nebo podle vynálezce. Vžitě je rozdělení podle toho, jak se chová krokové kolo při překyvu kyvadla.

1. Rozdělení kroků

Podle zmíněného hlediska, jak se chová krokové kolo při překyvu kyvadla, dělíme kroky do tří základních skupin:

1. kroky v r a t n é ,
2. kroky k l i d o v é ,
3. kroky v o l n é .

Vratný je takový krok, u něhož po dopadu zubu krokového kola na paletu tlačí kotvička překyvem kyvadla krokové kolo, a tím i celý jící stroj trochu zpět. Krokové kolo postoupí tedy poněkud zpět, v r a c í s e.

Klidový krok odstraňuje závalu předešlého kroku, zpáteční pohyb krokového kola. Kotvička při překyvu kyvadla nevrací zub krokového kola zpět, kolo zůstává v k l i d u .

Volný krok je ten, při němž přichází regulátor do styku s krokovým kolem prostřednictvím kotvy v okamžiku impulsu a dále kýve volně.

Kroky vratné

V opravářské praxi se setkáme s těmito vratnými kroky:

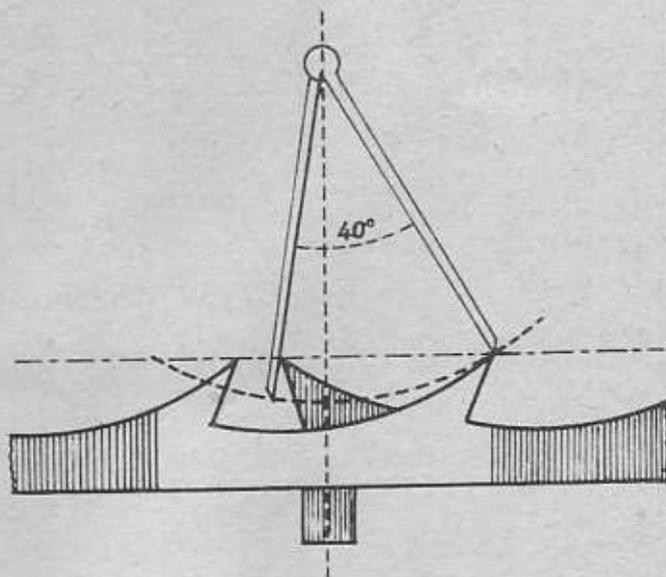
1. krok v ř e t é n k o v ý ,
2. krok hodin sloupkových,
3. krok č e r n o l e s k ý ,
4. krok k o l í č k o v ý ,

5. krok k o t o u č k o v ý /je částečně vratný/.

Krok vřeténkový

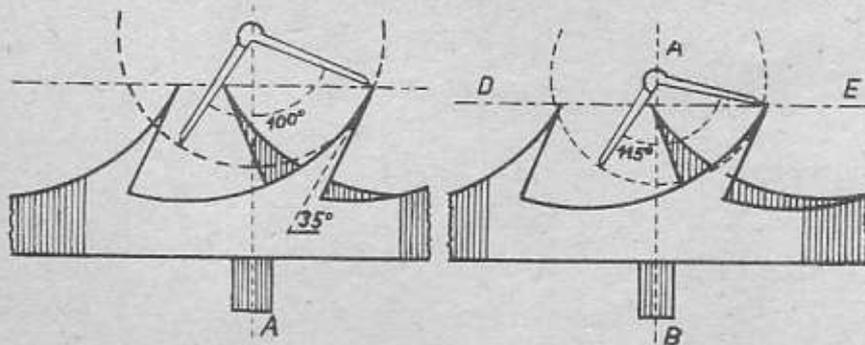
S vřeténkovým krokem jsme se již setkali v kapitole o vývoji kolečkových hodin. Je nejstarším krokem vůbec a přes 150 let se již nevyrobí. Vřeténkový krok byl používán i pro kapesní hodinky, takže spojíme-li jeho uplatnění pro stroje velké a kapesní, můžeme říci, že byl dosud krokem nejužívanějším. Svou funkci plnil celých pět století. Vynalezení vřeténkového kroku se někdy připisuje papeži Silvestru II., jindy Francouzům nebo Arabům. Při opravě starožitných hodin se s ním setkáme ještě poměrně často a je vůbec nejtypičtějším vratným krokem. Vratný pohyb stupníku je značný a omezuje velmi setrvačku v kyvu. Snažíme se proto upravit rozevření palet i vzdálenost záběru tak, aby se vratný pohyb - pokud je to možné - zmenšil co nejvíce. Úprava je jiná pro kyvadlové stroje /rozkyv kyvadla má být co nejmenší/ než pro stroje se setrvačkou /rozkyv setrvačky co největší/.

Na obr.46 je náčrt úpravy vřeténkového kroku pro kyvadlové hodiny. Rozevření palet je v úhlu 40° , záběrová vzdálenost se rovná jedné rozteči kola. Sklon zubů malý, takže zuby vyjdou silnější. Na obr.47 je tentýž krok pro hodiny se setrvačkou. Sklon zubů nemá být větší než 30° , neboť při větším sklonu vyšly by již zuby velmi zeslabené /A/.



obr.46.

Nejvhodnější rozevření palet představuje úhel velikosti 100° . Větší rozevření vyžaduje už zmenšení záběrové vzdálenosti /B/. Vratný pohyb krokového kola působí i velké vcházející tření, které působí nepříznivě na ložiska čepů. Nejvíce trpí ložisko vrchní.



obr.47.

V praxi se při úpravě kroku snažíme:

1. bezvadně opravit ložiska vřeténka i krokového kola;
2. vyhladit palety;
3. nastavit obě osy krokového kola a vřeténka tak, aby svíraly pravý úhel;
4. o to, aby u kapesních strojů byl hřídel krokového kola rovnoběžný s deskou stroje a vřeteno stálo k ní kolmo;
5. aby krokové kolo mělo vždy lichý počet zubů: 11, 13, 15; proto musí střed vřetena stát na střední ose krokového kola AB /jak vidíme na obr.47/, aby odpad zubů krokového kola byl na obou paletách stejný;
6. aby tloušťka palet nepřesahovala 0,6 rozteče /rozdělení/.

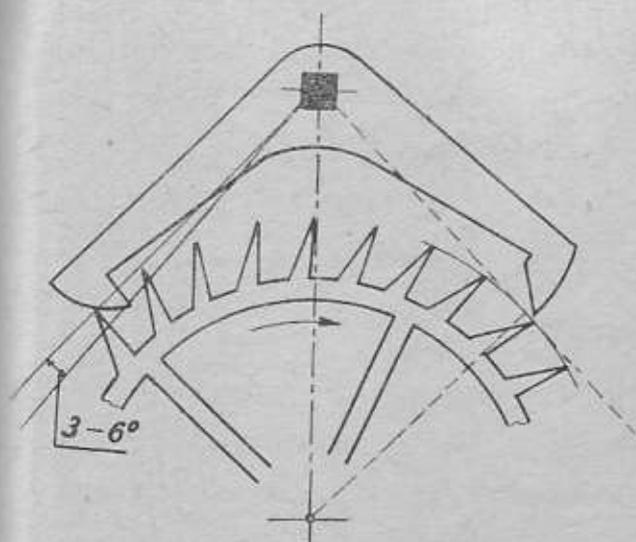
Pro záběrovou vzdálenost u vřeténkového kroku si představujeme délku střední přímky, měřenou od roviny hrotů zubů krokového kola DE až ke středu vřetena /obr.47/. Vidíme, že při seřízení kroku záleží hlavně

- a/ na sklonu zubů krokového kola,
- b/ na rozevření palet,
- c/ na vzdálenosti záběru.

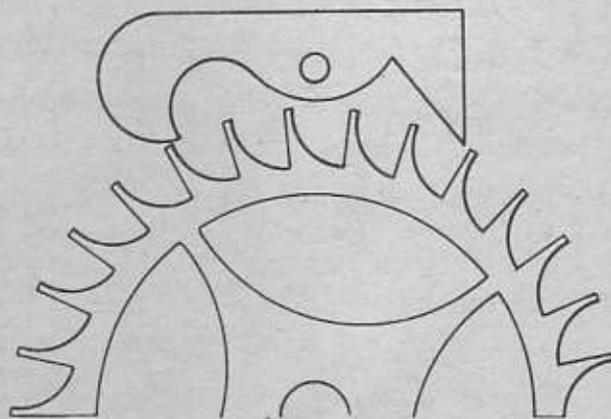
Krok sloupkových hodin

Krok hodin sloupkových je prvním krokem k o t v o v ý m, konstruovaným pro k y v a d l o . V r. 1658 vydal Huygens první malou knížečku o použití kyvadla. V r.1673 vyšel již latinský

spis, v němž Huygens popisuje konstrukci svých hodin a rozvádí teorii kyvu. Roku 1675 navrhl Robert Hooke konstrukci kotvového kroku, zatím však ve velmi nedokonalém provedení, s dlouhoramennou kotvou. Do hodinářství zavedl tento krok William Clement v r. 1680 přibližně již ve stejném provedení, jak jej používáme dodnes. Provedení s dlouhoramennou kotvou je na obr.48, s kotvou krátkoramennou na obr.49.



obr.48.



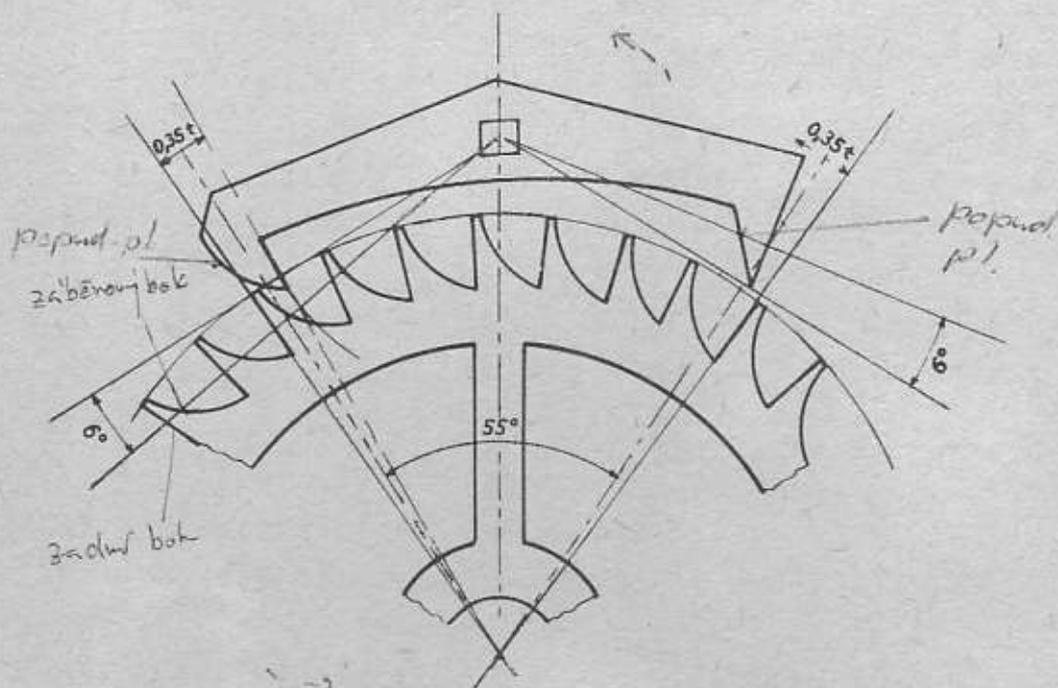
obr.49.

S kotvovým krokem se docílily nesrovnatelně lepší výsledky než s krokem vřeténkovým. Ve spojení s těžkým kyvadlem, dobře zavěšeným a později též kompenzovaným, se opravdu podstatně zvýšila přesnost měření času. Kotvový krok se dodnes udržel pro výrobu levnějších druhů hodin. Na počátku minulého století se ve velkém množství vyráběl pro sloupkové hodiny. Tím se také v hodinářství pro něj vytvořil název "krok hodin sloupkových". Tvar kotvičky i krokového kola je téměř ustálený pro sloupkové hodiny; je na obr. 50. Krok sestává ze dvou hlavních dílců:

- a/ krokového kola,
- b/ kotvičky.

Kotvička provedená z plného materiálu /kalená a popouštěná ocel/ má dvě p a l e t y . Zuby krokového kola vcházejí levou paletou do kotvičky, pohybují se mezi paletami a pravou paletou kotvičku opouštějí, vycházejí. Palety jsou podle toho pojmenovány.

Levá paleta je vstupní, pravá paleta výstupní. Vidíme, že obě palety mají tvar nakloněných rovin, po nichž klouzají zuby krokového kola. Tyto nakloněné roviny umožňují zubu krokového kola, aby při otáčení udělilo popud ramenu kotvičky; jmenují se p l o c h y p o p u d n é. Plocha popudu je u vstupní palety vydutá,



obr.50.

u výstupní palety rovná. Vzdálenost palet od sebe není libovolná. Podle toho, kolik zubů /dílů/ palety obkročí, mění se i úhel popudu. Úhel popudu je část plochy popudu, u daná ve stupních, na níž působí zub krokového kola. Můžeme říci, že je to doba, po kterou je kyvadlu dodávána energie krokovým kolem nebo jednoduše: chvílka, po kterou je kyvadlo poháněno /je mu dodáván pohybový impuls/.

U jednodenních strojů obkročí kotvička $4 \frac{1}{2}$, u osmidenních $6 \frac{1}{2}$ i více zubů.

Krokové kolo je z nosazi. Mívá obyčejně 36 zubů, jejichž tvar vidíme na obr.50. Záběrová část je vykroužena, kdežto zadní strana zubu má směr poloměru. Výška zubu se rovná jednomu rozdělení, šířka zubu $\frac{1}{20}$ rozdělení a vykroužení je provedeno poloměrem $1,5$ rozdělení. Zub klouže po ploše zdvihu palety a působí na ni, vychyluje ji. Tomuto pohybu vpřed, který krokové kolo vykoná po dobu klouzání hrotu po paletě, říkáme úhel popudu krokového kola.

Popud trvá od dopadu zubu na paletu až k jeho odpadu z téže palety; má hodnotu 0,35 rozdělení.

Záběrová vzdálenost

Záběrová vzdálenost je dána rozestupem os krokového kola a kotvičky. U vratných kroků s malým počtem obkročných dílů se rovná vždy $7/6$ poloměru kola. Záběrová vzdálenost je velmi důležitá, neboť její změna způsobí i změnu velikosti popudného úhlu. Zvětšíme-li záběrovou vzdálenost, dopadá zub krokového kola blíže k hrotu palety a impuls pro kyvadlo je pak malý. Zvětšením záběrové vzdálenosti zvětšujeme i úhel popudu /zub dopadá dále od hrotu palety/, ale při určité hodnotě zuby krokového kola neprojdou již mezi paletami.

Při úpravě kroku musíme dbát na to, aby záběr kotvičky do krokového kola /záběrová vzdálenost/ nebyl příliš hluboký ani mělký, plochy palety aby byly bezvadně vyleštěny a jejich tvar aby zcela odpovídal konstrukci kroku. Prohlédneme i zuby krokového kola, zda nejsou ohnuté nebo jinak deformované.

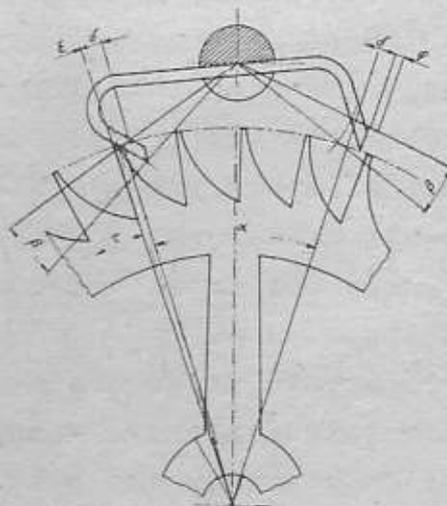
Vidlice

Krokové kolo je naraženo na hřídeli s pastorkem a otáčí se mezi deskami stroje. Kotvička je naražena rovněž na hřídeli, který se obvykle jedním čepem otáčí v desce stroje a druhým je zachycen v můstku. Na hřídeli kotvičky je ztuha otočně naražena další část, které říkáme v i d l i c e. U různých kroků má nepatrně odlišný tvar, ale vždy stejnou funkci. Přenáší pohyb kotvičky na regulátor - kyvadlo. Nejjednodušší, s jakou se kdy setkáme, je provedena ohnutím drátu. Mnohem lepší provedení je u přesnějších kyvadlovek, kde střední posunovatelná část je zajištěna šroubkem. Na vidlici totiž žádáme, aby bylo možno měnit její polohu proti kyvadlu a upravit ji tak, aby hodiny "nekulhaly". Z toho důvodu je vidlice na hřídeli upevněna ztuha otočně /pro hrubé seřízení/ a na jemné seřízení opatřena ještě posuvným čepem, regulovaným šroubkem. U levných strojů se spokojíme zpravidla jen pootočením na hří-

deli nebo ohnutím drátu. Protože vidlice u kroků mají vždy stejnou funkci, nebudeme se jimi dále u každého kroku zvláště zabývat. Vratíme se k funkci vidlice při spojení kroku s regulátorem.

Krok černoleský

Černoleský krok je znázorněn na obr.51. Porovnáme-li krok hodin sloupkových s tímto, vidíme, že se v ničem podstatném neliší. Jen kotvička je zhotovena z jednoduchého pásku ocelového plechu. Setkáme se s ním u levnějších strojů, konstruovaných podle tzv. amerického způsobu. Svůj název dostal tento krok proto, že byl původně vyráběn u hodin černoleských. Není však odlišným krokem v takovém rozsahu, aby se musel zařazovat do zvláštní kategorie. To, co bylo řečeno o kroku sloupkových hodin, platí i pro krok černoleský.



obr.51.

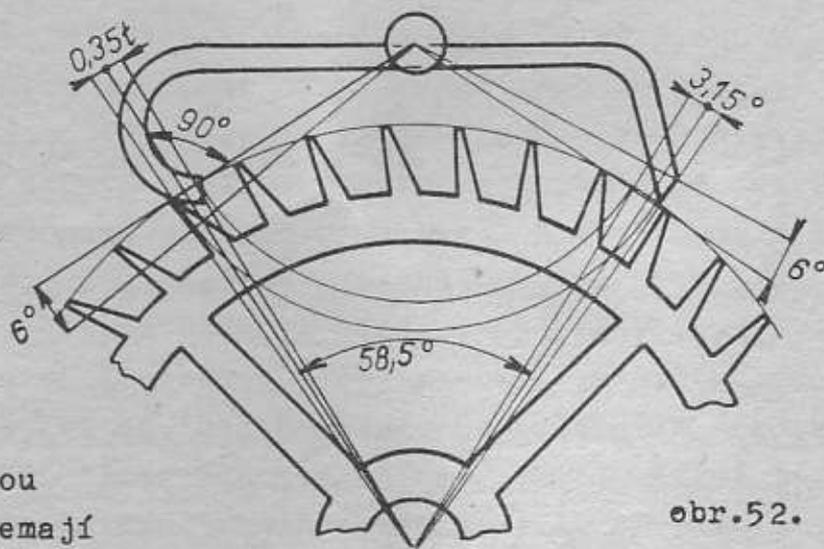
Na obr.52 je černoleský krok osmidenních hodin.

Kotvička je stejného tvaru, jen obkročí více zubů a úhel zdvihu je zde menší 6° .

Krokové kolo má odlišný tvar zubů.

Záběrové boky jsou rovné a zadní boky nemají směr poloměru, ale jsou poněkud podříznuté.

Výška zubů se rovná jednomu rozdělení zubních hrotů. Černoleské a schotské hodiny /desky stroje jsou ze dřeva/ patří



obr.52.

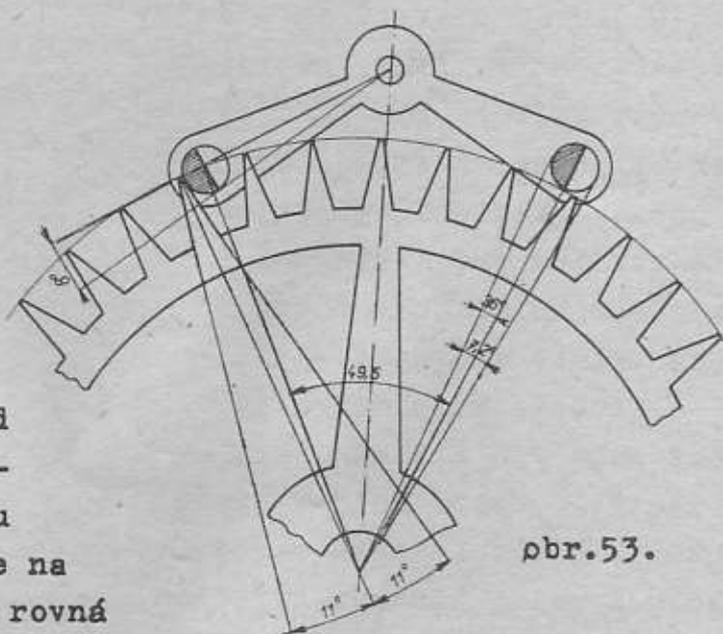
dnes již minulosti. Byly nahrazeny vkusnými kuchyňskými hodinami s krátkým kyvadélkem. U velké většiny kuchyňských hodin se však ještě nyní používá černoleský krok, který je vhodný hlavně pro sériovou výrobu. Pro běžně požadovanou přesnost plně vyhovuje; důležité je i to, že jeho výroba je levná. Ani oprava zde nečiní žádných potíží, a tak můžeme předpokládat, že u levných strojů bude i v budoucnosti používán.

Krok kolíčkový

U malých osmidenních strojů se vyrábí na způsob tzv. Japy. Náleží rovněž mezi kroky vratné. Kotvička je mosazná a v ní jsou nalisovány ocelové kolíčky. Kolíčky jsou kalené a část vyčnívající z mosazi je o polovinu své výšky ploše ubrána. Kotvička má obě ramena stejně dlouhá, je tedy r o v n o r a m e n n á . Střed kolíčků se nachází ve stejné vzdálenosti od středu kotvičky /obr. 53/.

U hodin s krátkým kyvadlem má krokové kolo 40 i více zubů. Zuby mají tvar pravidelných klínů, oba boky zubů se odchylují od střední čáry o úhel velikosti 10° . Vratnou plochu tvoří toto odchýlení a je na zubu kola. Výška zubů se rovná 1,2 rozdělení a šířka hrotů zubů

1/20 rozdělení. Počet obkročných dílů bývá $4 \frac{1}{2}$ až $6 \frac{1}{2}$ rozdělení. Čím větší je počet obkročných dílců, tím menší vyjde úhel popudu při téže působivé cestě zubů. Působivá cesta zubu může u přesně provedeného stroje činit až 0,4 rozdělení. Popud se nachází na kolíčcích kotvy; u kotvičky, obkročující $5 \frac{1}{2}$ zubu, činí úhel zdvihu 8° .



obr.53.

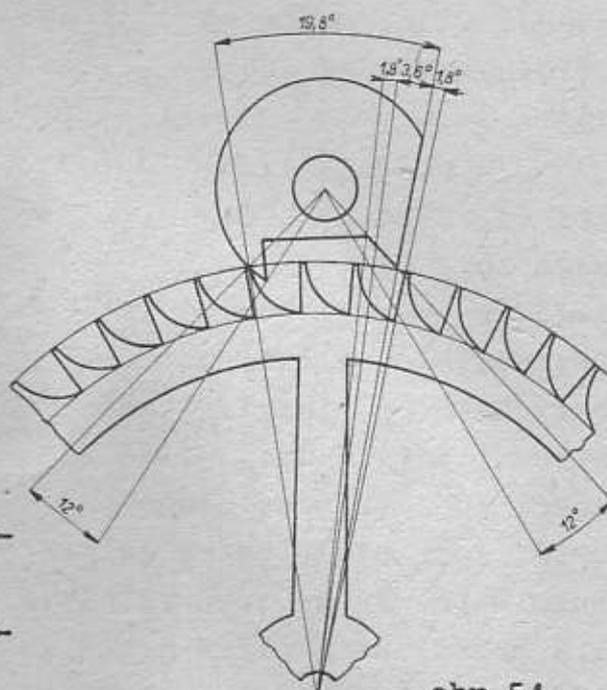
Při opravě kroku vyleštíme dobře kolíčky a jsou-li příliš vychozené, nahradíme je novými. Kolíčky musí být nastaveny tak, aby odpad byl co nejmenší, protože velkým odpadem ztrácíme užitečnou energii. Důležitá je i hloubka záběru.

Kotva kolíčkového kroku je naražena na hřídeli, který nese krátké kyvadélko. Odpadá zde vidlice. U moderně provedené sestavy je kyvadélko z drátu, který je opatřen závitem a čočkou válcového tvaru. Kolíčkového kroku se používá rovněž pro levné stroje, protože výroba je jednoduchá a snadná.

Krok kotoučkový

Posledním vratným krokem, jehož výroba už také úplně zanikla, je krok kotoučkový. Tento krok tvoří přechod kroků vratných ke klidným. Náčrt kroku je na obr.54. Výstupní paleta je vytvořena poloměrem opsaným z otáčivého bodu kotvy. Proto zub opřený o tuto plochu zůstává za otáčivou kotvou v klidu, nevrací se zpět. Protože zde není paleta skloněna, nenacházíme na ní popud. Paleta funguje jen jako zarážka proti otáčení krokového kola. Celý popud je na paletě výstupní.

Krokové kolo má velký počet zubů /50 i více/, aby se ušetřilo další kolo v jicím soukolí, neboť se tyto stroje vyráběly s velmi krátkým kyvadlem. Kotvička obkročuje jen $2 \frac{3}{4}$ rozdělení. Zuby jsou malé a drobné, výška se rovná jednomu rozdělení, vykroužení je provedeno poloměrem $1 \frac{1}{4}$ rozdělení. Úhel popudu může být 10 až 12° ; je celý na výstupní paletě. Na vstupní paletě je stejný úhel klidu. Popudná dráha je rovněž na výstupní paletě a pohybuje se mezi $0,3$ až $0,5$ rozdělení. Vzdálenost záběru



obr.54.

se rovná $7/6$ poloměru krokového kola.

2. Kroky klidové

Mezi dosud používané kroky klidové počítáme tři kroky kolíčkové;

1. krok Grahamův,
2. krok Brocotův,
3. krok Amantův.

Další klidové kroky se už dnes nepoužívají.

Krok Grahamův

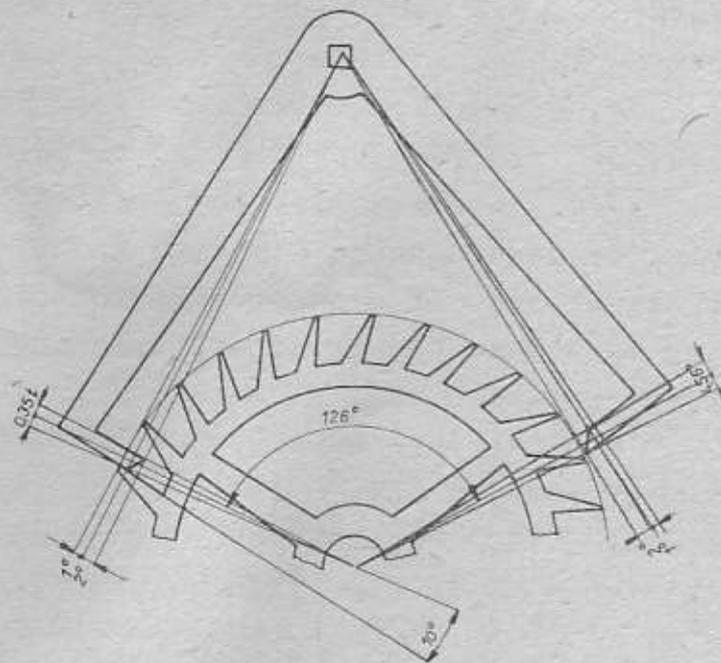
Kotvový krok Hookeův zlepšil Clementis. Clementisův krok velmi účinně zdokonalil londýnský hodinář Jiří Graham v letech 1715 až 1720. Grahamem vynalezený krok nepatří již mezi kroky vratné, ale k nové skupině kroků klidových. I ostatní klidové kroky jsou víceméně obměnou myšlenky Grahamovy, jak později uvidíme. Grahamův krok máme znázorněn na obr.55. Svou jednoduchou a výhodnou sestavou, která připouští i docela malý rozkyv kyvadla, předčí všechny ostatní kroky velkých hodin.

Je dnes všeobecně rozšířen a vyrábí se hlavně u strojů s dlouhým kyvadlem, jinak s dlouhodobým kyvem.

Kotva je rovno-ramenná - buď s dlouhými rameny obkročující $10\ 1/2$ až $12\ 1/2$ t /rozdělení/, nebo krátkoramenná /obr.

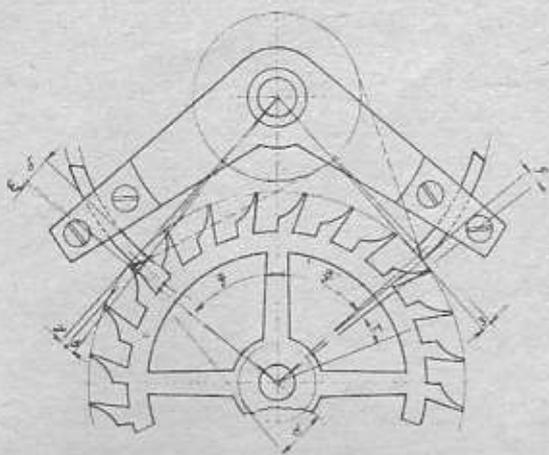
56/, obkročující $6\ 1/2$ až

$8\ 1/2$ t /rozdělení/. Každé rameno nese jednu paletu, vstupní i výstupní, a každá paleta má dvě plochy: plochu záchyty /klidu/ a popudnou. Plocha záchyty je částí kružnice opsané u otá-



obr.55.

čivého bodu kotvičky. Úhel záchytu má velikost $1/2$ až 1° . Rozlišujeme tedy plochu záchytu a úhel záchytu. Plocha záchytu je velká část palety, na kterou dopadá zub krokového kola a zůstává zde, pokud trvá překyv kyvadla. Úhel záchytu je hodnota ve stupních, kterou udáváme, jak daleko



obr.56.

od počátku plochy záchytu zub dopadne. Plocha popudu je zde utvořena opět nakloněnou rovinou, po níž se pohybuje zub krokového kola a udílí tak impuls kyvadlu vychylováním kotvičky.

Úhel popudu se udává ve stupních a je měřen na přímcce od počátku plochy popudu k otáčivému bodu kotvy. U hodin s krátkým kyvadlem je jeho velikost 2 až 3° , u hodin s dlouhým kyvadlem 1 až $1\ 1/2^\circ$. U velmi přesných strojů může být úhel záchytu jen $20'$ a úhel popudu $50'$. Všeobecně lze říci, že čím je provedení stroje přesnější, tím menší lze vytvářet úhel záchytu i popudu. Dlouhoramenná kotva je zhotovena obvykle z jednoho kusu oceli, zakalená a popuštěná. Krátkoramenná kotva se vyrábí z mosazi. V ramenech jsou profrézovány drážky pro palety, které jsou do drážek vsazeny a přitaženy ocelovou destičkou vždy s dvěma šroubky. Toto řešení usnadňuje i opravu kroku. Vychozené plochy popudu můžeme přebrousit a paletu vysunout. Plochy záchytu i plochy popudu musí být vždy zrcadlově vyleštěny. Nejvyšší stroje mívají v paletách vsazeny kameny /karneoly/.

Krokové kolo má obvykle 30 zubů, které jsou na předním boku podříznuty v úhlu 8 až 12° , aby jenom jejich hroty brousily po paletě. Šířka jednotlivých zubů je upravena tak, aby mezera byla dostatečně velká pro šířku palety při překyvu kyvadla.

Vzdálenost záběru

U Grahamova kroku je mimořádně důležitá vzdálenost záběru.

Správný a stejnoměrný odpad zubů u obou palet se poruší třeba jen zcela nepatrnou změnou této vzdálenosti. Pravidlo, které si dále uvedeme, platí i pro kotvové kroky kapesních a náramkových hodinek, a má pro hodináře zásadní důležitost:

I. Posadí-li se kotva níže, tj. zmenší-li se vzdálenost záběru, zůstává výstupní paleta třet na zubu krokového kola, takže se zdá, jako by měla kotva větší rozevření.

Nepatrným zmenšením záběrové vzdálenosti počne tedy od výstupní palety zub jen málo odpadat a odpadá více u vstupní.

II. Zvětšením záběrové vzdálenosti zvětší se odpad u palety výstupní, zato paleta vstupní zůstává třet na zubu krokového kola, takže se zdá, jako by se kotva zúžila.

Můžeme shrnout: Zvětšením záběrové vzdálenosti se zvětší odpad u palety vstupní,

a naopak zmenšením záběrové vzdálenosti se zmenší odpad u palety výstupní.

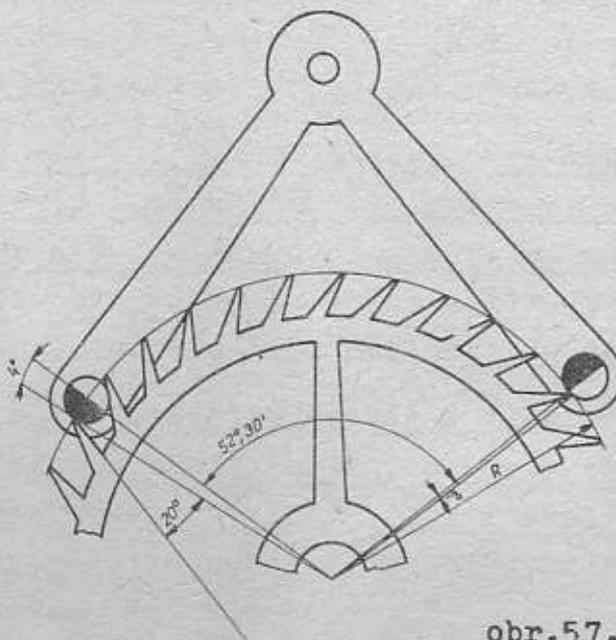
Druhá paleta se tedy chová vždy obráceně.

Poznáme-li v praxi, že je odpad u palety vstupní menší než u výstupní, zmenšíme vzdálenost záběru a posadíme kotvičku níže. Odpadá-li však zub u vstupní palety více než u výstupní, pak postačí, když zvětšíme nepatrně vzdálenost záběru. Hřídél kotvy je uložen v excentrickém ložisku; pokud to není nutné, ložiskem neotáčíme. Při opravě leštíme zase palety a seřizujeme krok podle uvedených pravidel.

Kolíčkový krok Brocotův

Modifikací Grahamova kroku jsou i kroky kolíčkové. Nedosahují sice přesnosti kroku původního, jsou však opodstatněné z hlediska provozního. Jedním z nich je krok sestrojený francouzským hodinářem Brocotem /obr.57/. Kotva je rovnoramenná, obkročující 8 1/2 rozdělení, zhotovená z mosazi. Palety jsou vsazené. Jsou vyrobeny buď z kalené oceli, nebo z levného polodrahokamu, jako je achát. Mají tvar válce, jehož vyčnívající část je o polovinu své výšky zbroušena jako u kolíčkového kroku Japy.

Krokové kolo se proti kolíčkovému kroku liší tím, že má zuby zkosené. Impulsní plochou je válcová plocha kolíku, klidovou je čelo krokového kola; když tedy kotva zabírá do kolíčku na tečně, je krok klidový. Brocotův krok dává poměrně dobré výsledky. Setkáváme se s ním u hodin francouzské výroby. Od vratného kroku se liší jenom tvarem zubů krokového kola, jejichž čelo musí směřovat k ose tohoto kola. Kdyby tato podmínka nebyla dodržena, nebyl by Brocotův krok krokem klidovým. Při opravě se postupuje obdobně jako u kolíčkového kroku vratného.



obr.57.

Kolíčkový krok Amantův

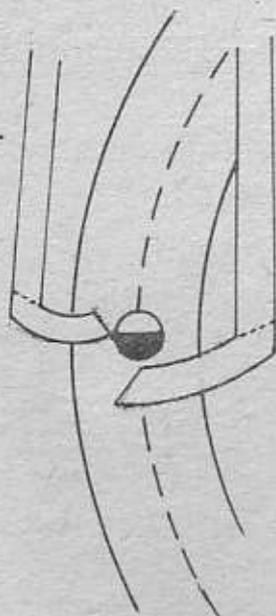
Další obměnou Grahamova kroku je kolíčkový krok vynalezený v r. 1741 francouzským hodinářem Amantem pro věžní hodiny.

Krokové kolo Amantova kroku nemá zuby. Nese na svém věnci 20 i více kolíčků, které jsou do otvorů našroubovány a u nichž je vyčnívající část o polovinu své výšky ubrána tak, že příčný řez kolíčkem vytváří tvar půlměsíce /obr.58/.

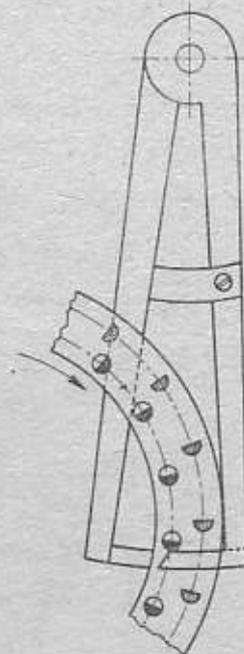
Kotva má podobu nerovnoramenné kotvy Grahamovy; její ramena jsou skloubena s hřídelí a spojena destičkou s dvěma šrouby. Někdy bývají palety napojeny přímo na tyči kyvadla. Vzdálenost záběru nebo délka ramen kotvičky se rovná průměru kola.

Nevýhodou původního Amantova kola byla nesymetrická funkce, zaviněná tím, že vzdálenost zubů kotvy od osy otáčení není stejná. Tuto malou závadu odstranil Lapaute tím, že dal krokovému kolu dvě řady kolíčků, z každé strany jednu /obr.59/.

Silné kolíčky snesou bez poškození i prudký náraz, užívají se proto do strojů věžních hodin. Krok zde může mít značnou rezervu síly pro případ, že vítr cloumá ručkami, nebo že se mění mazivost /viskozita/ oleje, na niž působí atmosférické změny a proměnlivé vlivy, kterým jsou nechráněné věžní hodiny vystaveny.



obr.58.



obr.59.

Dvojí druh k o t v y

Jistě jste si všimli, že u většiny popsaných kroků používáme jednu kotvy větší, jindy menší; podle toho je rozdělujeme na dva druhy:

1. K o t v a dlouhá obkročí více než šestinu počtu zubů krokového kola. Tuto kotvu je možno udržet v chodu menší silou, působí ale více na dobu trvání kyvu. Používá se jí proto u strojů s delší dobou odběhu.
2. K o t v a krátká obkročí $3 \frac{1}{2}$ až $4 \frac{1}{2}$ rozdělení. Potřebuje větší hnací sílu, má však menší vliv na trvání doby kyvu. Krátké kyvadlo podléhá značně vratnému kroku a nekýve podle pravidel kyvu. Používá se ho u hodin jednodenních.

Až na Amantův krok se s uvedenými kroky setkáme v běžné hodinářské praxi. Amantův krok se však u menších strojů vyskytuje jen zcela výjimečně.

Přecházíme nyní k další skupině kroků, s kterými se seznámíme jen informativně, neboť se vyskytují u věžních hodin a některé jen jako jednotlivé konstrukce, třeba speciálně u hodin astronomických. Kdo snad bude mít zájem o hlubší studium těchto kroků, nalezne dost obsáhlé pojednání ve spise prof. dr. inž. M.Hajna: Základy jemné mechaniky a hodinářství. Všechny druhy poslední skupiny kroků shrneme do větší stati s názvem: Kroky volné.

3. Volné kroky kyvadlových hodin

Prof. dr. inž. M.Hajn rozdělil volné kroky kyvadlových hodin do těchto druhů:

1. Kroky zarážkové
2. Kroky zarážkové nepřímo působící
3. Kroky diferenciální
4. Kroky kuriózní

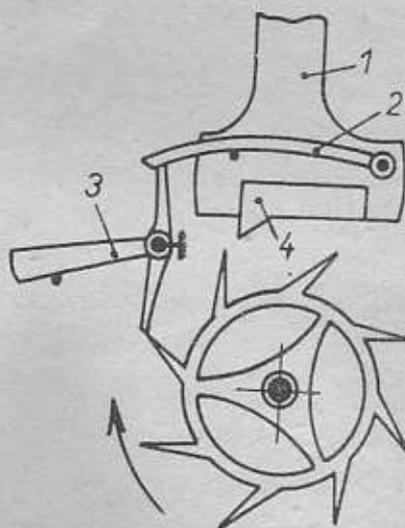
Kroky zarážkové

U zarážkových kroků není kyvadlo poháněno kotvičkou a vidličkou, ale přímo zuby krokového kola. Je zde však ještě další část - z a r á ž k a , která udržuje krokové kolo v klidu po dobu, kdy nedodává kyvadlu impuls. Princip kroku je naznačen na obr. 60; jeho zlepšení provedl Cunynghame.

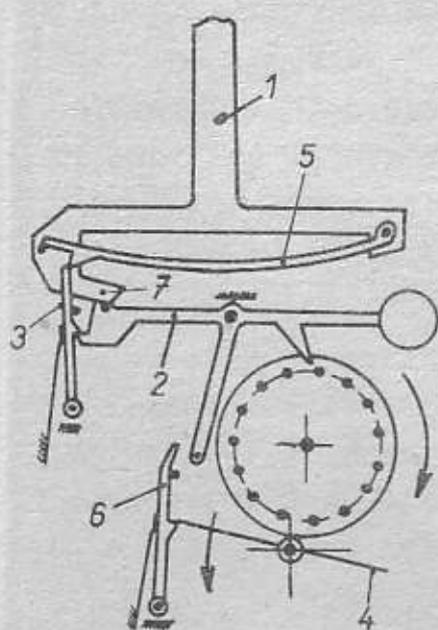
Kroky zarážkové nepřímo působící

U předchozího kroku bylo sice kyvadlo volné, až na malý okamžik impulsu, impuls sám však závisel na velikosti hnací síly, která může být dosti proměnlivá. Bylo proto výhodné provést konstrukci tak, aby byl impuls k o n s t a n t n í. Řešení provedené Garnierem je

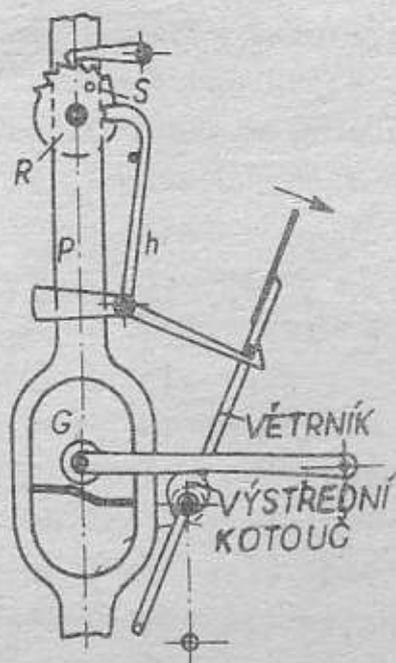
vidět z obr. 61, kde impuls dodává kyvadlu impulsní páčka 2. Jiná úprava byla uskutečněna Mannhardtem /obr.62/. Kyvadlu je udílen i m p u l s nejen konstantní, ale ještě k tomu jen o b ě s a n ý. Spouštění impulsní páky si provádí kyvadlo samo, úplně nezávisle na hodinovém stroji.



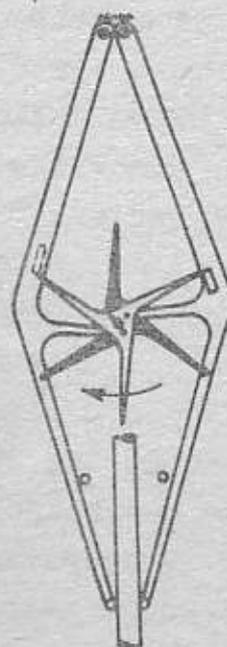
obr.60.



obr. 61.



obr. 62.



obr. 63.

Kroky diferenciální

U diferenciálních kroků je kyvadlo poháněno dvěma dalšími kyvadélky, která kyvadlu udílejí impuls svou hmotou; je to hlavně krok Angličana Grimthorpa /Dennisona - obr. 63/, který byl sestrojen pro věžní hodiny westminsterské. I pražský orloj byl opatřen tímto gravitačním krokem v roce 1865. Konstrukci zde provedl karlínský hodinář Josef Holub. Renovovaný orloj olomoucký je opatřen stejným krokem; zhotovil jej olomoucký hodinář Šustr.

Diferenciální impuls byl řešen i jinými způsoby. Vznikly tak kroky: Leroy, Granger, Strasser a Riefler. Posledních kroků se používá hlavně pro speciální hodiny k astronomickým účelům.

Kroky kuriózní

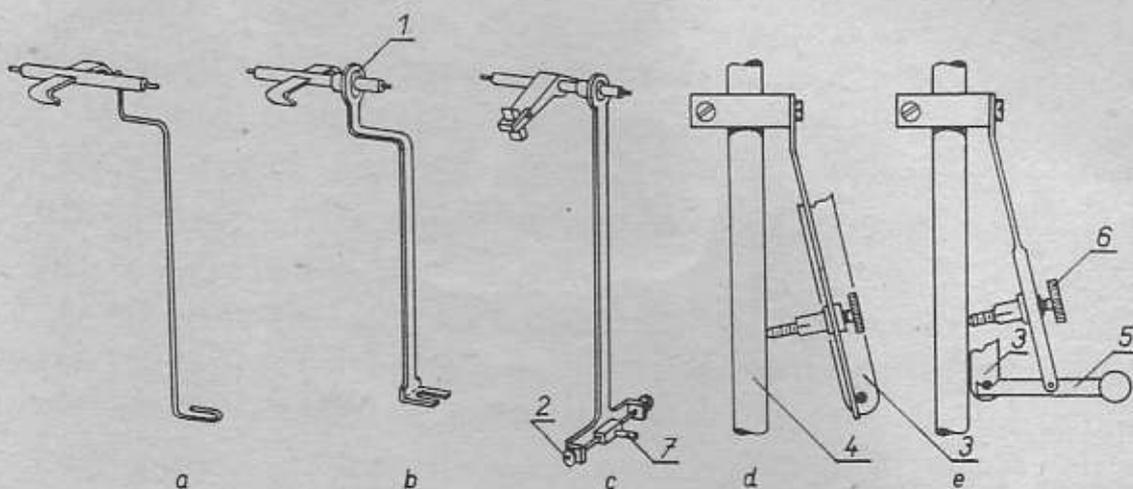
Česky jim můžeme říkat kroky zvláštní. Jsou víceméně jen různými pokusy o konstrukci odlišných kroků, než jaké už známe.

K sestavení převážné většiny těchto kroků vedla snaha po odpoutání kyvadla od vlivu hnací síly jicího soukolí. Jsou to opět hlavně věžní hodiny, u nichž jsou dlouhé ručky. Napadlý sníh, jinovatka nebo vichřice mohou zde pak značně ovlivnit výkon kyvadla.

Spojení kroku s kyvadlem

Jen u levných strojů s velmi krátkým kyvadlem, a to ještě výjimečně, se setkáme s jeho upevněním přímo na hřídeli kotvy. Je to nevýhodné, neboť čepové tření ovlivňuje nepříznivě kyv. Proto v naprosté většině konstrukcí je užito v i d l i c e jako spojky mezi kyvadlem a kotvou.

Tvarově je vidlice u levných strojů provedena např. pouhým uhnutím drátu, vyseknutím profilové díry zcela otevřené pro vsunutí kyvadlové tyče, nebo naopak uzavřené. U přesnějších strojů je opatřena vidlice přestavitelným kolíkem, v jehož tělese je vyříznut závit pro šroub. Otáčením stavěcí matice lze v jistém rozmezí snadno seříditi "kulhání" stroje. Na obr. 64 je různé provedení vidlic.



obr.64.

Spojení vidlicí umožňuje zavěsit kyvadlo mimo hřidel kotvy na samostatný závěs, takže již není hřidel jeho hmotností namáhán. Při seřizení kyvadla s kotvou je nutné věnovat náležitou péči i vidlici. Přes různé možnosti provedení platí tyto společné zásady:

- a/ střed otáčení vidlice se musí krýt s otočným bodem kyvadla, aby nedocházelo při kývání k posouvání ve vidlici,
- b/ vůle ve spoji vidlice s kyvadlem musí být co nejmenší /nesmí být slyšet dvojitý tikot/,
- c/ kolík se nesmí v zářezu tísnit,
- d/ vidlice nesmí na tyč kyvadla nikde přiléhat,
- e/ "kulhání" stroje seřizujeme pootočením hřídele kotvy v uložení kyvadlové vidlice, nebo stavěcí maticí,
- f/ místo styku vidlice s kyvadlem se neolejuje,
- g/ jakékoli opotřebení styčných ploch musí být opraveno.

IV. S e t r v a č k a a v l á s e k

Ke konci prvního ročníku přecházíme již k opravě přenosných hodin, hlavně větších budíků. Budík obdržel svůj název od zařízení, které umožňuje seříditi stroj tak, aby v určenou dobu bylo uvedeno v činnost zvukové zařízení, zpravidla palička se zvonkem. Další odlišnost nacházíme v konstrukci kroku a regulátoru. K vyloučení kyvadla u těchto strojů došlo z vážných důvodů. Kyvadlo vyžaduje, aby hodiny byly správně a neměnně pověšeny nebo postaveny a nesnáší otřesy. Budík však potřebujeme jednou postavit na stůl u postele, jindy na židli, vzít s sebou na cestu apod.

Proto bylo kyvadlo u těchto strojů nahrazeno jiným regulátorem - setrvačkou s vláskem. Setrvačka však vyžaduje jinou konstrukci kroku. Nejpoužívanější je kolíčkový krok budíkový. U těchto strojů nelze docílit vyšší stupeň přesnosti chodu. Rozhoduje tu i hledisko výrobní, neboť hlavním požadavkem je i nízká cena stroje. Je proto volen regulátor výrobně jednoduchý: levný setrvačnick s vláskem. V druhém ročníku se budeme zabývat těmito dílci mnohem podrobněji v učivu o kapesních a náramkových hodinkách. Nyní se seznámíme jen se základními požadavky, jež jsou nutné pro opravu budíkových strojů.

Setrvačka

Podobně jako u velkých nástěnných hodin řídí chod hodin kyvadlo, tak u budíků vykonává tuto práci setrvačka s vláskem. Do pohybu jednou uvedené kyvadlo kýve působením zemské přitažlivosti a setrvačností z jedné krajní polohy do druhé a zpět. I setrvačku musíme uvést do pohybu; poněvadž však její pohyb je rotační, musí být působnost zemské přitažlivosti něčím nahrazena. Tuto funkci zastává vlásek /jemná spirálová pružina/, který je jedním koncem spojen se setrvačkou a druhým pomocí špalíku zachycen v desce stroje. Při udílení impulsu setrvačce vkládáme práci do pružiny tím, že ji svinujeme. Uvolníme-li pootočenou setrvačku, vrátí se zpět působením pružnosti vlásku, ale protože

je setrvačnick z masívniho materiálu, překývne setrvačností do opačné krajní polohy. Nahradíme-li ztráty vzniklé při kývání /tření v uložení, odpor vzduchu aj./ impulsním zařízením - krokem, bude setrvačka kývat dále. Setrvačka tohoto provedení nedosahuje sice přesnosti kyvadla, je však jedním z vhodných oscilátorů pro levný druh přenosných hodin.

U budíků je setrvačnick vyroben zpravidla z mosazi a ztuhá naražen na hřídeli setrvačky, který je opatřen výřezem pro průchod vidlice kotvy. Hřídél je ocelový kalený, uložení hrotové, nebo u menších budíků i čepové. Velmi závažný rozdíl mezi kyvadlem a setrvačkou spočívá v tom, že je kyvadlo zavěšeno mimo své těžiště. To se nachází, stejně jako střední bod kyvu, v určité vzdálenosti od otáčivého bodu /tj. závěsu/, kdežto u přesně vyvážené setrvačky splývá otáčivý bod s těžištěm a se středem setrvačky. Správná setrvačka musí být proto přesně vyvážena. Vyvažování provádíme nejčastěji závrtem ze spodní strany setrvačnicku. K vyvažování nepoužíváme cínu.

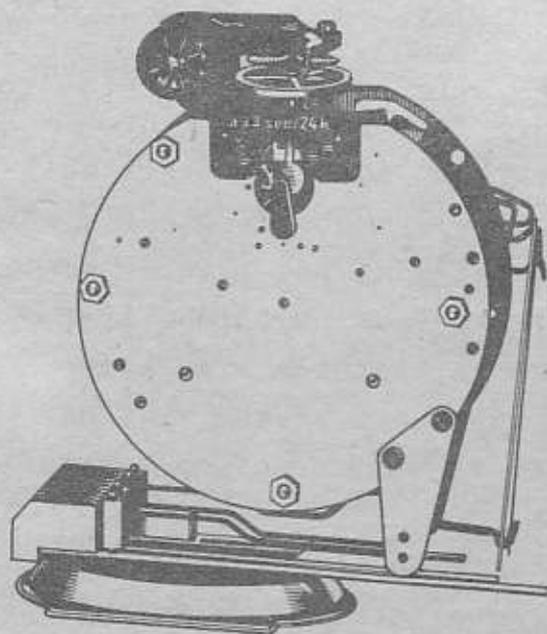
Zatížení kyvadla v těžišti nemá vliv na trvání kyvu; podobně je tomu i u setrvačky. Zvětšení nebo zmenšení její hmotnosti v těžišti nemá vliv na rychlost jejího pohybu. Zato v místech mimo těžiště se projeví každá změna hmoty setrvačnicku tím výrazněji, čím je vzdálenost zátěže od těžiště větší. Z toho důvodu provádíme zatěžování, popřípadě odlehčování setrvačnicku na jeho obvodě.

U přesnějších strojů musíme přihlížet ještě k dalším vlivům /k změnám teploty, k rovnodobosti kyvu/ i vhodné volbě materiálů, z kterých bude setrvačnick i vlásek vyroben. Při opravě setrvačky přezkoušíme vždy přesnost jejího vyvážení, zdali nám nehází. Obě tyto závady je nutno zcela odstranit. Sestava setrvačky s vláskem včetně jejího uložení je na obr. 75.

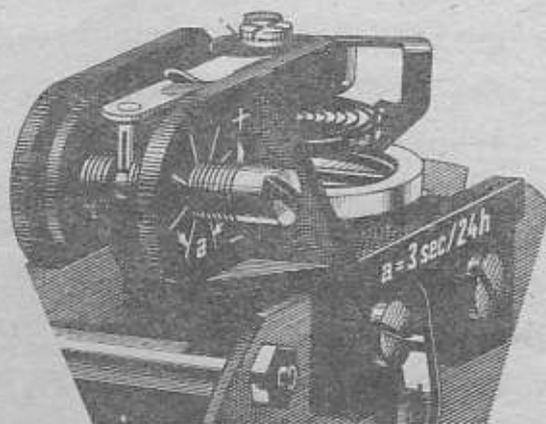
Zvláštní způsoby uložení setrvačky

Snaha výrobců dosáhnout vyšší přesnosti a provozní spolehlivosti chodu i u větších druhů hodin /nástěnných nebo stolních/, vede k sestrojování zvláštních a i velmi zajímavých uložení setrvačky.

Firma Junghans ve Šramberku vybavuje nástěnné i stolní /jící i bicí/ hodiny svisle uloženou setrvačkou, magneticky nadlehčenou. Číselník stroje nese doplňující značku EXACTA. Úplná setrvačka s uložením a regulačním ústrojím je řešena jako vestavný celek /obr.65 a 66/.



obr. 65.



obr.66.

Schéma uspořádání, na němž si vysvětlíme i funkci, je na obr.67. Celá skupina setrvačky je montována na můstek 2, který je přišroubován na desku 1 hodinového stroje, což umožňuje poměrně snadnou montáž, nebo případnou výměnu vadného celku za nový. Velká a těžká setrvačka 6 o průměru 27 mm je naražena na dutém mosazném hřídeli 5. Do konců trubkového hřídele jsou nalisovány kameny 7 a 8, kterými prochází struna z nerezavějící oceli o průměru 0,2 mm. Struna je napínána napínacími šrouby 10 a 11.

Na dutém hřídeli 5 je upevněn ještě malý válcovitý permanentní magnet 4 / \varnothing 6,5 mm/, zhotovený ze speciální tvrdé magnetické slitiny, která značnou koercitivní silou a remanencí vyniká nad běžnými komerčními magnety. Pod tímto magnetem se nachází stejně velký druhý magnet 3 upevněný nehybně na můstku 2. Magnety jsou orientovány souhlasnými póly proti sobě. Tak vzniká velmi účinná odpudivá síla, která nadlehčuje setrvačku. Před znečiš-

těním je prostor mezi magnety chráněn pouzdrem 17 z umělé hmoty /plexisklo/.

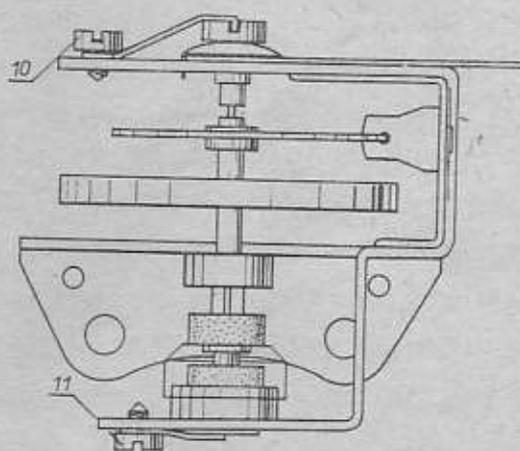
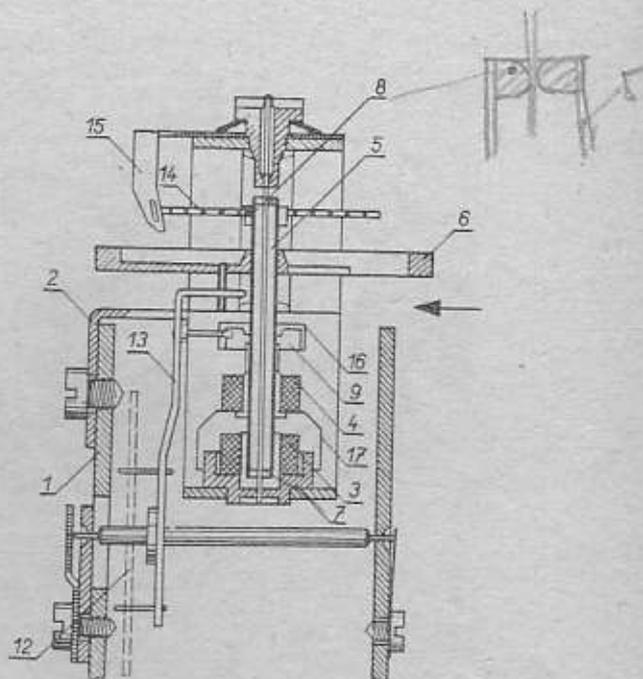
Setrvačka pracuje ve spojení s plochým samokompenzačním vláskem 14 NIVAROX. Popudy dostává setrvačka od kolíčkového kroku /krokové kolo 12, kotva 13/. Proti nahodilým nárazům je funkce kroku zajištěna pojistným kotoučkem 16 a jazykem kotvy. Regulace chodu se provádí regulační ručkou 15 ovládanou regulačním šroubem /obr.66b/. Pootočením šroubu nalevo nebo napravo o 1 dílek se přivodí zrychlení nebo zpomalení chodu o 3 sekundy za 24 hodin.

Přednost tohoto způsobu uložení spočívá ve velmi malém radiálním tření /axiální prakticky neexistuje/. Proto může být setrvačka udržována v pohybu velmi jemnými popudy. Nespornou další výhodou je necitlivost uložení setrvačky proti nárazům. Výsledkem je zvýšená provozní spolehlivost a přesnost chodu.

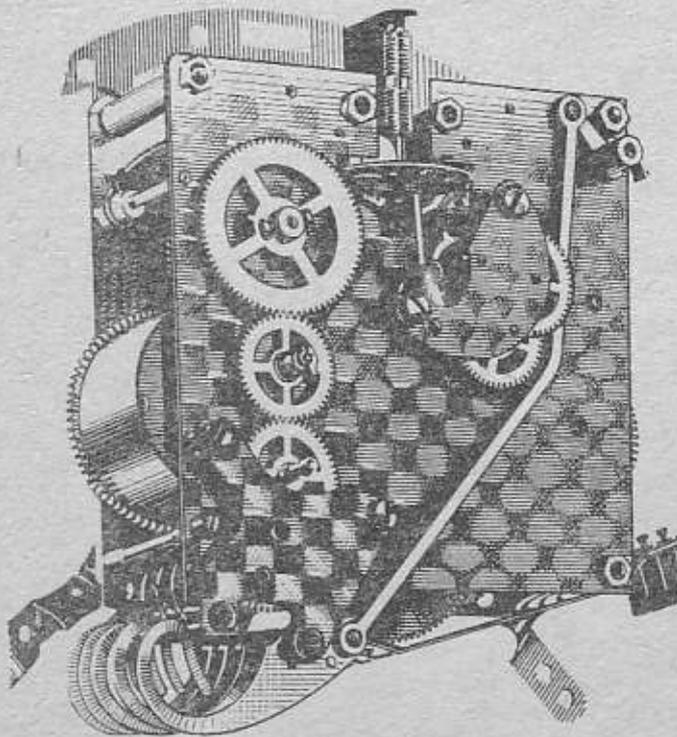
Jiným rovněž zajímavým řešením je tzv. zavěšená setrvačka. Setrvačka je opět namontována jako samostatný vestavný celek do bicího stroje anglické výroby, zn. SMITHS.

Tento stroj s vestavnou setrvačkou je na obr.68, schéma setrvačky je na obr.69.

Setrvačka 1 o průměru 30 mm je naražena /jako v předchozím případě/ na dutém mosazném hřídeli 2 s ložiskovými kameny 3. I tato setrvačka se otáčí na napjaté ocelové struně 4 uchycené na můstku 5.



obr.67.

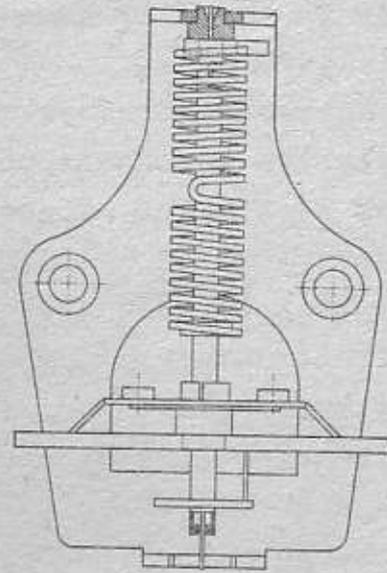


obr.68.

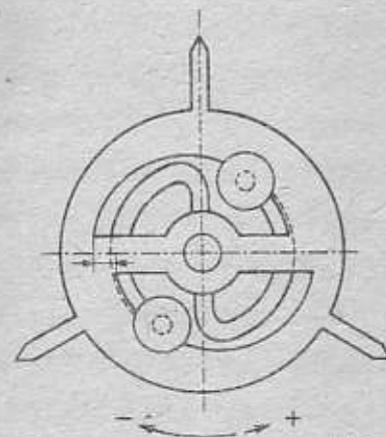
Polohu hřídele se setrvačkou určuje bifilárně vlnutý válcovitý samokompenzační vlásek 6. Zvláštní způsob vlnutí vlásku zamezuje axiální rozkmitání setrvačky, protože při jejím kývání se střídavě jedna polovina vlásku svinuje a druhá rozvinuje - takže se axiální silové účinky obou polovin navzájem ruší. V pohybu je setrvačka udržována velmi jemnými popudy kolíčkového kroku.

Regulace chodu stroje se provádí zvláštním regulačním ústrojím /obr.70/, které je umístěno na setrvačce. Skládá se z otočného regulačního kotouče 7 a regulačních závaží 8 a 9, opřených o výstředníkové dráhy regulačního kotouče.

Pootočením regulačního kotouče se pohybují regulační závaží k ose nebo od osy otáčení setrvačky. Vzdálení regulačních závaží způsobí zpomalení chodu, přiblížení jeho zrychlení. Vzhledem k nepatrnému tře-



obr.69.



obr.70.

ní v uložení setrvačky a použití samokompenzačního válcovitého vlásku je velmi zvýšena přesnost chodu. Stroj lze vyregulovat s přesností ± 2 min. za týden.

2. Vlášek budíků

První spirálový vlášek zavedl pro hodiny již v r.1674 Christian Huygens. Vlášek je u všech druhů hodin obvykle nejjemnější součástí a z různých hledisek i nejdůležitější, neboť ve spojení se setrvačkou určuje pravidelnost kyvů. V budíkových strojích se setkáváme vždy s vláskem plochým. Plochý vlášek má tu nepříjemnou vlastnost, že jeho těžiště se při kyvu setrvačky pravidelně posunuje; tím působí střídavě jednostranný tlak na čepy setrvačky, což má na přesný chod hodin v různých polohách stroje značný vliv.

U budíkových strojů můžeme počítat s přesně vymezenou polohou stroje, řídící se konstrukcí pouzdra. Požadavek na přesnost zde není tak velký, proto plochý vlášek pro tyto druhy strojů zcela vyhovuje. Vlášek je vnitřním koncem zakolíčkován v tzv. jádře. Vnější jeho konec je rovněž zakolíčkován, a oba konce jsou tak upevněny v jedné rovině. Aby plochý vlášek konal dobře svou funkci, musí být odborně upraven. Jeho délka má být 13 až 15 závitů. Příliš krátký vlášek zaviňuje zrychlení, příliš dlouhý zpomalení velkých kyvů setrvačky. Nesmí být rovněž příliš vylomen, jenom tolik, aby jeho kruh neležel na jádře. Velmi důležité je, aby vlášek byl na jádře seřízen přesně do kruhů a roviny.

Regulační ručka

Doba kyvu je dána /obrazně řečeno/ délkou vlásku. Zkrácením vlásku docílíme rychlejší chod, prodlužováním pomalejší. Dobu kyvu určujeme tedy volbou délky vlásku. Nebylo by ovšem výhodné provádět u levných strojů zkrácování a prodlužování /regulaci/ vlásku jeho překolíčkováním. Proto jsou téměř všechny druhy hodinových strojů opatřeny regulačním zařízením, které se

skládá z regulační ručky a špalíku. Regulační ručka je tlačena k desce stroje přítlačnou podložkou, a obě části jsou utaženy ložiskovým šroubem. Vlášek prochází zámkem, v němž má určitou vůli. Natočením regulační ručky se činná délka vlásku zkracuje nebo prodlužuje; docílujeme tím vyrovnání odchylek chodu v rozmezí asi 10 minut za 24 hodin chodu. Vlášek se nesmí v zámku při otáčení regulační ručkou tísnit ani deformovat. Sama regulační ručka musí být dostatečně utužena. Činná část vlásku je od zámku k vnitřnímu upevnění na jádře. Mrtvá část vlásku se nalézá mezi zámkem a vnějším zakolíčkováním. Vlázky se zhotovují z bronzu nebo u starších strojů z ocelí. Pro lepší stroje se používá vlásku ze samokompenzačních slitin, jako např. z ni-varoxu.

Výměna vlásku

Pokřivením poškozený vlášek rovnáme obvykle pomocí dvou příruček do původního správného tvaru. Varujeme se přitom ostrých chybů a snažíme se naopak dát pokřivenému vlásku tvar přesné spirály při zachování její plochosti.

Nový vlášek volíme podle hmotnosti a rozměrů setrvačky. Jádrem nasadíme vlášek na hřídel, konec vlásku uchopíme do příručky, udělíme setrvačce počáteční rotační pohyb a odpočítáme počet kyvů za minutu. U běžných typů budíků činí setrvačka 100 dvojitků v minutě. U miniaturních budíků bývá počet kyvů různý; jsme proto obvykle nuceni zjistit jej předem pro přesný chod stroje výpočtem z otáček krokového kola a počtu jeho zubů. Teprve až jsme odpočítáním kyvů určili přibližně správné rozměry vlásku, provedeme jeho zakolíčkování do stroje /je-li současně splněna podmínka 13 až 15 závitů spirály/. Vyjde-li nám tak vlášek příliš krátký nebo dlouhý, vyhledáme jiný.

Kvalitní úprava vlásku v hodinovém stroji svědčí o pečlivosti a přesnosti práce opraváře. Je-li vlášek pokřiven, nerozvíjí-li se rovnoměrně a je-li v zámku neodborně upraven, nelze stroj dobře vyregulovat. Současně můžeme říci, že si opravář počínal nepřítliš odpovědně a že ani jeho zručnost nebyla uspokojivá.

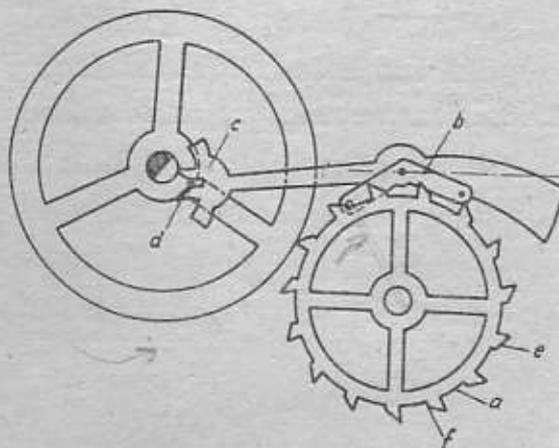
Setrvačce i vlásku musí být vždy věnována největší péče, mají-li jít hodiny opravdu přesně.

Provedení dvojitého vlásku je popsáno u zavěšené setrvačky systému SMITHS.

V. Kolíčkový krok budíků

Kolíčkový krok budíkový je krok volný, používaný pro levné stroje, s malou obměnou také pro kapesní a náramkové hodinky. Sestavu kroku vidíme na obr.71.

Krok se skládá z krokového kola, které má 15 zubů. Dále je to kotva b s dvěma kolíky, vidlice c a popudný kolík d. Zuby krokového kola mají plochu e a plochu f. Záchytná plocha je v určitém úhlu nakloněná rovina. Vycházíme-li z funkce vtažného úhlu, nazýváme ji také plochou vtažnou. Popudná plocha e



obr.71.

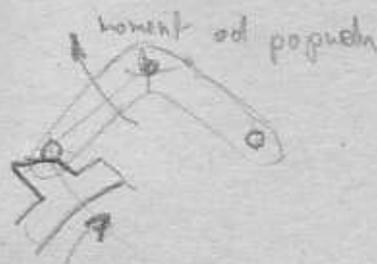
je rovněž nakloněná rovina, po níž při popudu klouže kolík kotvy. Kotva i vidlice jsou obvykle ztuha naraženy na hřídeli, výjimečně jsou provedeny z jednoho kusu. Krokové kolo, kotva i vidlice jsou obvykle vyrobeny z mosazi. Kolíky kotvy i popudný kolík jsou z oceli.

Jednotlivé funkce kolíčkového kroku

Pozorujeme-li kolíčkový krok v chodu, můžeme jeho průběh od okamžiku, kdy popudný kolík vchází do výřezu vidlice až po dobu, kdy vidlici na druhé straně opouští, rozdělit na několik fází, které nazýváme funkcemi kroku.

Záchyt

Zatímco setrvačka dokončuje kyv a pružností vlásku je vrácena zpět, popudný kolík, umístěný na ploše setrvačnicku, je mimo záběr s vidlicí a kolík kotvy je opřen o věnec krokového kola a.



Vidlice je vychýlena, krokové kolo v klidu, zachycené zubem kola o kolík kotvy.

Vypuštění

Při otáčení setrvačky ve směru šipky nastane okamžik, kdy popudný kolík vnikne do výřezu vidlice a o malý kousek jí pootočí. Pootočením vidlice se současně natočí i kotva, takže se její kolík vysune ze záchyty až na okraj plochy popudné. Tím je vypuštěno krokové kolo a může se pootočit. Protože záchytná plocha je zešikmena ke středu kola, nastává při vypuštění nepatrný pohyb kola proti směru otáčení. Tomuto pohybu říkáme zpětný pohyb krokového kola.

Popud

Pohybová energie setrvačky není zcela spotřebována k překonání odporu při vypuštění, setrvačka pokračuje v pohybu. Při vypuštění se již kolík kotvy dostal na šikmou plochu popudnou a pohybem krokového kola vpřed je setrvačce udílen prostřednictvím kolíku, kotvy, vidlice a popudného kolíku nový impuls. Předávání pohybové energie setrvačce trvá potud, pokud se kolík kotvy /paleta/ pohybuje po popudné ploše.

Odpad

Popud končí tím okamžikem, kdy kolík kotvy ukončil pohyb po ploše popudné. Další pohyb krokového kola je zamezen kolíkem umístěným na výstupní straně kotvy, který se vychýlením ramena dostal do cesty zubům kola a zamezí tak další otáčení. Pohyb krokového kola má být při odpadu co nejmenší, neboť není zužitkován pro pohon setrvačky a náraz zubu na kolík působí i otláčením zubu. Při odpadu se pohybem krokového kola ztrácí část hnací síly pera. Odpad krokového kola nemůžeme zcela zamezit. Z hlediska krokového kola představuje dovolenou nepřesnost při výrobě, z hlediska uložení hřídele krokového kola a kotvy nezbytnou

vůli mezi čepem a ložiskem. Proto se u levných strojů setkáváme se značnějším odpadem než u strojů kvalitních. Charakteristickým znakem mechanických hodin je tikání. To se ozývá v důsledku dopadání zubů krokového kola na kolíky kotvy, tedy vlastně odpadem.

Odpad můžeme rozdělit na dva druhy, podle toho, zda pozorujeme zub krokového kola ze záběru a kolíčkem vstupním nebo výstupním. Opouští-li zub kola kolík vstupní, hovoříme o o d p a d u vnitřním /tj. uvnitř mezi kolíky kotvičky/. Opouští-li zub krokového kola kolík výstupní, jedná se o o d p a d vnější /tj. vně kotvy/. Dopadá-li zub kola na vstupní kolík, jde o o d p a d vnější, dopadá-li na kolík výstupní, jde o d o p a d vnitřní.

Přitažení

Již v popisu zubů krokového kola jsme hovořili o tom, že má zub záchytnou plochu skloněnou pod určitým úhlem. Po této ploše sklouzne kolík až k věnci kola při procesu, kterému říkáme přitažení. Přitažení má značný význam pro chod stroje. Popudný kolík vychýlí sice vidlici stranou, aby mohl proběhnout při překyvnutí setrvačky, ale i tak by mohl být vidlicí brzděn. Zde musí být vytvořena jistá vůle mezi růžkem vidlice a popudným kolíkem, který sám nemůže odsunout vidlici stranou a způsobit větší vychylku, než je průměr kružnice, kterou při svém pohybu opíše. Konstrukčně bylo pro tento účel využito vlastnosti nakloněné roviny /sklon plochy záchyty/, po níž je kolík kotvy přitažen k věnci kola, a vidlice se vychyluje ještě o trochu dále. Na přitažení má vliv hlavně sklon plochy záchyty. Přitažení má dále vliv na vypuštění, jak poznáme při podrobnějším studiu volných kroků v druhém ročníku.

Jednotlivé funkce kolíčkového kroku můžeme shrnout ve dvě skupiny.

1. Krokové kolo ve spojení s kotvou opakuje tyto pohyby:
záchyt popud- odpad - přitažení



2. Vidlice s popudným kolíkem navazuje na úkony krokového kola s kotvou a opakuje:

vypuštění - popud - překyv

Překyv probíhá paralelně s přitažením. Odpad i překyv jsou z hlediska předávání hnací síly pera pohyby neužitečné, které však pro důvody již dříve uvedené nemůžeme zcela odstranit.

Vidlice má dvě důležité části: výřez, jímž prochází popudný kolík a pojistné růžky. Růžky vidlice mají za úkol zabránit v tzv. z a s k o č e n í. Vidlice proběhne na opačnou stranu v době, kdy setrvačka probíhá výběhem. Průchod ve vidlici je tak široký, aby jím popudný kolík prošel jen s nepatrnou vůlí.

Oprava kolíčkového kroku budíkového

Plocha záchyty bývá u krokového kola vychozená od narážení kolíku. Vzniklou vyhloubeninu musíme při opravě odstranit. Kolíky kotvy jsou skoro vždy tak vychozené od zubů krokového kola, že se v nich vytvářejí zářezy. Někdy stačí kolík pootočit, aby zabíral neporušenou částí, lépe však je provést jeho výměnu za nový. Při výměně musíme dbát, aby nový kolík nebyl tlustší než původní, aby byl v ramenech kotvy dobře upevněn a bezvadně vyleštěn. Musíme též přezkoušet hloubku záběru, upevnění kotvy i vidlice na hřídeli, nastavení vidlice ke kotvě, velikost vůle vidlice na stranách setrvačního hřídele a jakost ploch výřezu ve vidlici.

Vidlice bývá často vychozena od popudného kolíku. Je důležité, aby se při opravě nezvětšila vůle kolíku ve vidlici. Velká vůle popudného kolíku zavinuje neúměrně velké ztráty hnací síly přenášené na setrvačku.

Vychozený popudný kolík se má raději hned vyměnit.

Hřídel setrvačky je zpravidla vadný. Proto jej buď vyměníme, nebo alespoň zabrousíme jeho hroty. Rovněž ložiskové šrouby bývají vychozené. Značněji je zpravidla vychozen ložiskový šroub na té straně hřídele, kde je upevněn vlásek.

Seřízení kroku

Seřízením kroku myslíme jeho konečnou úpravu, ke které můžeme přistoupit teprve tenkrát, když je dokončena oprava jednotlivých dílců. Zásadně překontrolujeme všechny funkce, zjistíme, jak probíhá přitažení, vypuštění, vnitřní a vnější odpad, jaká je hloubka záchyty i velikost vůle vidlice. Hloubkou klidu označujeme velikost úhlu záchyty, tj. jak hluboko na tuto plochu dopadá kolík kotvy. Malý záchyty při značných vůlích v čepech zavinuje sesmeknutí kolíku na plochu popudu a zbytečnou ztrátu hnací síly. Kyv setrvačky působí pak dojem liknavosti.

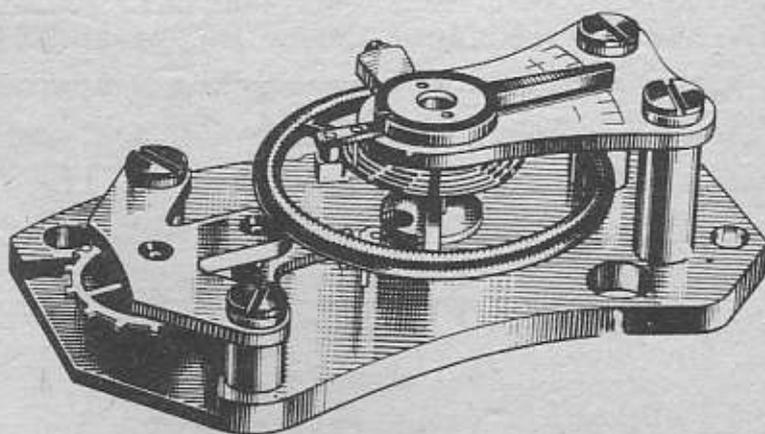
Odpad vnější i vnitřní mají mít stejnou hodnotu. Rovněž vůle vidlice musí být na obou stranách stejná. Přezkoušíme také, jak hluboko do výřezu vidlice vchází popudný kolík, zda se netísní, nebo nemá-li příliš velkou vůli.

Přesvědčíme se dále, zabraňují-li růžky vidlice dostatečně zaskočení a není-li vidlice deformována. Pak upravíme vůli setrvačnickového hřídele a v různých polohách překontrolujeme celkový chod stroje. Seřídíme vlásek na setrvačce /odstraníme kulhání/, zrevidujeme správnost polohy vlásku v zámku i otáčení regulační ručkou. Přesvědčíme se, jak velkou axiální vůli má kotva i krokové kolo, a zda vidlice prochází přesně středem výřezu setrvačnickového hřídele. Činí-li setrvačka při překyvu příliš velké oblouky, takže popudný kolík naráží z druhé strany na vidlici, není závada v kroku, ale v hnací síle. Čím pečlivěji provedeme jednotlivé úkony, tím dříve a lépe bude krok opraven.

Kolíčkový krok s dvojitým vodítkem a dorazovými kolíky

Některé druhy nástěnných hodin, a hlavně registrační tažné strojky jsou vybaveny kolíčkovým krokem s dvojitým vodítkem a dorazovými kolíky. Celkový pohled na uspořádání tohoto vestavného kroku je na obr. 72. Provedení se liší od předchozího zde popsaného kroku /který je typickým krokem budíků/ způsobem omezení pohybu kotvy a spojení vidlice se setrvačkou. Pohyb kotvy je omezen dorazovými kolíky. Spojení kroku se setrvačkou obstarává

vidlice s jazykem a dvojité vodítko. Horní kotouč vodítka nese popudný kámen, spodní kotouč a jazyk kotvy tvoří pojistné zařízení kroku, aby nedošlo při nahodilých nárazech k předčasnému vypuštění. Konstrukce tohoto kroku je na obr. 73.

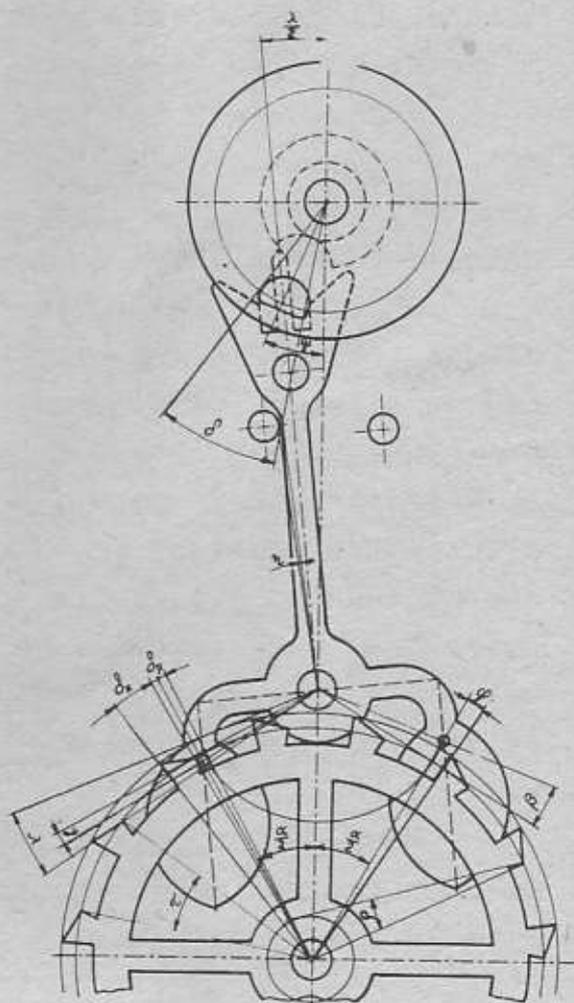


obr.72.

Prověřování činnosti kroku

Při prověřování činnosti kroku je především nutno zkontrolovat, zda je správně nastavena růžková a jazyková vůle. Růžková vůle se seřizuje dorazovými kolíky a má u vestavného kroku tohoto typu činit asi 12 až 18 setin milimetru /0,12 až 0,18 mm/. Potřebnou vůli je možno nastavit nepatrným přihnutím dorazových kolíků.

Růžková vůle je vůle mezi růžkem vidlice a rovnou plochou popudného kamene. Její velikost zjišťujeme převáděním vidlice od dorazového kolíku až po náraz růžku na přední plochu popudného kamene.



obr.73.

Správnou velikostí jazykové vůle je zajištěna činnost kroku. Je to vůle mezi hrotem jazyka a obvodem pojistného kotouče.

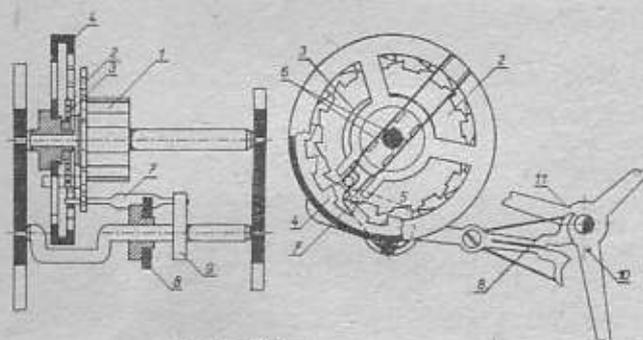
Její velikost zjišťujeme opět převáděním vidlice od dorazového kolíku až po náraz hrotu jazyka na pojistný kotouč. Zkoušku je nutno provádět v takové poloze, aby se vybrání v pojistném kotouči nenacházelo proti hrotu jazyka. Jazyková vůle má obnášet asi 0,08 až 1,12 milimetru.

Kolíčkové kroky s tichým chodem

Některým lidem je nepříjemné hlasité tikání budíku, které je způsobeno výraznými "skoky" z krokového kola na kolíky kotvy. Omezení tohoto hluku bylo řešeno provedením kotvy, popřípadě i krokového kola z umělých hmot a tím, že se zhotovovaly kolíky dlouhé, zploštělé, aby pružily. Dokonalejším řešením je provedení kroku továrnou Junghans u budíku zn. SILENT.

Jednoramenná kotva nese kolík 7, který se pohybuje mezi zuby dvou krokových kol. Z nich kolo 2 má normální zuby, je spojeno s pastorkem 1 a unáší vláskem 3 druhé kolo 4, které je na hřídeli volně otáčivé a má zuby obrácené dovnitř /obr. 74/.

Vlásek je nasazen na náboji kola 4 a druhým koncem se opírá o kolík 5, nasazený na kole 2. Pohyb kola 4 proti kolu 2 omezují dvě listové pružinky 6, upevněné na kole 4. Kolík kotvy je dlouhý a zčásti zploštělý, aby pružil, právě tak jako rozříznutá vidlice.



obr.74.

Krok je dokonale tichý; k tomu přispívá také montáž stroje na gumových podložkách a pomalý pohyb mechanismu, poněvadž doba kyvu setrvačky je 0,6 s.

VI. Budicí stroje

Klasický stroj budíku představuje jicí stroj rozšířený o další zařízení, která můžeme rozdělit do těchto celků:

- a/ soustrojí hnací, převodové a krok
- b/ ovládací ústrojí spouštěcí a zastavovací
- c/ zvukové ústrojí
- d/ pomocná ústrojí /natahovací, řídicí, opakovací/

Hnací ústrojí je pero se stejným příslušenstvím jako u jicího stroje. Soukolí je tvořeno jednou nebo dvěma záběrovými dvojicemi. Krok je jistou obměnou krokového kola a kotvy černoleského kroku.

Ovládací ústrojí: spouštěcí tvoří vazbu mezi strojem jícím a budícím, zastavovací je určeno k samočinnému nebo ručnímu zastavení buzení.

Zvukové ústrojí je nejčastěji zastoupeno paličkou a zvonkem; též paličkou a pouzdrem, u starožitných strojů i hracím strojkem.

Pomocná ústrojí natahovací a k řízení ruček jsou shodná s jícím strojem. U složitějších konstrukcí jsou to opakovací vačky a soustavy ovládacích pák.

Budicí stroje dělíme zásadně na dvě skupiny podle umístění budicí ručky:

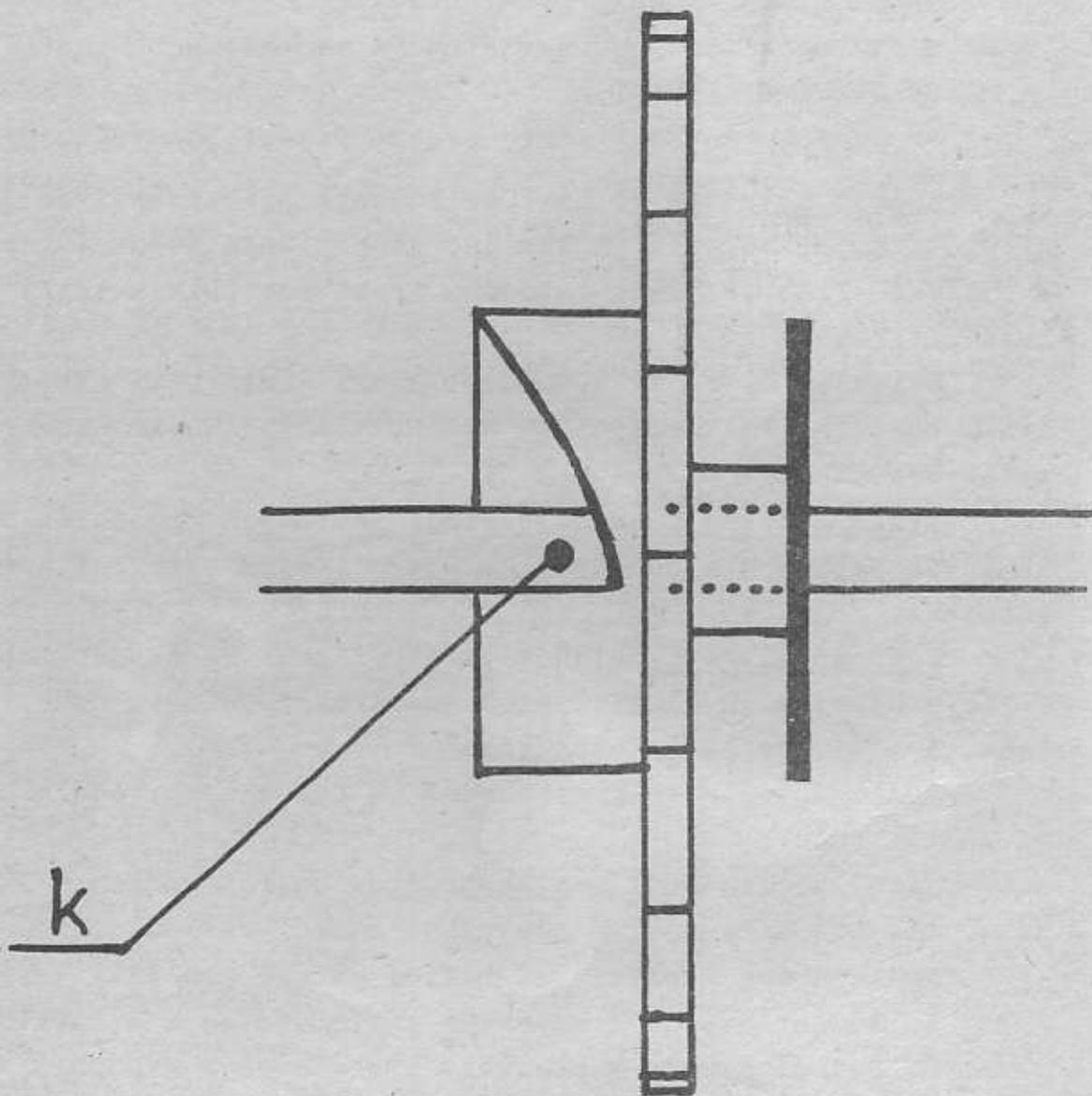
- I. Budicí stroje s mimostřednou budicí ručkou
- II. Budicí stroje s centrální budicí ručkou

Podle druhu zvonění lze budicí stroje rozdělit takto:

1. Budicí stroje s hlasitým nepřerušovaným zvoněním
2. Budicí stroje s hlasitým přerušovaným zvoněním
3. Budicí stroje s postupným nepřerušovaným zvoněním
4. Budicí stroje s postupným přerušovaným zvoněním

Budicí stroje s mimostřednou budicí ručkou
/s hlasitým nepřerušovaným zvoněním/

Nákres celého stroje je na obr. 75. Hnací kolo 1 je vždy perové a zasahuje svými zuby do pastorku krokového kola 2. Kro-

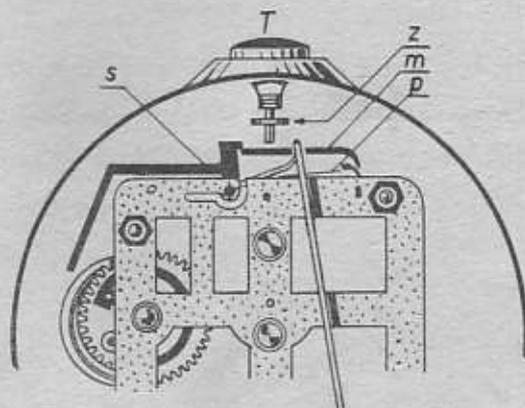


obr. 75.

kové kolo působí na kotvu budicího stroje z , která na společném hřídeli nese spouštěcí páku s a rameno s paličkou p .

U některých konstrukcí se v blízkosti hnacího kola budicího stroje otáčí kolo jicího soukolí. Aby odvíjející se pero nemohlo tlačit do zubů tohoto kola a znemožnit tak jeho otáčení, je pero ve svém odvíjení omezeno buď kolíkem zasazeným do desky stroje, anebo maltézským křížem. Častěji však jen stavítkem, které představuje delší rameno umístěné na hřídeli kotvy a tvarované tak, aby zasahovalo do prostoru odvíjejícího se pera /obr. 76/. Při dostatečném rozvínutí pera zamezí toto stavítko pohyb krokového kola, tj. zastaví zvonění. Učiní tak naráz, bez nepříjemného doznívání.

U starších strojů se setkáme i s rozšířeným soukolím. Mezi hnací a krokové kolo je vložen další převod. Zastavení zvonění je zde řešeno obvykle páčkou, kterou ručně zasuneme do prostoru pohybu paličky.



obr.76.

Krokové kolo má zuby klínového tvaru, kotva má tvar jako černoleský krok. Tato první část budicího mechanismu se nachází mezi deskami stroje. Platí zde všechno, co bylo již řečeno o záběrech i úpravě hloubky černoleského kroku. Palička představuje krátké kyvadélko, jehož kývání je značně zrychleno nepoměrně větším účinkem tažné síly pera. Při spouštění stroje pohybuje /kmitá/ krokové kolo kotvičkou, přičemž palička naráží na ozvučný díl, který zpravidla tvoří jeden nebo dva zvonky, popřípadě samo pouzdro stroje.

Druhou část budicího stroje tvoří ovládací ústrojí, které můžeme funkčně rozdělit na ústrojí řídící a spouštěcí.

Řídící hřídel h nese ručku budicího stroje, kterou lze otáčením hřídele nastavit na určitou hodinu budicího číselníku. Utužení hřídele je provedeno podložkami a pružinou k desce stroje,

jak je patrné z obr. 75. Je to jednoduchá třecí spojka. K otáčení hřídelem se používá říditko. Proto je hřídel někdy ukončen čtyřhranem, nejčastěji však závitem, který funguje jako ochrana proti ulomení spouštěcího kolíku k. Otáčí-li se říditkem proti směru hodinových ruček, hřídel se otáčí. Při opačném směru otáčení se hřídel neotáčí, ale naopak vyšroubovává se říditko.

Nad deskou stroje /pod číselníkem/ je na hřídeli nasazeno otočně spouštěcí kolo se spouštěcí vačkou v. Spouštěcí kolík k je kuželový, vtlačený do otvoru v hřídeli. Pod spouštěcím kolem je spouštěcí zpruha z, jedním koncem přinýtována k desce stroje; druhý zahnutý konec prochází deskou stroje do prostoru spouštěcí páky p. Spouštěcí ústrojí tvoří vazbu mezi zařízením jicím a budícím. Spouštěcí kolo přejímá pohyb od pastorku střídného kola ručkového soukolí.

Řízení a spouštění

V nakreslené poloze /obr.75/ je spouštěcí kolík uvnitř výřezu vačky, spouštěcí zpruha zvednutá, kotva může volně kývat, budicí systém spuštěný. Otáčíme-li nyní říditkem /a tím hřídelem s ručkou i spouštěcím kolíkem/ proti směru otáčení hodinových ruček, je spouštěcí vačka stlačována; spouštěcí kolík klouže po nakloněné rovině vačky a mění tak její axiální polohu. Stlačováním vačky je stlačována i spouštěcí zpruha, která se svým zahnutým koncem postupně nastaví proti spouštěcí páce p a ukončí pohyb kotvy. Dalším otáčením nastavíme budicí ručku na požadovanou hodinu, tedy na čas, kdy má budík zvonit. Poněvadž nyní je již budicí mechanismus zastaven, můžeme natáhnout pero. Nastavenou polohu ručky fixuje třecí spojka hřídele.

Chod jicího mechanismu otáčí i spouštěcím kolem s vačkou, která se otáčí pod stálým tlakem spouštěcí zpruhy tak dlouho, pokud se spouštěcí kolík k nedostane nad výřez vačky. V tom okamžiku se spouštěcí zpruha vlastní pružností nadzvedne /vačka ji v tom dále nebrání/ a uvolní dráhu spouštěcí páky. Budicí stroj je spuštěn.

Zastavení zvonění

Samočinné spuštění budicího stroje /jak bylo právě popsáno/ uvolní kotvičku a budík zvoní tak dlouho, pokud stačí délka pera, nebo pokud není pohyb kotvičky omezen stavítkem. Tak dlouhá doba zvonění obvykle není nutná. K okamžitému zastavení zvonění se u starších budíků užívá páčky přišroubované k pouzdru stroje. U budíků novější konstrukce, kde palička neprochází pouzdrům, se ke stejnému účelu užívá zastavujícího ústrojí /obr.76/.

Tlačítko T je proti vysunutí zajištěno pérovou závlačkou z. Pohyb kotvičky je omezen stavítkem g a můstkem, který je pérkem p tlačěn proti tlačítku. Při stisknutí tlačítka zaskočí můstek za ozub stavítka g a zamezí pohyb kotvy, neboť jeho zahnutá část je zachycena zubem kotvy. Uvolnění nastává při opětném natažení pera.

Seřízení budicího mechanismu

Při sesazování soukolí jicího stroje vkládáme mezi desky i soukolí budicího stroje. Zpravidla se přesvědčíme, je-li hřídel budicí ručky /spojka/ dosti utužen a je-li jeho část, po níž se má posouvat spouštěcí kolo, dobře vyhlazena. Při sesazování ručkového soukolí vkládáme již spouštěcí kolo na hřídel a vsouváme spouštěcí kolík do otvoru hřídele. Otáčením hřídele se přesvědčíme, jak probíhá stlačování spouštěcí zpruhy, tj. jak funguje zastavení nebo spuštění budicího mechanismu. Ohnutá část spouštěcí zpruhy se musí při stlačení zasunout dostatečně hluboko proti spouštěcí páce g kotvy, aby zastavení bylo bezpečné a neselhávalo. Hrot zahnutí musí dále procházet mezi krajními body pohybu této páky, tj. uprostřed, aby se zamezilo náhodnému přitlačení kotvičky v krajním bodu kyvu. V takovém případě by spouštěcí zpruha zajišťovala polohu páky jen nedostatečně a při plně nataženém peru by nemohla udržet kladívko v klidu.

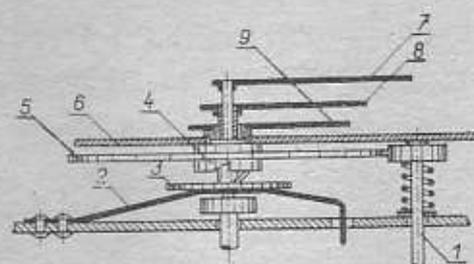
Kola ručkového soukolí se nesmí tísnit, musí mít dost axiální vůle a spouštěcí kolík v hřídeli musí být dobře utužen a

bezvadně vyleštěn, aby nedocházelo k zadírání na vačce, a aby kolík při pohybu spouštěcího kola nebyl unášen s ním. Tím by se změnila nastavená doba buzení. Číselník nasazujeme teprve tehdy, když jsme se přesvědčili, že všechny funkce dobře probíhají. Budicí ručku upevňujeme obvykle jako první a teprve podle ní seřizujeme ručky hodinovou a minutovou. Sesazení ruček se snažíme provést bez tolerance. Při nesprávně rozděleném číselníku, nebo při jiných závadách, které nemůžeme odstranit, volíme sesazení tak, aby buzení nastalo raději o něco dříve, nebo pro určitý nejčastěji používaný rozsah hodin /např. od 4 do 6 hodin/ bez difference. Vzniklý rozdíl sdělíme ovšem zákazníkovi, aby s ním mohl počítat. Důležité je, aby k vypnutí budicího mechanismu docházelo vždy co nejbliže nařízené hodiny, raději dříve než později. Zde záleží na přesném seřízení ovládacích orgánů.

Budicí stroje s centrální budicí ručkou
/s hlasitým nepřerušovaným zvoněním/

V opravářské praxi se setkáváme i s jinými obměnami popsaného ovládacího ústrojí. Hlavním konkurentem strojů s mimostřednou budicí ručkou jsou stroje s c e n t r á l n í budicí ručkou, kde odpadá číselníček budicího stroje. Budicí ručka ukazuje přímo na čísla hlavního číselníku; je umístěna v ose ručkového soukolí stroje na velkém kole opatřeném vačkou /obr. 77/.

Není zde kolík, ale ozub vytlačený na ploše hodinového kola, který do vačky zapadá. Z obrázku vidíme, že nejde o zcela odlišný princip, ale jen o jiné uspořádání ovládacího mechanismu. Seřízení a oprava tu zpravidla nepůsobí žádné zvláštní potíže.

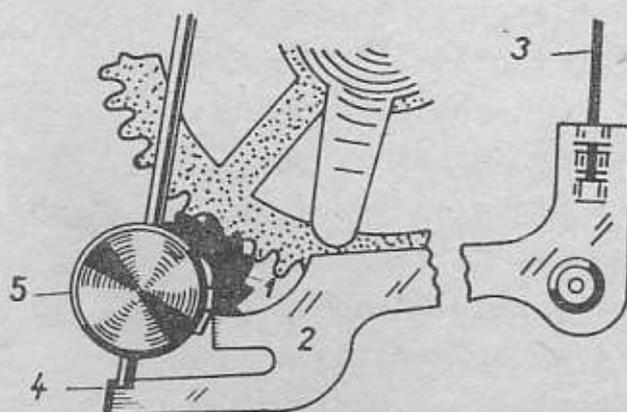


obr.77.

1. řídicí hřídel ; 2. spouštěcí zpruha; 3. hodinové kolo;
4. spouštěcí vačka; 5. kolo; 6. číselník; 7. minutová ručka;
8. hodinová ručka; 9. budicí ručka.

Budicí stroje s přerušovaným hlasitým zvoněním

U popsaných typů budíků probíhá zvonění nepřerušovaně. Setkáme se však i s konstrukcemi, u nichž po spuštění probíhá zvonění v intervalech a několikrát se opakuje. Na obr. 78 je schematicky znázorněna opakova-



obr.78.

cí část pomocného ústrojí. Na prodlouženém čepu hřídele mezilehlého kola jicího soukolí je nasazena vícezubá hvězdice 1, do níž zasahuje páčka 2, která je při otáčení kola hvězdicí nadzvedávána. Při tomto pohybu se prodlouženým ramenem 4 staví do cesty paličce 5, kterou zahrazuje nebo uvolňuje podle toho, zda je páčka v mezeře mezi zuby, nebo je-li zdvižena na hrotu zubu. Poněvadž se tento pohyb opakuje v pravidelných intervalech v důsledku otáčení kola, probíhá i zvonění několikrát /třeba až osmkrát/, vždy po krátkých přestávkách. Pérko 3 je poměrně jemné a slouží k přitlačení páčky 2 do zubů hvězdice.

Budicí stroje s postupným nepřerušovaným zvoněním

U budíků má i intenzita zvonění svůj význam. Někteří lidé mají lehký spánek a vzbudí se již při nepatrném hluku. Pro ty, kteří potřebují k svému probuzení silné zvonění, vyhovují všechny dříve vyráběné budíky s intenzivním nepřerušovaným nebo přerušovaným zvoněním. Pro zákazníky s lehkým spánkem vyrobila západo-německá firma Junghans dva druhy budíků, jejichž ústrojí má jak hlučné, tak i tlumené zvonění. Budík s postupným nepřerušovaným zvoněním zn. BIVOX je na obr. 79.

Činnost budicího ústrojí:

Podle obr. 79a je na natahovacím hřídeli 1 hnacího kola budicího stroje nasazen kotouč 2, který je spojen s hřídelem třecí spojkou. Při nataženém peru je palec 3 kotouče opřen o matici 4 sloupku stroje.

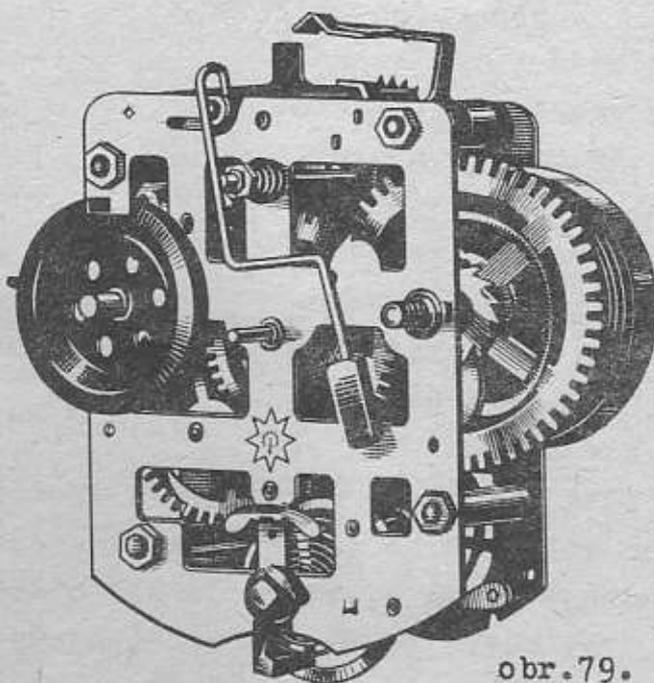
Po spuštění budíku /obr. 79b/ se otáčí kotouč 2 s hřídelem hnacího kola tak dlouho, dokud palec 3 nedosedne na ozub 5 dvouramenné páky 6. Přitom koleno kladívka 7 naráží na obvod kotouče 2. Pohyb kladívka je omezen a budík zvoní jen tlumeně.

Toto tlumené zvonění trvá asi do polovičního rozvinutí pera.

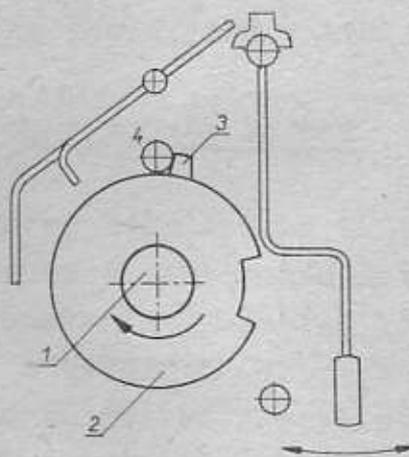
Při dalším odvíjení pera je delší rameno páky 6 nadzvedáno /obr. 79c/ tak dlouho, až ozub 5 uvolní dráhu palce 3. Nyní se kotouč otáčí tak dlouho, až jeho pohyb zastaví palec 3 tím způsobem, že dosedne na matici 4, nyní z opačné strany.

Po dokončení otáčky je výřez v kotouči nastaven proti kolenu kladívka, které již není ve svém pohybu omezováno a začne plnou silou narážet na kolík zvonku 8. Probíhá hlasité zvonění.

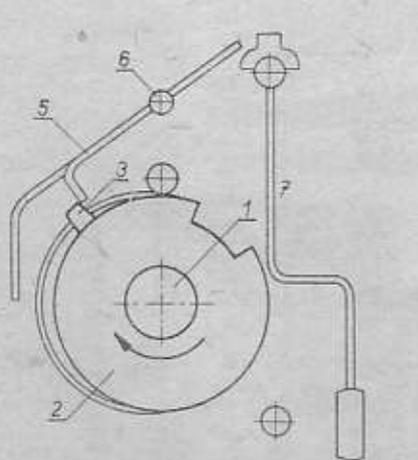
Při dalším odvíjení pera je delší rameno páky 6 rozvíjejícím se perem stále stlačováno. Kratší rameno se přitom pohybuje směrem ke kotvě budicího soukolí, takže v určitém okamžiku



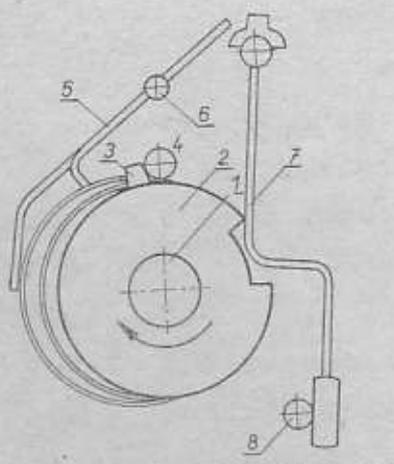
obr.79.



obr.79a.



obr.79b.



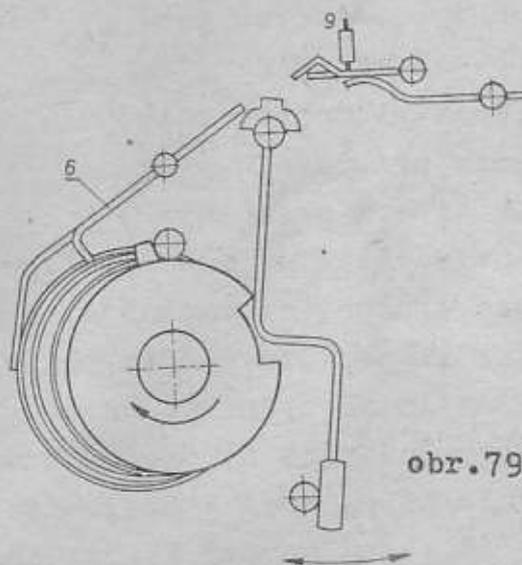
obr.79c.

zastaví kývání kotvy, pokud nebylo zvonění zastaveno tlačítkem 9 obr. 79d.

Budicí stroje s přerušovaným postupným zvoněním

Konstrukce tohoto stroje je ještě dokonalejší, neboť proti předchozímu typu realizuje ne dvojí, ale hned trojí druh zvonění. Je to opět výrobek firmy Junghans se značkou TRIVOX. U něho je postup zvukových signálů následující:

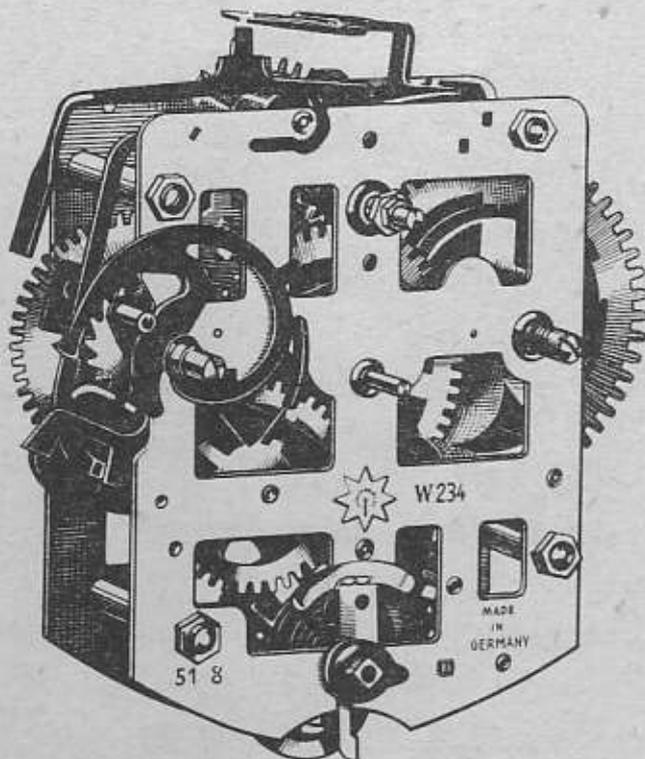
nejdříve se ozve ve dvousekundových intervalech po dobu asi 14 sekund jemné tlumené ťukání. Potom se po dobu 30 sekund opět ve dvousekundových intervalech ozývá hlasité cinkání. Po uplynutí této doby začne budík hlasitě zvonit, pokud se spáček již neprobudil a buzení nezastavil.



obr.79d.

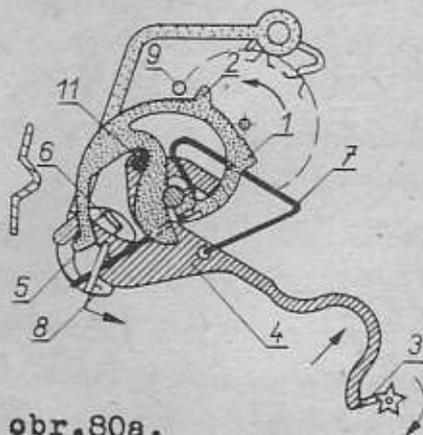
Činnost budicího ústrojí: Na hřídeli hnacího kola budicího stroje je zase ztuhla otočně uložena tvarovaná vačka 1. Tuto vačku vidíme ve skutečném provedení na obr. 80 a v detailu mecha-

nismu na obr. 80a. Při nataženém peru, ve výchozí poloze, je tato programová vačka opřena nosem 2 o matici 9 sloupku stroje jako u systému BIVOX.



obr.80.

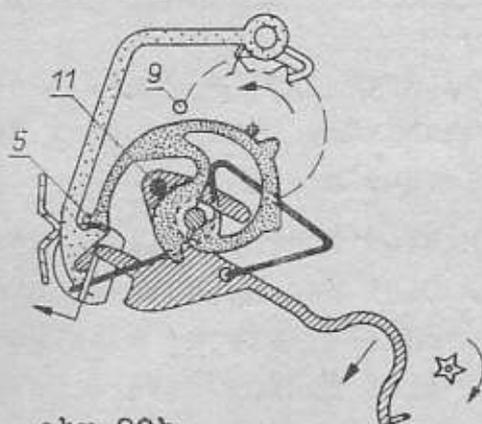
Ťukání: Po spuštění stroje je kotva budicího stroje nejprve řízena v pohybu přerušovací pákou 4. Ovládání samotné přerušovací páky je odvozeno od vypouštěcího pastorku 3, který je umístěn na hřídeli krokového kola. Působením pružiny 7 vzniká pohyb v záběru přerušovací páky s vypouštěcím pastorkem. Toto rytmické vypouštění umožňuje, aby vždy zazněl jen jeden úder paličky 8. Úder však je tlumený, neboť pohyb kotvy budicího stroje je omezen současně ramenem 5 programové vačky, na které naráží kolík 6 paličky. Při pohybu paličky dochází ke kývavému pohybu přerušovací páky.



obr.80a.

Cinkání: Postupným otáčením programové vačky nastane okamžik, kdy není již pohyb paličky omezen nosem 2, a ta začne netlumeně narážet na zvonek. Tato poloha je na obr. 80b. Takto znějící hlasité cinkání se ozývá po dobu asi 30 sekund.

Hlasité zvonění: Zatím se programová vačka otáčela dále, až dosedla svým druhým nosem /tedy z opačné strany/ na matici 9 sloupku stroje. Tím okamžikem se začíná ozývat nepřetržitě hlasité zvonění, neboť vačka 10 vy- sunula přes kolík 11 přerušovací páku ze záběru s vypouštěcím pas- torkem na krokovém kole. Poloha jednotlivých dílů je v tomto okamžiku znázorněna na obr. 80c.

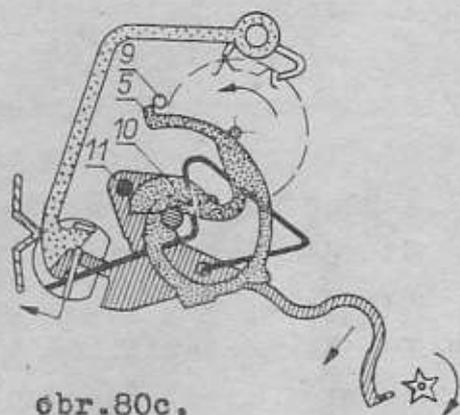


obr.80b.

Budíky miniaturní

Od obyčejných budíků se liší velikostí stroje a tvarem. Proto také je konstrukční řeše- ní jiné, ne však natolik odliš- né, aby vyžadovalo samostatný popis.

U miniaturních budíků se již setkáváme s uložením setrvačky v kamenech /místo hrotů jsou zde čepy/, s třemi deskami stroje, kde budicí soukolí je pod samostatnou vnitřní deskou, centrální budicí ručkou a také s úpra- vou západkového kola, které umožňuje využít části hnací síly pe- ra jícího mechanismu pro stroj budicí. Tedy s jediným perovníkem pro jící i budicí soustrojí. U kvalitnějších strojů je zadní víč- ko provedeno z rezonujícího ocelového plechu a stává se tak zvon- kem. Při opravě platí stejné zásady jako u velkých budíků, je však třeba větší zručnosti, neboť průměry čepů mívají rozměry až 0,5 mm.



obr.80c.

Budíky nejmodernější konstrukce jsou již vybaveny nejen speciálním elektromagnetickým pohonem, ale i elektrickým bzučá- kem místo zvonku. Zdrojem energie je suchý elektrický článěk. Proto tyto stroje již spadají do kategorie elektrických hodin.

VII. B i c í s t r o j e

Hodinové jící stroje, které jsou rozšířeny o bicí mechanismus, nazýváme obvykle bicí hodiny. Můžeme je rozdělit do několika skupin:

- a/ Bicí hodiny, které odbíjejí jen celé hodiny.
- b/ Bicí hodiny, které odbíjejí celé hodiny i půle jediným úderem /stejný hlas gongu pro půle i celé hodiny/.
- c/ Bicí hodiny, které odbíjejí celé hodiny, půle i čtvrti /dvoukladívkové nebo vícekladívkové; jiný hlas celých hodin a jiný hlas částí hodiny/
- d/ Bicí hodiny opakovací /odbíjejí počet hodin, jen jsou-li uvedeny natažením a spuštěním v pohyb/. Jsou to zpravidla stroje kapesní.
- e/ Druhy kapesních bicích strojů, opakujících i minuty.
- f/ Hrací hodiny /místo odbíjení hodin hrají/, jejich zvučné gongy jsou sestaveny v takovém pořadí, že při odbíjení zní určitá melodie, nebo mají vmontován hrací strojek.
- g/ Kukačky /starožitná i moderně vyráběná zařízení, u nichž je bicí stroj zapojen na měchy, které vhánějí vzduch do píšťal, a tím vzniká známý zvuk: KU KU/.

Z uvedených bicích strojů se v praxi setkáme nejčastěji jen s dvěma druhy, uvedenými pod b/ a c/. Podle způsobu odbíjení rozlišujeme bicí stroje p ů l o v é a č t v r ť o v é.

Podle konstrukčního řešení máme:

- a/ bicí stroje s kolem závěrkovým,
- b/ bicí stroje s počteníkem.

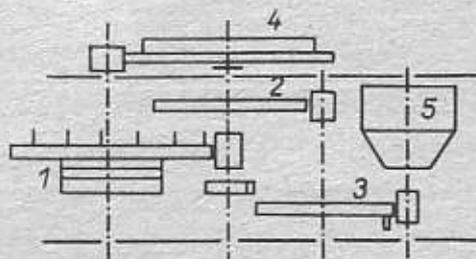
Bicí stroje s počteníkem se vyrábějí ve dvou provedeních,

a to:

- a/ se stupnicí na hodinovém kole,
- b/ se stupnicí samostatnou.

K nejjednoduššímu provedení bicího stroje patří jednoduchí stroje černoleské, schotské a kukačky. Soukolí je znázorněno na obr. 81:

1. Hnací kolo /závažové - perové/; název se řídí druhem hnací síly. Do věnce kola jsou vsazeny kolíky, které při otáčeni kola zvedají paličku.
2. Kolo se zapadacím kotoučkem - v a č k o u . Každý úder paličky odpovídá jednomu otočení vačky.



obr.81.

3. Náběžné kolo s kolíkem. Jakmile zapadací páka vpadne do vybrání vačky, zachytí náběžný kolík o zapadací páku a stroj se zastaví.
4. Kolo závěrkové, které se otočí jednou za 12 hodin. Mimo ozubení je opatřeno ještě výřezy, do nichž zapadá zapadací páka.
5. Větrník, který řídí rychlost úderů kladívka při odbíjení hodin. Je pastorkem, který je opatřen ztuhla otáčivým křídlem.

Funkční spojení mezi strojem bicím a jednotlivými úkony bicího ústrojí soukolí obstarává skupina pák. Páky jsou řešeny nejrozličnějším způsobem jak po stránce tvarové, tak po stránce výrobní. Slouží ke spouštění a ovládání bicího mechanismu.

Páka spouštěcí je zvedána kolíkem vyčnívajícím z vloženého kola ručkového soukolí /obr. 87/. Zvedá zapadací páku svým druhým ramenem a zároveň zadržuje náběžné kolo při náběhu.

Páka zapadací je rovněž dvojité. Jednou částí zapadá do výřezu vačky a podílí se na zastavení stroje. Druhou částí zapadá do mezer závěrkového kola, a tím udává počet úderů při odbíjení /obr. 87/.

Páka zdvižná zasahuje jedním ramenem do dráhy zdvižných kolíků a druhé rameno nese paličku, která slouží k úderům do ozvučného aparátu.

Stroje s vícedenní dobou odběhu

Osmidenní aneb čtrnáctidenní stroje mají uspořádání bicího mechanismu velice podobné. Poněvadž se jedná o docílení delší doby odběhu, je rozšířené soukolí sestaveno takto /obr. 94/:

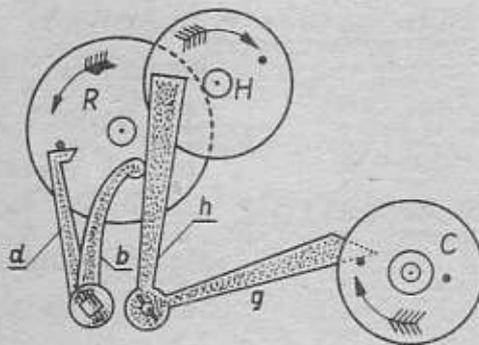
1. hnací kolo
2. přísadní kolo
3. zdvižné kolo
4. podávací kolo
5. náběžné kolo
6. větrník

Popis průběhu odbíjení bicího stroje

Stejně jako rozdělujeme jicí stroj na jednotlivé části podle jejich funkcí nebo jednotlivé pohyby kroků, činíme u bicího stroje, abychom přesněji pochopili všechny návaznosti. Při odbíjení probíhají tyto úkony: a/ vypuštění; b/ náběh; c/ odbíjení; d/ počítání úderů; e/ regulování rychlosti odbíjení.

Spuštění

Každý bicí stroj, který má s a m o s t a t n ě odbíjet hodiny /ne tedy při opakování, kdy se spouští vnějším zásahem/, dostává automaticky popud k bití od jicího stroje. Pro tento účel nese ručkový pastorek nebo střídané kolo ručkového soukolí na své ploše jeden nebo dva kolíky, jak je znázorněno na obr. 82. Jeden kolík je pro odbíjení celých hodin, druhý pro půlhodiny. Kolík působí na rameno *g* spouštěcí páky, která druhým ramenem *h* ovládá otáčení náběžného kola *H*. Na toto rameno desedá i páka zapadací *db*, která je tím posunuta doleva. Rameno *d* zapadací páky udržuje soukolí v klidu na



obr. 82.

ní spočívajícím kolíkem podávacího kola R. Jakmile však je zapadací páka působením spouštěcí páky posunuta, neboť ji nadzvedl kolík ručkového pastorku, je uvolněn kolík podávacího kola, které se začne otáčet.

Otáčí se však velmi krátce, neboť zub na konci druhé ramena h spouštěcí páky je nastaven proti kolíku náběžného kola. Celý tento průběh nazýváme **s p u š t ě n í**.

Náběh

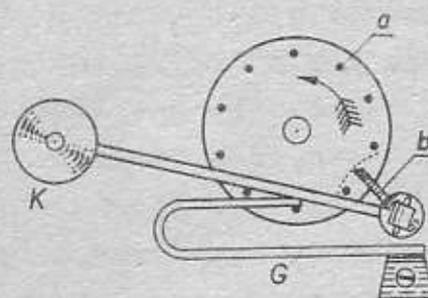
Kolík ručkového pastorku se zatím vzdálil, rameno g spouštěcí páky se tím uvolnilo a kleslo poněkud dolů /do výchozí polohy/. Tím se současně odsunulo i druhé rameno h, které se vychýlilo směrem doprava a uvolnilo tak dráhu kolíku náběžného kola H, které se nyní volně otáčí.

Dobu, po níž bylo soukolí zadrženo v klidu, nazýváme **n á b ě h**. Náběh je důležitým okamžikem při odbíjení hodin. Kdybychom jej odstranili, nastal by tento průběh odbíjení: Jakmile by se dostal kolík na ručkovém pastorku do polohy, v níž by nadzvedl výpustnou páku gh a současně i zapadací db, byl by vypuštěn kolík na podávacím kole R a stroj by se hned dostal do pohybu. Odbíjení hodin by trvalo tak dlouho, pokud by se spouštěcí páka nesesmekla s kolíku ručkového pastorku. V takovém případě by však počet úderů nesouhlasil s počtem hodin, který by hodiny ukazovaly. Náběh probíhá asi 5 až 8 minut před odbíjením hodin.

Odbíjení

Na obr. 83 je zdvižné kolo, opatřené 10 kolíky a, jež při otáčení kola působí postupně na zdvižnou páku b, která na druhém ramenu nese paličku.

Abychom docílili zvukný úder, musí být palička dostatečně těžká a dopadat celou plochou na ozvučné pero. Musí udeřit jen jednou a úder neopakovat. Řeší se to tak, že palička při odbíjení dopadá současně na pružné



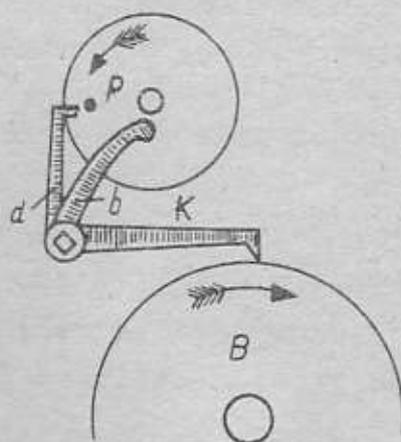
obr. 83.

pérko, které jí po provedeném úderu udrží svou pružností nad ozvučným perem. Palička nesmí být hned po dopadu znova nadzvedávána dalším kolíkem. Podobná závada se vyskytuje u špatně sesazeného bicího stroje. Zůstane-li zdvižná páka hned po odbití v záběru s dalším zdvižným kolíkem, nezní poslední úder při bití dobře; bicí stroj se pak velmi pomalu rozbíhá. Při docházení hodin může tato závada způsobit i zastavení stroje, popřípadě nadbytečné odbíjení. Chyba se odstraňuje přesazením záběrů kol.

Počet úderů při odbíjení hodin

Popsaný mechanismus by mohl při každém vypuštění odbít jen jeden úder, tj. jednu hodinu, neboť rameno \underline{d} by hned zadrželo kolíček kola \underline{R} . Kdyby mělo zaznít více úderů, muselo by zapadací raménko zůstat nadzvednuto po celou dobu odbíjení. Abychom toho docílili, je zapadací páka trojdílná /obr. 84/, z čehož dvě části \underline{db} již známe. Třetí je tzv. $\underline{n \acute{u} \check{z}}$, označený na obrázku písmenem \underline{K} .

Představme si nyní, že necháme ostří nože klouzat na kole \underline{B} , jehož průměr je tak velký, že zvedne zapadací raménko dostatečně vysoko, aby mohl kolíček kola \underline{R} volně probíhat. Tím jsme docílili nepřetržité odbíjení bez přestávky. Zhotovíme-li na kole \underline{B} zářez, zapadne do něho $\underline{n \acute{u} \check{z}}$, raménko \underline{d} se posune proti kolíčku kola \underline{R} a zadrží soukolí.



obr. 84.

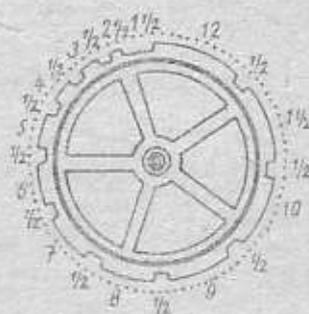
Je celkem snadné zhotovit zářezy tak, aby byly v určitých vzdálenostech od sebe, odpovídajících počtu hodin, které mají být odbíjeny. Provedení této myšlenky je znázorněno na obr. 85. Kolu takto upravenému říkáme kolo $\underline{z \acute{a} v \acute{e} r k o v \acute{e} B}$. Má-li stroj odbíjet jen hodiny, bude obvod závěrkového kola rozdělen takto:

$$1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12 = 78 \text{ /dílků/}$$

Chceme-li, aby stroj odbíjel jak celé hodiny, tak i půlhodiny, zvětší se počet dílů o 12 půlhodin, takže závěrkové kolo musí být po obvodě rozděleno na 90 dílů. Postup je tento:

$1+1+2+1+3+1+4+1+5+1+6+1+ \dots /90$ dílů/

Při frézování bychom postupovali tak, že bychom vzali dělicí kotouč s dělením 90 a prořízli výřez vždy tam, kde by mělo bití končit. Ostatní dělení ponecháme plné.



obr. 85.

Závěrkové kolo je nasazeno na hřídeli přísadního kola, který se otočí jednou za 12 hodin. Ozubení bicího soukolí musí být provedeno v určitých poměrech.

hnací kolo	84 z		
přísadní kolo	72 z	pastorek	12 z
zdvižné kolo	70 z	pastorek	8 z
podávací kolo	63 z	pastorek	7 z
náběžné kolo	56 z	pastorek	7 z
větrník	-		7 z

Zdvižné kolo má 70 zubů a pastorek podávacího kola 7 zubů.

Z toho vidíme, že náběžné kolo učiní za jednu otáčku podávacího kola tolik otáček, kolik má kolíků.

$$\frac{70}{7} = 10$$

Že přísadní kolo učiní jen jednu otáčku za 12 hodin, vidíme z následujícího výpočtu:

$$\frac{72 \cdot 70}{8 \cdot 7} = 90$$

Devadesát je počet úderů, který musí palička odbít za 12 hodin.

Při volbě jiného počtu zdvižných kolíků vyjdou i jiné počty zubů kol.

Regulátor rychlosti - větrník

Posledním dílem bicího soukolí je pastorek, na němž je upevněn větrník. Větrník reguluje rychlost a rytmus odbíjení hodin. Současně odstraňuje náhlé nárazy a zadržování při zvedání a pádu paličky. Není proto přinýtován, ale připevněn tak, aby se mohl na pastorku ztuha otáčet. Utužení je provedeno pérkem, které dovoluje otáčení, ale udržuje i tlakem na hřídel stálé tření.

U některých bicích strojů je čep pastorku umístěn v mosazném ložisku, které je v desce stroje excentricky uloženo; natáčením můžeme měnit hloubku záběru mezi pastorkem a kolem. Tímto způsobem lze také zrychlovat nebo zvolňovat rychlost stáčení větrníku. Čím hlubší je záběr /až po jistou hranici/, tím pomaleji běží bicí stroj a hodiny pak odbíjejí volněji. Při opravě stroje zkusíme větrník a rychlost odbíjení hodin upravujeme jeho přituzením nebo uvolněním na pastorku. Není proto správné, když hodinář pro usnadnění opravy větrník přiletuje.

Seřízení bicího stroje

Mnohdy bývají kola bicího stroje označena mezi zuby ryskou, jež má sloužit k snazšímu, správnému sestavení a seřízení stroje. Na toto označení se však nelze vždy spolehnout, neboť rysky bývají i na nesprávném místě. Postup při seřizování bude asi tento:

a/ Když palička dokončila úder, musí být kolík podávacího kola ještě asi $1/8$ před nárazníkem d. Kolík náběžného kola h musí po uvolnění kolíku podávacího kola mít k dokončení oběhu ještě asi $3/4$ otáčky, než dostihne nos páky.

b/ K úderu paličky nesmí dojít, když se nůž nachází na sklonu některého výřezu závěrkového kola. Při nasazování závěrkového kola musíme dát pozor, aby chybným nasazením na hranolu hřídele kolo neházelo.

c/ Při sestavování kol se musíme řídit jejich funkcemi a vždy hned kontrolovat, zda správně probíhají. Jestliže tyto funkce nesouhlasí, nadzvedneme vrchní desku stroje a přesadíme kolo

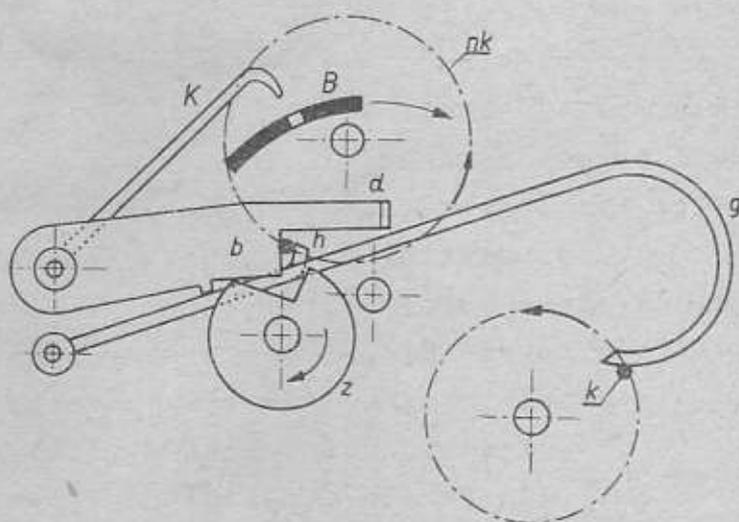
o několik zubů vpřed nebo vzad. Při této operaci si musíme počínat velmi opatrně, protože jinak by nám mohla ostatní kola vyběhnout z ložisek.

Vážnou vadou tohoto systému je primitivní zapojení na jicí stroj. Může se velmi snadno stát, že bití hodin nesouhlasí s časem, který ukazují ručky; hodiny odbíjejí nadbytečně. Přesto je popsán typ základním typem bicích mechanismů a kdo dobře ovládá seřízení, je schopen bez velkých studií opravit i další mechanismy, neboť podstatné funkce zůstávají celkem beze změny. Jak již bylo řečeno, v primitivním provedení je tento systém zaveden i u schotských strojů, s kterými se ještě občas na opravě setkáváme. Oprava i sestava je zcela shodná, jen součásti mají poněkud odlišný tvar.

Bicí stroj typu hodin černoleských a kukaček

V poslední době vzrostl zájem o hodiny kukačky. Jsou k nám dováženy ze zahraničí v moderním provedení. Bicí mechanismus nebyl pozměněn, odpovídá konstrukčně dřívějšímu provedení u hodin černoleských a schotských. Schéma soukolí je na obr. 81. U těchto strojů jsou zdvižné kolíky umístěny přímo na hnacím závažovém kole, do něhož zabírá pastorek podávacího kola s vačkou. Prodloužený hřídel hnacího kola nese pastorek, který otáčí závěrkovým kolem.

Na obr. 86 je znázorněna poloha pák při náběhu. Kolík umístěný na ručkovém pastorku se pohybuje při chodu stroje ve směru šipky a nadzvedává rameno *g* spouštěcí páky. Druhým ramenem *h* spouštěcí páky je současně zvedána i zapadací páka tak dlouho, až její



obr. 86.

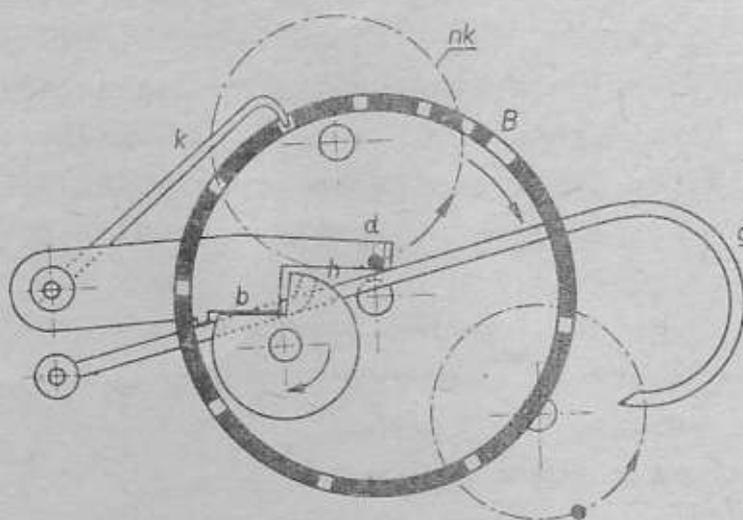
část s nosem d uvolní dráhu kolíku náběžného kola. Jakmile se tak stane, uskuteční náběžné kolo část své otáčky. V otáčení je zastaveno vyhnutou částí ramena h spouštěcí páky. Současně je zvednuta i zapadací páka. Rameno k opustí výřez závěrkového kola a rameno b spočine na obvodu vačky.

Po ukončeném náběhu je spouštěcí páka ještě o málo zvedána, než svým ramenem g opustí kolík ručkového pastorku. Stane-li se tak, klesne dolů a rameno h uvolní dráhu kolíku náběžného kola; stroj začne odbíjet hodiny.

Rozevření ramen zapadací páky je upraveno tak, aby rameno K mohlo spolehlivě "ohmatávat" obvod závěrkového kola. Dosedá-li nůž na obvod kola, musí s dostatečnou vůlí probíhat kolík náběžného kola pod nosem ramena d, aby při odbíjení nenastala porucha. Stejně důležitá je i správná poloha vačky, která má za úkol zvedat zapadací páku při odbíjení a umožnit zastavení odbíjení hodin.

Ukončení odbíjení je naznačeno na obr. 87.

Nůž zapadací páky je ve výřezu závěrkového kola a rameno b ve výřezu vačky. Nos ramene d se tím nastavil do dráhy kolíku náběžného kola a zastavil otáčení soukolí. Při seřizování stroje vycházíme od okamžiku, kdy rameno zdvižné páky /není na obrázku/ opustí zdvižný kolík hnacího kola.



obr.87.

Seřízení musí být provedeno tak, aby:

- a/ pád ramena b do výřezu vačky nastal téměř ihned po odpadu zdvižné páky /paličky/
- b/ nůž ramena K zapadl do výřezu s jistou vůlí /aby nepřesností v rozdělení kola nemohlo dojít k nadbyteč-

nému odbíjení/

- c/ náběžné kolo učinilo $1/3$ až $1/2$ otáčky, než dosedne kolík na nos ramena d. /Zkouší se tlakem proti směru otáčení kol; pozorujeme přitom, o jakou hodnotu se kolo otočí zpět./

U kukaček jsou 3 zdvižné páky. Jedna zvedá paličku k normálnímu úderu do ozvučného pera a dvě zvedají střídavě měchy píšťal laděné pro zvuk KU KU. Ramena těchto pák jsou různě dlouhá, upravená tak, aby odbití i kukání mělo správný rytmus. Při seřízení dbáme na to, aby popsany průběh úkonů nastal po opuštění posledního ramena zdvižného kolíku a po dokončeném náběhu nebylo ještě žádné ze zdvižných ramen nadzvednuto. To platí stejně pro stroje starožitné, jako pro moderní.

U kukaček má zapadací páka ještě další rameno, kterým ovládá pohyb kukačky - otevření dvířek. Oprava měchů a píšťal vyžaduje speciální znalosti a také materiál, proto půjde obvykle jen o výměnu vadných částí za nové.

2. Bicí stroje s počteníkem a stupnicí

Tyto stroje byly vynalezeny později a dělí se na dvě skupiny podle umístění stupnice:

- a/ se stupnicí samostatnou
- b/ se stupnicí na hodinovém kole

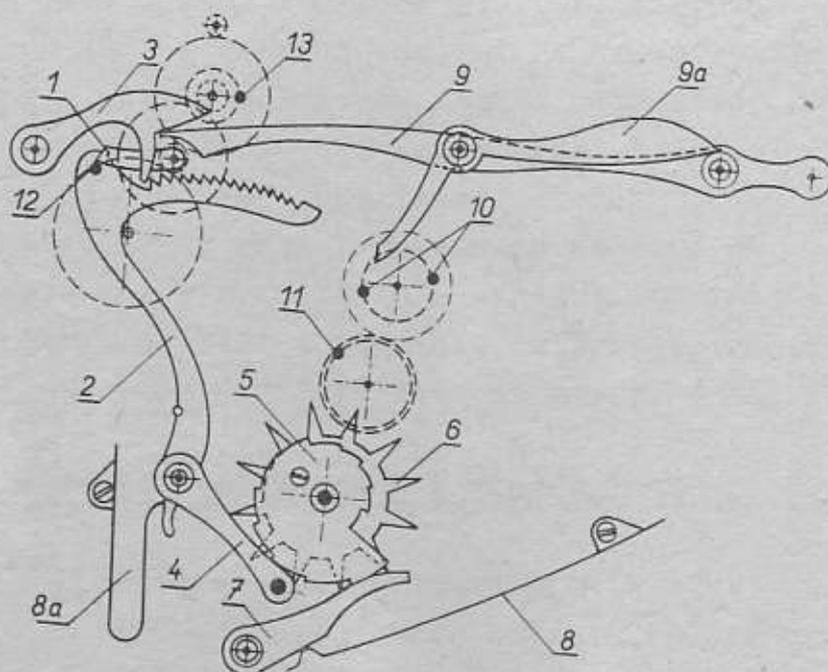
Od dříve popsaných typů se liší hlavně počteníkem, stupnicí, a také tím, že jejich konstrukce umožňuje uplynulou hodinu opakovat, aniž nastane změna v pořadí dalšího odbíjení hodin, což nebylo u předchozích typů možné. U některých konstrukcí je usnadněno i seřízení bicího mechanismu možností natáčet podávací vačku apod.

Bicí stroje s počteníkem a samostatnou stupnicí

Soukolí odpovídá strojům s delší dobou odběhu. Zdvižné kolíky nebo zdvižná rohatka jsou umístěny na zdvižném kole. Vačka 1 dostává jiný tvar. Jejím úkolem je nejen zastavit stroj, ale

také měnit polohu počítáku při odbíjení. Početník 2 je opatřen pilovými zuby, do nichž při odbíjení zasahuje zub vačky a posune jím. Proti zpětnému pohybu je početník jištěn západkou 3. Druhou částí počítáku je rameno 4 opatřené pružným pérkem s kolíkem. Tímto kolíkem dosedá na dvanáctistupňovou stupnici 5. Stupnice je nasazena na tzv. hvězdě 6, jejíž poloha je fixována západkou 7 a pružinou 8. Pružina 8a tlačí početník do záběru se stupnicí /obr. 88/.

Spouštěcí páka 9 je dvojitá. Asi uprostřed dlouhého ramena, které zasahuje do západky a dráhy náběžného kola, je na kolíku uložena volně otočná část 9a. Spouštěcí páka je zase ovládána od kolíků na střídacím kole 10 ručkového soukolí. První kolík je dále od středu než druhý. První slouží k odbíjení celých hodin a druhý k odbíjení půlhodin. Kolík na ručkovém pastorku 11 slouží k otáčení hvězdy se stupnicí.

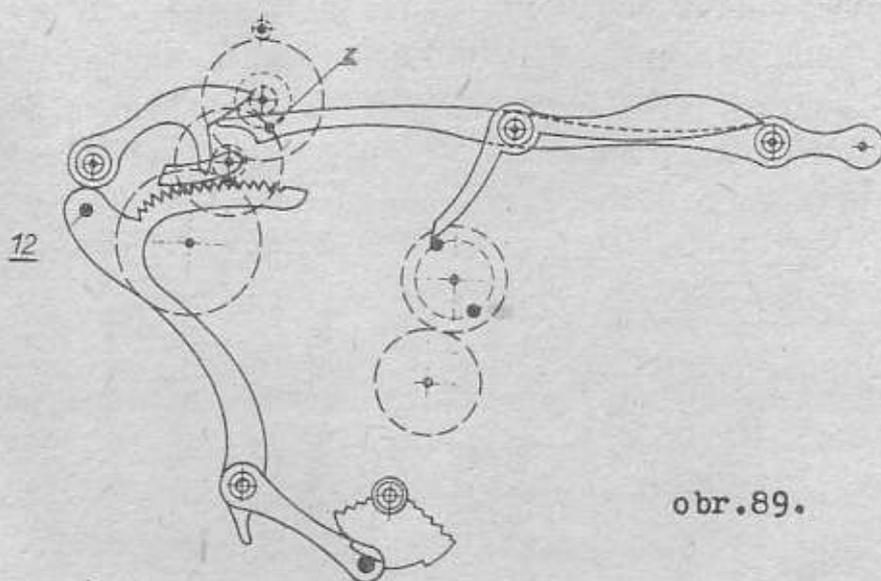


obr.88.

Spuštění - náběh

Spouštěcí kolík nadzvedne spouštěcí páku, která zdvihne západku 3. Působením pružiny 9 se vychýlí početník a současně proběhne pootočení náběžného kola, jak bylo popsáno již u předchozích systémů. Náběžné kolo zachytí svým kolíkem o zarážku 2 spouštěcí páky /obr. 89/, která zasahuje výřezem v desce stroje do dráhy kolíku. Současně dosedne početník svým druhým ramenem 4

na stupnici /na ten stupeň stupnice, který odpovídá počtu odbíjených hodin/. Otáčením kol v jicím soukolí se natáčí i spouštěcí kolík, až je spouštěcí páka uvolněna a klesne dolů. Zarážka spouštěcí páky uvolní dráhu náběžnému kolíku a začíná odbíjení hodin.



obr. 89.

Počet úderů

Otáčením podávacího kola zasahuje podávací vačka do zubů početníku a posunuje jím tak dlouho, až se kolík 12 nastaví do dráhy vačky. Tato na něj dosedne a zastaví otáčení kol - ukončí odbíjení hodin.

Počet úderů paličky je řízen stupnicí, která se každou hodinu natáčí do jiné polohy vzhledem ke kolíku početníku na ramenu 4. Při spuštění se vychýlí početník jen tak daleko, jak hluboko dosedne tento kolík na obvod stupnice.

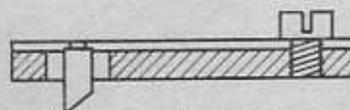
Při každém úderu paličky se otočí podávací vačka jedenkrát a posune početník o jeden zub. Je-li početník vychýlen o 4 zuby, zazní 4 úderu paličky, než vačka dosedne na kolík 12.

Odbíjení půlhodin je řešeno konstrukcí početníku, kde první zub je nižší než ostatní zuby, a umístěním spouštěcího kolíku na střídném kole o malou hodnotu blíže k ose kola. Ten pak poněkud zvedne prostřednictvím spouštěcí páky západku 3. Zvedne ji tak

vysoko, aby propustila jen první zub, ale ne další. Tak může vačka uskutečnit jen jednu otáčku - zazní jediný úder, který odbíjí půlhodinu.

Pro případ, že by stroj z jakékoli příčiny neodbil dvanáctou hodinu, zůstalo by rameno 4 vychýleno dovnitř stupnice, a ta by se proto nemohla dále pootočit, jsouc zachycena kolíkem tohoto ramena. Aby se tomu zabránilo, je kolík seříznut šikmo /jak vidíme na obr. 90/ a přinýtován k pérku, aby se mohl bez velkého odporu přesunout přes okraj stupnice /rovněž šikmo seříznuté/, která pak nemůže být při otáčení zastavena.

Seřízení bicího stroje



obr.90.

Při odbíjení hodin musí západka 2 dosedat zešikmeným hrotem na hroty zubů, nikdy ne do mezer mezi nimi.

Náběh probíhá 6 až 7 minut před odbíjením.

Náběžné kolo má učinit ještě asi 1/3 až 1/2 otáčky, než dosedne kolíkem 13 na zarážku spouštěcí páky.

Po náběhu nesmí ještě být zdvižná páka ve styku se zdvižným kolíkem.

Části bicího mechanismu jsou otočně uloženy na zašroubovaných dokonale vyleštěných čepech a jsou zakolíčkovány. Neolejujeme.

Opakování hodiny se provádí spouštěcí pákou.

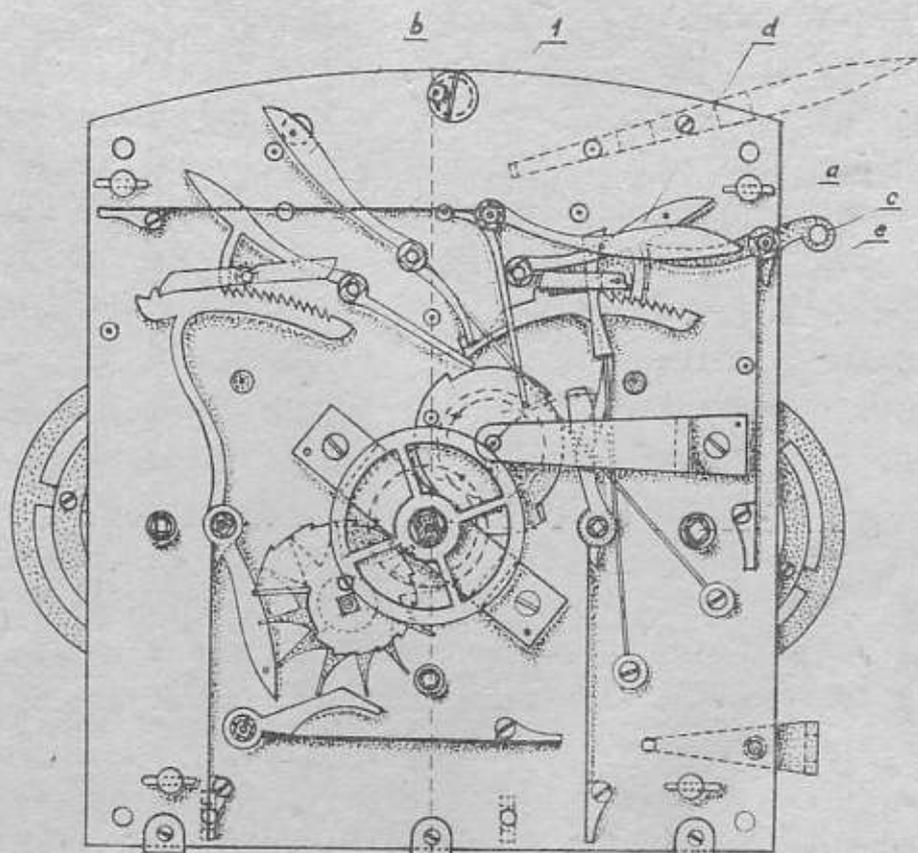
Ručkami zde lze otáčet i nazpět, neboť páka 9a se při zpětném pohybu pouze nadzvedne a neovlivní polohu spouštěcí páky.

Bicí stroj čtvrtový

U čtvrtových opakovacích hodin je bicí stroj pro odbíjení celých a půlhodin upraven stejně jako u předchozího typu. Rozdíl je jen v tom, že početník má všechny zuby stejně velké /tj. stejně vysoké/, západka stojí v opačném směru a má delší prodloužené rameno. Podávací vačka je dvojitá /s dvěma křídly i zuby/. Také zdvižných kolíků na věnci kola je zde více. Soukolí čtvrtového stroje se podobá předchozímu, má však menší počty zubů i zdviž-

ných kolíků. Početník čtvrtového systému má jen 6 až 7 zubů, vačka jen jeden zub.

Stupnice o 4 stupních sedí na střídném kole a nese 4 spouštěcí kolíky, které zvedají pružnou výmrštnou spoušť a /obr. 91/.



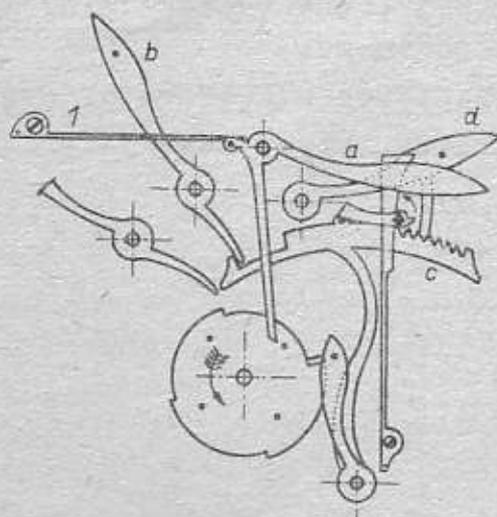
obr.91.

Mezi čtvrtovým a hodinovým soustrojím je spojovacím článkem dvouramenná páka, tzv. zádržka b, která zadržuje soukolí bicího stroje pro odbíjení celých hodin v klidu tak dlouho, pokud neodbijí čtvrti. Zadržovací kolík je přinýtován buď na kole náběžném, nebo na větrníku. Mimo výmrštnou spoušť je zde ještě spoušť opakovací c, v níž je zavěšena šňůrka, která je vyvedena ze skříně ven. Páka zakreslená v obr.91 čárkovaně slouží k vypnutí celého bicího mechanismu.

Průběh odbíjení

Ručkový pastorek je v záběru se střídným kolem, které nese

čtvrťovou stupnicí . Otáčí jím proti výmrštné spouště a. Spouštěcí kolík s sebou unáší výmrštnou spoušť po tu dobu, pokud se tato nachází v působivém okruhu kolíku /obr. 92/. Pootáčením kola se spoušť vychyluje a napíná pérko l. Jakmile se stupnice pootočí tak daleko, že rameno výmrštné spouště opustí kolík, vymrští se působením pérka l a nadzvedne západku d. Tím je uvolněn



obr. 92.

početník čtvrtého stroje e, který pak druhým ramenem dosedne na stupnici. Současně uvolní zádržku b, která umožní náběh hodinového bicího stroje. Vačka čtvrtého bicího stroje se otáčí, posunující početníkem; kladívko odbíjí čtvrtě. Při posledním úderu paličky je stržena zádržka b početníkem; její část s kolíkem, procházejícím deskou stroje, se vychýlí z dráhy kolíku náběžného kola a dochází k odbíjení celých hodin. Čas je odbíjen tak, že napřed bijí čtvrtě a pak hodiny.

Je-li např. $3/4$ 4, zazní 3 údery čtvrtí a 3 údery celých hodin. Tyto druhy bicích strojů jsou vesměs opakovací.

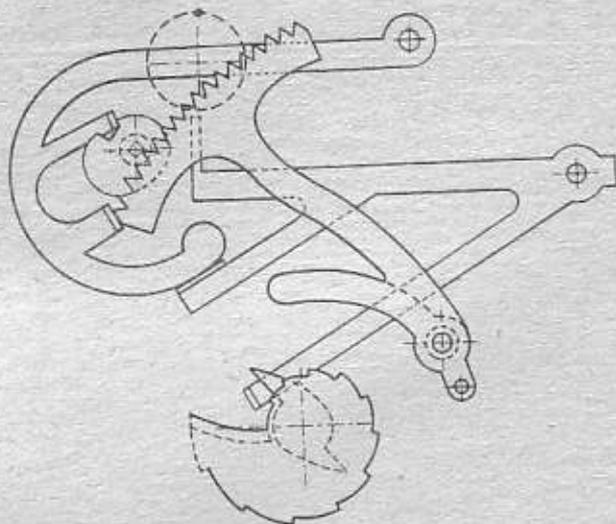
Bicí stroje s početníkem a stupnicí na hodinovém kole

Tyto novější konstrukce se liší od předchozích úspornějším řešením mechanismu. Stupnice je nesena hodinovým kolem, ovládní spouštěcí páky od ručkového pastorku se děje pomocí dvou palců, podávací vačka je opatřena podávacím kolíkem a slouží nejen k podávání početníku, ale i k ovládní páky zapadací, někdy též i jako samotná zarážka / obr.93/. Seřízení je jednodušší, tvarování pak účelnější.

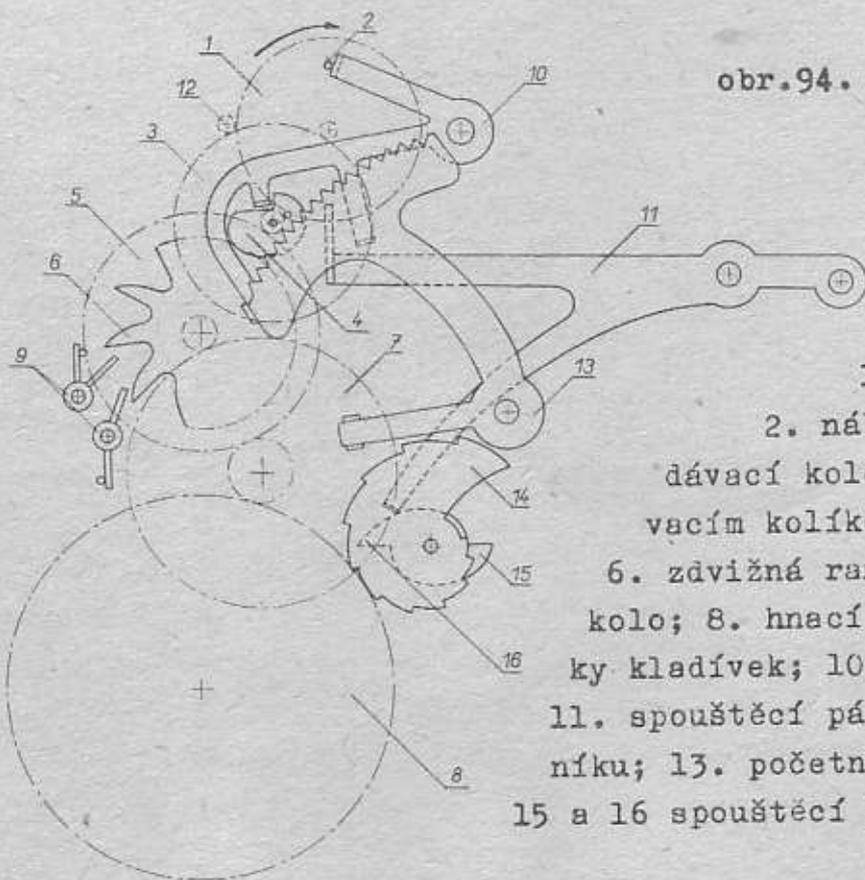
Moderní typ bicího stroje u nás vyráběného n.p. Chronotech-na je na obr. 94. Spouštění se neliší od známého průběhu, jen zapadací páka při odbíjení hodin sama zachycuje polohu početníku.

Stroj se zastavuje tím, že zobák zapadací páky přijde již mimo počtník. Páka klesne doleji, dosedne do výřezu podávací vačky a způsobí zastavení stroje - podobně jako u schotského stroje.

Odbíjení půlhodin je opět řešeno zvednutím spouštěcí páky o menší hodnotu, takže nedojde k spadnutí počtníku na stupnici - odbije jen jediný úder.



obr.93.



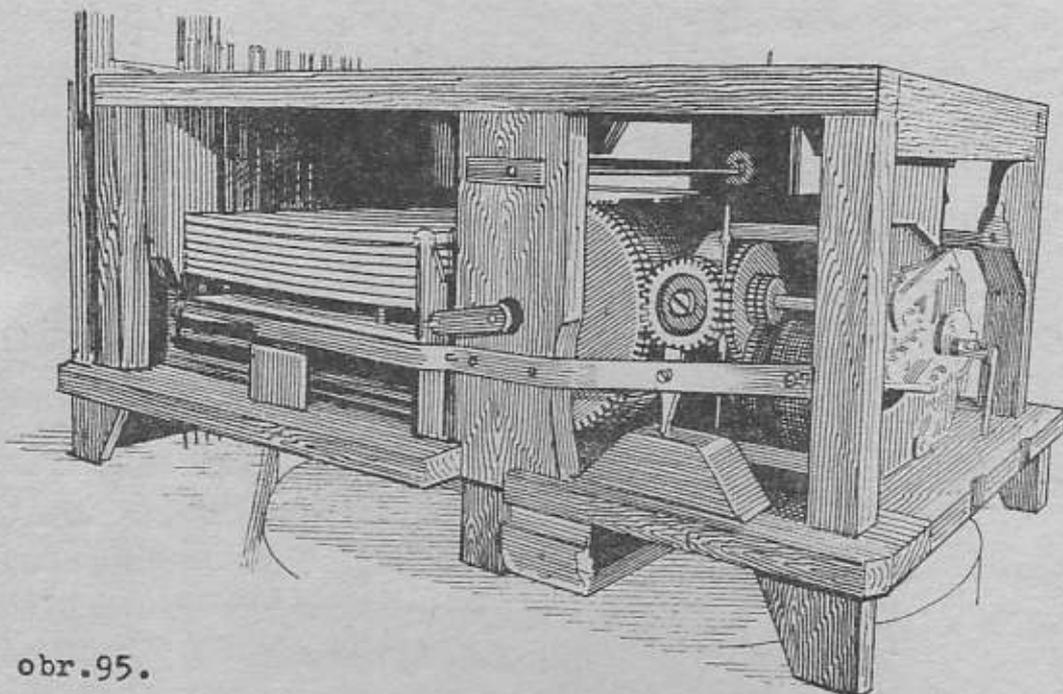
obr.94.

1. náběžné kolo;
2. náběžný kolík; 3. podávací kolo; 4. vačka s podávacím kolíkem; 5. zdvižné kolo;
6. zdvižná raménka; 7. přísadní kolo; 8. hnací kolo; 9. zdvižné páky kladívek; 10. zapadací páka;
11. spouštěcí páka; 12. pastorek větrníku; 13. počtník; 14. stupnice;
- 15 a 16 spouštěcí palce

Ostatní bicí mechanismy, jako např. VESTMINSTER apod., nejsou u nás rozšířeny, a pokud opravář ovládá seřízení popsaného základního typu bicího stroje, bude se snadno orientovat i v těchto poněkud odlišných provedeních.

Zvláštní bicí systémy

V praxi se občas setkáme i s jinými bicími mechanismy, kde třeba stupnice pro čtvrtkový stroj je jen jedna, opatřená dělením jak pro celé hodiny, tak i pro čtvrtě. Zvláštní uspořádání mají kapesní hodinky, které odbíjejí čas jen po stisknutí opakovací páčky nebo korunky. U starožitných hodin se setkáme i s různě upravenými hracími strojky - např. podle obr. 95. Provedení něko-

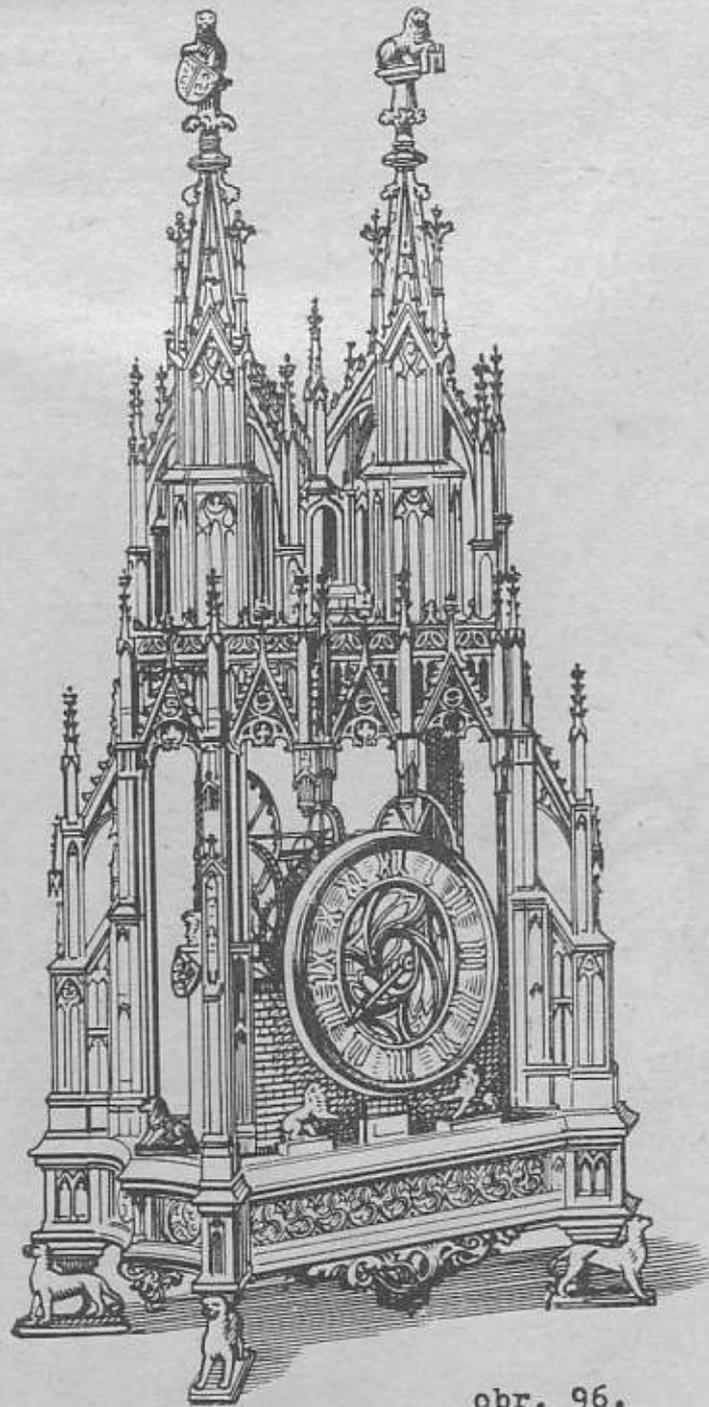


obr.95.

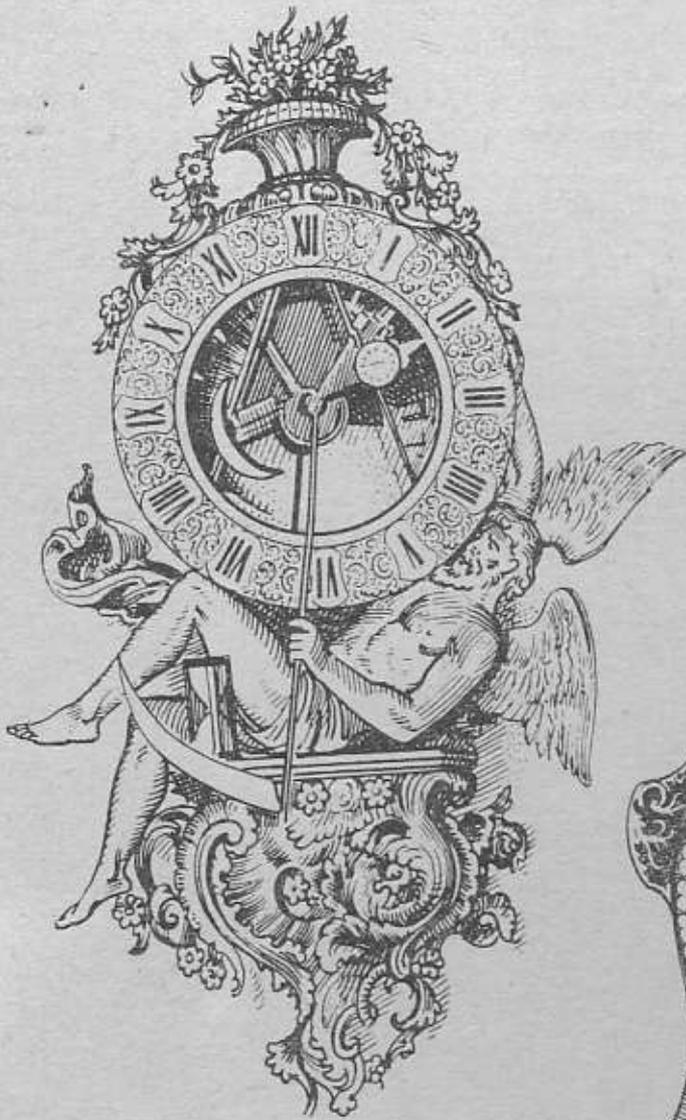
lika starožitných hodin je na obr. 96 až 98.

Mazání hodinového stroje

Je-li hodinový stroj sestaven a seřízen, zbývají nám ještě dva důležité úkony:



obr. 96.



obr. 97.



obr. 98.

a/ mazání

b/ odzkoušení a regulace

Všimneme si nyní jen některých nejzákladnějších požadavků, které budeme v dalších dvou ročnících doplňovat a prohlubovat.

Mazání stroje provádíme uvážlivě, pečlivě a vhodnými mazacími prostředky. Pero se nejčastěji maže tukem. Ložiska olejem, který je vhodný pro dotyk mosazí s ocelí. Dbáme na to, aby oleje nebylo mnoho, aby nepřetékal, a vyvarujeme se i druhé krajnosti, aby ložisko bylo mazáno nedostatečně. Sesazení stroje předcházelo důkladné vyčištění všech součástí, vyhlazení čepů a oprava ložisek. Dbáme na to, aby se olej žádným způsobem neznečistil. Mažeme všude tam, kde dochází k tření, ale nemažeme přitom všechna místa, kde se součástky stýkají.

Zásadně nemažeme: zuby kol v soukolí - ať již jicího nebo bicího stroje,

popudný kolík u setrvačky,

kolík vidlice kyvadla,

uložení pák bicího mechanismu,

uložení spouštěcího kola u budíků,

uložení střídného a hodinového kola,

místa, kde by tuhnutí oleje mohl způsobit zhoršený průběh funkce součástky.

Při volbě oleje se řídíme důsledně návodem výrobce.

Regulace hodin

Pod pojmem regulace hodin si představujeme úpravu těch částí hodin, které mají vliv na přesnost chodu stroje. U kyvadlových hodin je to hlavně kyvadlo a u setrvačkových strojů setrvačka a vlásek, tedy regulátor chodu. Regulátor chodu není však jediným mechanismem, na němž závisí přesnost chodu hodin, neboť sám je pod vlivem hnací síly pera nebo závaží, pod vlivem funkce kroku, teploty, tření a dalších činitelů. Proto nemůžeme při regulaci hodin zaměřit pozornost jen na regulátor, zvláště chceme-li dosáti regulace přesnější.

Běžnou regulaci uskutečňujeme prodlužováním nebo zkracováním činné délky kyvadla nebo vlásku. To je však až poslední fáze regulace; nejsou-li ostatní části náležitě upraveny, nebude dostatečně účinná. Zaměříme proto pozornost nejprve na celkovou úpravu stroje.

1. Celý stroj musí být pečlivě upraven, aby v zubech soukolí nedocházelo ke kolísavému tření. U všech kol jícího stroje musí být správná z á b ě r o v á v z d á l e n o s t .

2. Ložiska i čepy musí být bezvadně vyleštěny, musí být přesná mezizubní i axiální vůle kol.

3. Krok musí být seřízen co nejpečlivěji. Předepsaná hloubka kroku u kroků vratných má vliv na rozkvyv kyvadla; správná hloubka klidu u kroků klidových a volných zajišťuje, aby zub již při pádu nedopadal na plochu popudu. U budíkového kroku záleží velmi na funkci vypuštění, která má podstatný vliv na kyv setrvačky, i na vůli popudného kolíku ve vidlici. Přezkoušíme vůli vidlice i hladkost palet a ploch popudu i záchyty.

4. U setrvačkových strojů věnujeme velkou pozornost především setrvačce. Překontrolujeme vyváženost a centričnost jejího uložení, úpravu vlásku, funkci regulační ručky a jejího zámku, upevnění vlásku na jádru i zakolíčkování a posoudíme velikost kyvů. Čím přesnější stroje, tím menší bude vůle vlásku v zámku regulační ručky. U budíků necháváme vlásek obvykle kmitat v zámku, neboť zámky nejsou pro přesnější regulaci výrobně připraveny.

5. U kyvadlových strojů jsou z hlediska regulace citlivými body části spojení přímo s kyvadlem. Důležitá je velikost vůle kolíku vidlice ve vodítku kyvadlové tyče, hladkost ploch. Je třeba vždy překontrolovat závěs kyvadla. Nejčastěji se tu setkáme se závěsem perovým - jak u strojů s dlouhým, tak s krátkým kyvadlem. Perový závěs musí být v konzole zakolíčkován s vyloučením jakékoli vůle, avšak jen tak ztuhá, aby se vlastní hmotností kyvadla lehce přizpůsobil jeho poloze. Pérko nesmí být v žádné části deformováno. Již při nepatrné deformaci dochází k vlnění kyvadla při kyvu. Ve skříní musí mít kyvadlo dosti místa, v kyvu mu nesmí překážet ani ozvučná tyč, ani klesající závaží. Překontrolujeme také upevnění čočky a regulační matice.

6. Regulaci může ovlivnit i špatné naolejování stroje.

Jsou-li všechny uvedené požadavky v úplném pořádku, pak regulace sama - uskutečňovaná posunutím regulační ručky u setrvačkových hodin, nebo pootočením regulační matice u kyvadlovek - je již snadná. Řídíme se tímto jednoduchým pravidlem:

Zkrácením činné délky zkracujeme i dobu trvání kyvu. Kyvadlo nebo setrvačka kýve pak rychleji a za časovou jednotku učiní více kyvů.

Prodloužením činné délky prodlouží se i doba trvání kyvu. Kyvadlo nebo setrvačka kýve pak pomaleji a za časovou jednotku učiní méně kyvů.

Hodnota, o níž musíme korigovat regulační ručku nebo matici, je různá podle pružnosti vlásku a hmotnosti setrvačky nebo délky kyvadla. Hodinář obvykle provádí regulaci odhadem, výjimečně u kyvadlových strojů podle tabulek. Malé stroje se regulují pomocí přístroje nazvaného vibrograf.

Denní chod hodin

U převážné většiny hodinových strojů posuzujeme jejich přesnost v časovém úseku 24 hodin porovnáním s přesnějšími stroji /regulátory/ nebo provádíme kontrolu chodu poslechem časových signálů, vysílaných rozhlasem. Při běžné regulaci se spokojíme s vyregulováním chodu stroje tak, aby denní odchylka od přesného času byla co nejmenší. Velikost této odchylky závisí na kvalitě stroje a na víceméně přesném provedení opravy. U budíků a kuchyňských hodin nemohou být požadavky na přesnost přehnané, takže se zpravidla spokojíme s maximální denní odchylkou jedné minuty. Hodinové stroje s dlouhým kyvadlem mohou však již být vyregulovány přesněji. Při přesné regulaci se však nemůžeme spokojit konstatováním denní odchylky chodu. Uvidíme, že posuzování kvality hodin podle toho, o kolik se chod stroje za den zrychlí nebo zpozdí, není správné. Nezáleží totiž ani tak na velikosti zpoždění nebo zrychlení, jako spíše na tom, jak p r a v i d e l n é jsou tyto odchylky.

Mají-li zdánlivě méně přesné hodinky, které se epožďují např. denně o půl minuty, chod tak pravidelný, že nedochází k jiným časovým změnám, můžeme chybu odstranit regulací. Je-li naproti tomu zpoždování zdánlivě přesnějších hodin *n e p r a v i - d e l n é*, např. jednoho dne o 10, druhého dne o 20 sekund, stává se regulace obtížnou a nejistou.

Kvalitu hodinového stroje jedině správně charakterizuje *p r ů m ě r n á d e n n í z m ě n a / v a r i a c e /* chodu. Zde však již nestačí posuzování odchylek ze dne na den. Stroj musí být podroben kontrole řadu dní /13 až 14/, zjištěné denní odchylky zpoždění i zrychlení se pak musí přepočítat na průměrný denní chod a rovněž na průměrnou denní variaci. Potom teprve poznáme, s jakou přesností můžeme tímto strojem kontrolovat čas. S přesnou regulací se seznámíme ještě později. Kdybychom chybu jedné sekundy znázornili denně na diagramu délkou jednoho metru /podle prof. Hajna/, pak by dovolená maximální chyba moderních kyvadlových nebo křemenných hodin byla dána bodem ležícím asi tři milimetry nad vodorovnou osou. Chyba běžných starých hodin by však byla na tomto diagramu znázorněna pořadnicí měřící celý kilometr.

Skříně hodin a pouzdra budíků

Stroje hodin i budíků jsou uloženy ve skříních a pouzdech konstruovaných ze dvou zásadních hledisek:

1. pro ochranu stroje před znečištěním,
2. pro vnější estetickou úpravu hodin.

Obě tato hlediska musí mít opravář na zřeteli při opravě stroje. Skříně velkých závažových nebo perových hodin se vyrábějí ze dřeva, jejich dvířka se vyplňují sklem. Starší skříně bývaly bohatě zdobené a vyřezávané. Dnes je módní jednoduchá hladká skříň, ovšem účelně a vkusně provedená. Pro skříně jicích strojů kuchyňských hodin se nyní používá dřevo, ale i plech nebo umělé hmoty. Číselníky jsou na skle nebo plechu, popřípadě jen plastické číslice arabské nebo římské, připevněné na hladkém dřevěném nebo jiném podkladu.

Budíková pouzdra se vyrábějí hlavně lisováním z tenkého plechu, někdy i klížením dřeva. V poslední době se i zde používá rovněž umělých hmot. Číselník je zpravidla papírový, jen výjimečně plechový.

Dřevěná pouzdra nebývají vážně poškozena; jejich případnou opravu obvykle předáváme truhláři. Pouzdra z umělých hmot se neopravují - poškozené je nutno nahradit novým. Velmi často se setkáváme s poškozenými pouzdry plechovými. Je třeba, aby opravář různě deformované plechové pouzdro opravil, vyklepáním vyrovnal a uvedl do takového stavu, který zajišťuje spolehlivou ochranu stroje před vnikáním nečistot zvenčí. Estetická úprava pouzdra je značně komplikována tím, že se musí především uvažovat hledisko účelnosti. Pouzdro může být chromované, niklováno nebo stříkáno barvou. Při opravě je nutné především zbavit plech rzi nebo jiných nečistot a věnovat vzhledu pouzdra dostatečnou pozornost. Je přirozené a pochopitelné, že zákazník posuzuje kvalitu provedené opravy především podle vzhledu opraveného budíku a přesnosti jeho chodu.

U dřevěných skříní musí být především bezpodmínečně odstraněn všechen povrchový prach a znečištěná skla bezvadně vyleštěna.

VIII. Zvláštní druhy velkých hodin

Pod tímto názvem si představujeme takové druhy hodin, u nichž mimo pět základních ústrojí nacházíme ještě další doplňky anebo takovou změnu v některém zařízení, že se tím podstatně liší od standartního provedení hodinového stroje. Tyto úpravy jsou obvykle tak speciální, že i stroj dostává odlišný komerční název. Podle toho známe např. hodiny minutky, expoziční, holubářské, registrační, ponocenské a jiné. V dalším se budeme zabývat jen stručnou charakteristikou některých těchto strojů.

1. Krátkodobé časoměřiče neboli minutky

jsou obvykle vyráběny ve tvaru budíků a opatřeny také zvlášť upraveným budicím mechanismem. Číselník je rozdělen na 10 nebo 60 minut. Na pravé straně pouzdra, které je zároveň číselníkem, je volně přístupná minutová ručka, která zároveň slouží k natahování. Otočením minutové ručky nařídíme minutky na potřebnou dobu a současně natáhneme stroj. Po uplynutí nařízené doby zazní signál zvoněním. Minutky se používají k různým procesům v průmyslu, v lékařství při koupelích, elektroléčbě, rehabilitační léčbě, v kadeřnictví apod.

2. Hodiny expoziční

spadají účelově do krátkodobých časoměřičů a používají se hlavně při kopírování nebo zvětšování fotografií. Měří se jimi kratší časové úseky než minutkami. Číselník je dělen na 60 sekund. Je zde zase ukazovatel, kterým nastavíme čas a příslušným ovládacím dílcem uvedeme stroj do chodu. Například moderní expoziční hodiny "NOVEX" typ B2 jsou opatřeny dvěma ovládacími tlačítky a vypínačem pro trvalé osvětlení. Zásuvka umístěná v pouzdře stroje slouží k zapojení kopírovacího nebo zvětšovacího přístroje.

Průběh je tento: dobu expozice nastavíme řídicím knoflíkem. Stisknutím černého tlačítka uvedeme měřič do chodu a ten po uplynutí nastaveného času způsobí vypnutí, čímž skončí doba osvit. Současně se i ručka vrací zpět na nulu. Okamžikem vypnutí se vrátí do nastavené polohy řídicího knoflíku. Opětným stisknutím černého tlačítka lze nastavenou expoziční dobu podle potřeby opakovat. Stisknutím červeného tlačítka můžeme zase expoziční dobu libovolně zkrátit a probíhající expozici ukončit. Časový normál obstarává synchronní motorek.

3. Hodiny telefonní

se používají v poštovních telefonních ústřednách při meziněstských hovorech; odměřují trvání hovoru účastníků. Je to krátkodobý časoměřič, který oznámí protelefonoovaný čas každé tři minuty. Uvádí se v činnost stisknutím knoflíku. Zařízení je podobné jako dříve popsané. Vidíme, že v uvedených příkladech krátkodobých časových měřičů přechází technický vývoj stále více k uplatnění prvků vzdálených od klasického pojetí hodin. Stále více jde spíše o časové spínače.

4. Hodiny holubářské

se nazývají též konstatovací, neboť jsou určeny k zjišťování doletu poštovních holubů při závodech. Mají tvar malého kufříku a kromě hodinového stroje jsou opatřeny zvláštním razícím zařízením, které vyrazí čas na papírovém pásku. V hodinách je též kotouč, který se při každém ražení pootočí a nastaví pod vkládací otvor pouzdra, do něhož se vkládají značky jednotlivých holubů. Při jednom spuštění a zaplombování lze provést 32 záznamů. Při ražení je zaručeno, že je záznam proveden k určité značce holuba.

5. Tažné hodinové stroje

Jsou obvykle součástí měřicí soupravy, například přístroje k měření teploty nebo tlaku a také jiných, např. elektrických

veličin. Slouží jako časový a tažný prvek zapisovacího zařízení. Setkáme se s mnoha variantami jejich provedení.

Hodinový strojek RPM s registračním válcem je uložen ze dvou třetin uvnitř válce, který je na něm soustředně upevněn a spojen spojkou s výchozím ozubeným kolem. Natahovací hřídel je vyveden ze strojku středem válce a zakončen natahovacím knoflíkem, po jehož odšroubování je možno válec sejmout. Spojka dovo-luje nastavení registračního válce se záznamním listem do zvolené polohy.

Tažné hodinové stroje RP 120 a 140 jsou určeny pro zapisovací přístroje. Hodinový stroj je ručně natahován šnekovým soukolím. V bočnicích je upevněn jak hodinový strojek, tak i ostatní převody /kluzná spojka/ včetně cívek, na něž se registrační papír navíjí. Stále více se uplatňují stroje s elektrickým ná-tahem, které jsou již konstrukčně řešeny k širšímu uplatnění. Jsou to výrobky n.p. Elektročas.

Starší konstrukce mají i obyčejný budíkový krok, nové jsou opatřovány vestavným kolíčkovým krokem uloženým v kamenech.

6. Hodiny ponocenské

Účelem těchto hodin není ukazovat přímo čas, ale kontrolovat nočního hlídače při výkonu jeho služby. Hodiny jsou obvykle masívní stroj menších rozměrů bez pevného číselníku a ruček. Jsou uloženy v pouzdru tak, že jeho uzavřením na klíček je zamezen přístup k řízení stroje, s kterým proto nelze manipulovat. Místo hodinové ručky je na hřídeli upevněn zvlášť upravený válec, na jehož obvod se nasazuje papírový pásek s vyznačenými hodinami rozdělenými na čtvrt hodinové, eventuálně pětiminutové intervaly. Jiné typy mají tento pohyblivý číselník kruhový, nasazený na kruhové desce; dělení je zde obdobné. Proti papírovému číselníku je nastaveno několik hrotů na pružinách, které se při otáčení klíč-kem stlačí a číselník propíchnou. Uspořádání a počet jehel je stanoven počtem kontrolovaných míst určitého objektu.

Šestistaniční ponocenské hodiny lze použít ke kontrole šes-ti různých míst. Hlídač dostane hodiny nařizené na čas, uzamčené

a s novým číselníkem. Obchází např. střežený tovární objekt a jeho obchůzka všemi důležitými místy trvá hodinu. Aby nemohl hlídač zůstat jen na jednom místě, jsou píchací klíčky na určitých místech ve zvláštních skřínkách. Klíček je připevněn řetíz-
kem a má vždy jinou rozteč. Hlídač při obchůzce pootočí u každé skřínky příslušným klíčkem v hodinovém pouzdru, a tak propíchne otvory v různých místech na číselníku. Po ukončení služby odevzdá hodiny kontrolnímu orgánu, který podle propíchnutých otvorů zjistí, zda hlídač konal službu odpovědně a v kolik hodin se na tom kterém místě nalézal. Aby se dalo kontrolovat, zda nebyly hodiny během určené doby otevřeny, je na pouzdru zvláštní nůž, který nařízne okraj číselníku při každém zavření a otevření pouzdra.

Při opravě se nesetkáváme se žádnou zvláštní obtíží nebo mimořádností, je ovšem nutná kontrola klíčků a přezkoušení jejich funkce, popřípadě oprava pérek píchacích hrotů.

Ponocenské hodiny nejnovějších typů se opírají o systém, u něhož se na proužek papíru tiskne datum, čas a číslo /jak je tomu např. u výrobků Schlenker, IBM i dalších/. Číslo stanice je na klíči, jímž se současně přesunuje papírový proužek o jednu řádku. Toto číslo může být nejvýše dvoumístné, čili pro 1 až 99 stanic.

Tachografy

jsou kombinované kontrolní a registrační přístroje, určené hlavně pro nákladní automobily. Obsahují rychloměr, hodinový stroj, počítáč kilometrů a registrační zařízení, které zaznamenává na záznamovém kotouči ujeté kilometry, jízdu a stání vozidla, okamžitou rychlost v závislosti na čase a každé otevření i zavření přístroje.

U nás se vyrábí tachograf TFl, n.p. Mikrotechna.

Bezpečnostní předpisy

Naše ústava zaručuje nejen právo na práci, ale také právo na ochranu života a zdraví při jejím provádění. Opatření, která

mají zlepšovat pracovní podmínky a zajistit bezpečnost při práci i její hygienické podmínky, jsou vyjádřena v zákoně o bezpečnosti při práci a v usnesení vlády. Povinnost zabezpečit zdraví pracujících mají zajišťovat vedoucí podniků a povinnost dodržovat bezpečnostní předpisy je uložena všem zaměstnancům.

Povinnosti podniku

Podniky jsou povinny soustavně vytvářet podmínky pro bezpečnou a zdravotně nezávadnou práci v souladu se všeobecně platnými bezpečnostními předpisy a se zřetelem na využití poznatků vědy a techniky. Dále jsou povinny zřizovat a udržívat ochranná zařízení, poskytovat osobní ochranné pomůcky, odstraňovat příčiny úrazů a nemocí z povolání, organizovat prověrky pracovišť, provádět revize technických zařízení a seznamovat pracujícíms bezpečnostními předpisy.

Povinnosti pracujících

Všichni pracující jsou povinni dodržovat předpisy a pokyny k zajišťování bezpečnosti práce, používat ochranná zařízení a osobní ochranné pomůcky, účastnit se předepsaných bezpečnostních školení, lékařských prohlídek a oznamovat nadřízeným pracovníkům nebo orgánům dozoru nedostatky z hlediska ochrany a bezpečnosti práce /OBP/.

Orgány dozoru ROH nad bezpečností při práci

Dozorčími orgány ROH nad bezpečností práce jsou u základních organizací ROH důvěrníci OBP, komise OBP v čele s předsedou. Úkolem dozorčích orgánů ROH je provádět bezpečnostní prověrky, vydávat závazné pokyny a příkazy k odstranění závad a pečovat o nejširší výchovu pracujících z hlediska OBP.

Hygiens práce

Hygienou práce se rozumí péče závodu o zdraví pracujících. Zaměstnanci mají mít zajištěnu čistotu ovzduší, opatření proti vzniku nemocí z povolání a k dispozici nejnnutnější sociální zařízení, jako pitnou vodu, zdravotní potřeby, potřeby první pomoci,

šatníky, WC. Na každém pracovišti musí být umístěna lékárnička, jejíž vybavení odpovídá předpisům pro péči o zdraví zaměstnanců.

Školení nově přijatého pracovníka

Každý nově přijatý pracovník musí být obeznámen "vstupní instrukcí" s nejdůležitějšími zásadami bezpečnostních předpisů /zákoník práce/, musí být informován o nárocích zaměstnance v případě úrazu nebo nemoci z povolání a o jeho povinnosti každý úraz hlásit.

Dále musí být seznámen s pracovními postupy pro výkon jeho předpokládaných prací a upozorněn na možná nebezpečí i obeznámen s pokyny k používání osobních ochranných pomůcek a jiných technických zábran, důležitých pro jeho pracovní zařazení. Bezpečnostní instruktáže podle směrnic musí být každoročně opakovány se všemi zaměstnanci.

Pracovní úraz

- a/ Pracovním úrazem se rozumí úraz, k němuž došlo v práci nebo v úzké souvislosti s výkonem zaměstnání.
- b/ Postižený, pokud je toho schopen, nebo svědek urazu, popřípadě jiný pracovník, který se o úrazu dověděl, je povinen hlásit ihned pracovní úraz nejbližšímu představenému pracoviště, kde k úrazu došlo.
- c/ Při pracovním úrazu má postižený nárok na náhradu rozdílu ušlého výdělků, bolestného a společenského uplatnění, respektive na důchodové zabezpečení a na náhradu věcné škody.
- d/ Organizace je zčásti zproštěna povinnosti odškodnění pracovního úrazu, prokáže-li se, že si postižený přivodil zranění do určité míry svou vlastní vinou. Organizace je zcela zproštěna povinnosti odškodnění, prokáže-li postiženému, že si úraz zavinil výlučně jen sám, porušením bezpečnostních předpisů, ač byl s nimi seznámen.
- e/ Postih za porušení předpisů OBP organizací nebo osobou může být uplatněn soudně nebo v rámci podniku.

První pomoc

V provozovnách nebo na pracovištích, kde jsou umístěny lékárničky, musí být ustanovena osoba odpovědná za její udržování a stav. Při každém úrazu musí být poskytnuta postiženému ihned první pomoc. Do příchodu lékaře, popřípadě do odvozu zraněného do nemocnice je povinen poskytnout první pomoc zaškolený samaritán nebo příslušný spolupracovník vycvičený v poskytování první pomoci, nebo vedoucí pracovník.

Požární prevence

Požáry ochuzují naše hospodářství o mnohamiliónové hodnoty a způsobují i ztráty na životech. Rozbor požárů a jejich příčin ukazuje, že většina požárů vzniká z neznalosti nebo podceňování požárního nebezpečí, z vědomého nedodržování požárních předpisů a norem a ignorování základních požadavků požární ochrany při výrobě a skladování. Za organizování a důsledné provádění preventivních opatření k zabránění vzniku požáru /požární ochrany/ odpovídá vedoucí jednotky. Je povinen se zaměstnanci provádět jednou za rok školení. Každý zaměstnanec je povinen dodržovat požární bezpečnostní předpisy a dbát, aby nezavdal příčinu ke vzniku požáru. Závady, které by mohly být příčinou požáru, je povinen hlásit svému představenému. Zpozoruje-li zaměstnanec požár a může-li jej sám uhasit, je povinen tak neprodleně učinit. Tuto povinnost má, i když se dověděl o požáru od jiné osoby, která pro vážné překážky nemůže požár uhasit sama. Nemůže-li zaměstnanec požár uhasit sám, je povinen učinit poplach a přivolat k hašení požáru požární jednotku.

Hasicí přístroje

V současné době jsou užívány tyto druhy hasicích přístrojů:

VODNÍ: vhodný pro hašení organických látek, dřeva, papíru, textilu - nevhodný pro barvy, laky, tuky, hořlaviny, elektrické zařízení

PĚNOVÝ: hasí minerální oleje, tuky, naftu, dehet - nevhodný pro elektrická zařízení

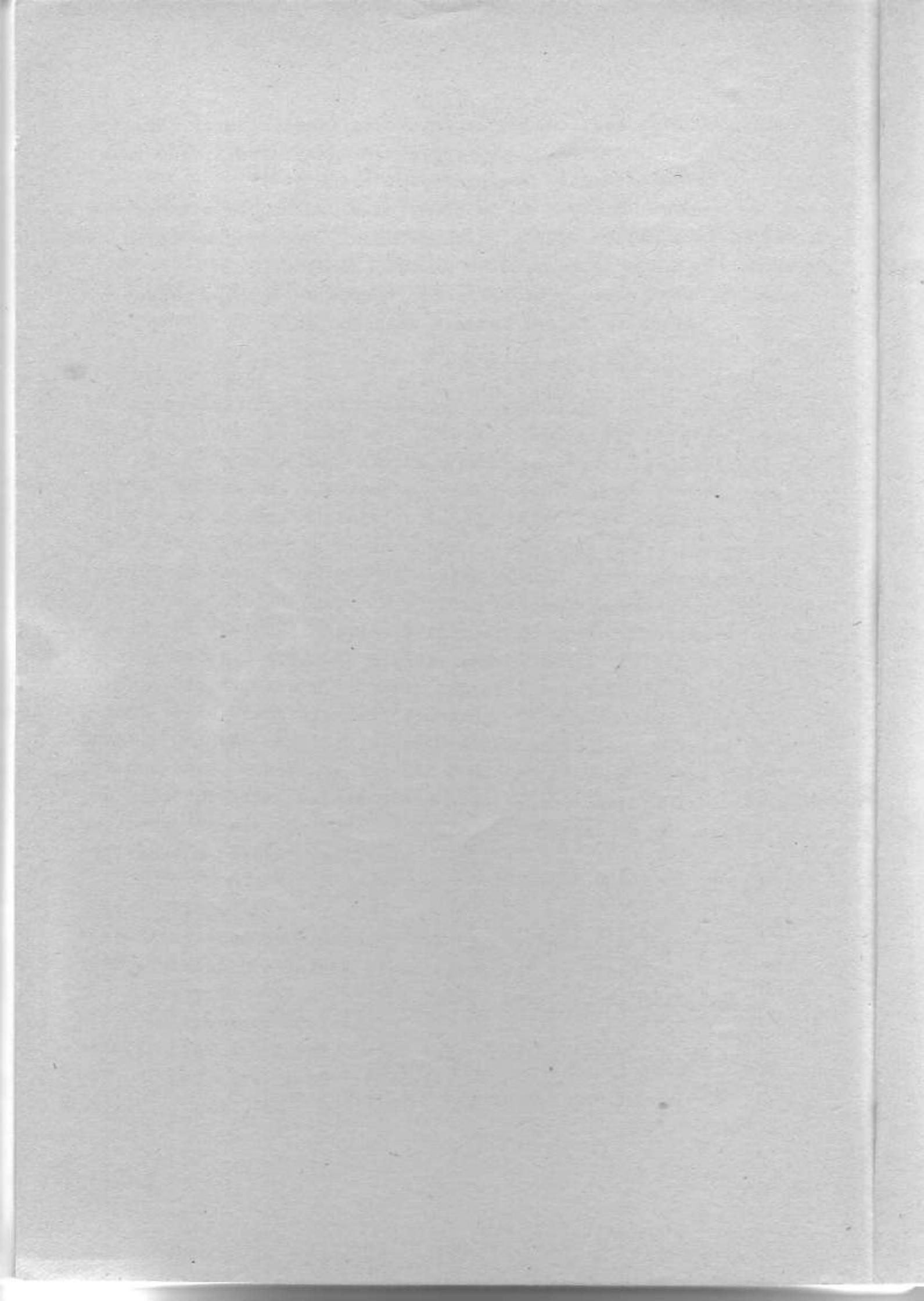
TETRACHLÓROVÝ: hasí dobře elektrická zařízení, tekuté hořlaviny -
-nevhodný pro organické látky, rozžhavené železo,
ternit. Nevyplachovat vodou !

N e s m í se používat v uzavřených místnostech !

PRÁŠKOVÝ: k hašení elektrických zařízení, tekutých hořlavin, ben-
zínu, benzolu, oleje, líhu, karbidu.

SNĚHOVÝ: hasí elektrická zařízení, tekuté hořlaviny, potraviny.
Předměty nejsou hašením znehodnoceny.

- - - - -



LEGENDY K OBRÁZKŮM

- Obr. 1 Rovnice času
Na ose x se vynáší čas, na ose y rozdíl pravého a středního poledne
- Obr. 2 Prodlužování slunečního dne
Z a Z₁ - polohy zeměkoule; S - slunce; H - paprsek hvězdy; A, B, C - pozorovatel
- Obr. 3 Gnómony
- Obr. 4 Sluneční hodiny tvaru sloupku
- Obr. 5 Sluneční věžní hodiny
- Obr. 6 Kamenné sluneční hodiny z Atén
- Obr. 7 Cestovní sluneční hodiny tvaru šunky
- Obr. 8 Aequinoctiální sluneční hodiny z r. 1720
- Obr. 9 Kapesní sluneční hodiny z r. 1456
- Obr. 10 Sluneční hodiny tvaru prstenu z doby kolem roku 1600
- Obr. 11 Měření času "slunečním prstenem"
- Obr. 12 Sluneční hodiny tvaru kalichu z r. 1590
- Obr. 13 Výtoková klepsydra z doby faraóna Amenhotepa kolem roku 1500 před n.l.
- Obr. 14 Schéma přítokových vodních hodin
- Obr. 15 Schéma výtokových vodních hodin
- Obr. 16 Schéma vodních hodin s číselníkem
- Obr. 17 Schéma Ktesibiových hodin
L - válec s označením hodin; A - přítok vody;
B - nádobka; D - plovák; F - násoska; M₁ - trubice;
M - nádobka; K - soukolí
- Obr. 18 Tabulka egyptských hvězdných hodin z doby faraóna Ramsesa VI
- Obr. 18a Pískové přesýpací hodiny
- Obr. 18b Olejové hodiny
- Obr. 19 První druhy mechanických hodin
- Obr. 20 Rekonstrukční kresba Galileových hodin
- Obr. 21 Olomoucký orloj
- Obr. 22 Pražský Staroměstský orloj
- Obr. 23 První druhy železných nástěnných hodin

- Obr. 24 Zdobení stroj stolních hodin z doby kolem roku 1570
- Obr. 25 Schématické znázornění kyvu matematického kyvadla
A, B, C - polohy kyvadla; h - výška zvednutí
kyvadla při rozkyvu
- Obr. 26 Fyzické kyvadlo s označením částí
- Obr. 27 Závěs kyvadla "na kolébce"
- Obr. 28 Závěs kyvadla sloupkových hodin
- Obr. 29 Závěs pružinový - jednoduchá pružina
- Obr. 30 Závěs pružinový - dvojitá pružina
- Obr. 31 Závěs kyvadla na konzole ve skříni
- Obr. 32 Závěs kyvadla na můstku hřídele kotvy
- Obr. 33 Hnací kolo (závažové)
1 - hnací hřídel; 2 - strunový válec; 3 - západkové
kolo; 4 - západka; 5 - pružina západky
- Obr. 34 Hnací kolo podle Harrisona
P - pérko; t - kolík; K - západkové kolo;
Z, Z₁ - západky
- Obr. 35 Hnací kolo perové
1 - víko; 2 - hnací kolo (perovník); 3 - západkové
kolo; 4 - hnací hřídel
- Obr. 36a Neozubený perovník otáčivý
1 - ozubené kolo; 2 - šnek; 3 - natahovací hřídel;
4 - nos stavítka; 5 - řetízek; 6 - perovník;
7 - páčka stavítka
- Obr. 36b Stavítko
- Obr. 37 Záběr kola s pastorkem - vytváření boků zubů
- Obr. 38 Záběr dvou třecích kol
n₁, n₂ - otáčky; D₁, D₂ - průměry
- Obr. 39 Hlavní kružnice kola
D_h - hlavová; D_r - roztečná; D_p - patní
- Obr. 40 Hluboký záběr
- Obr. 41a Mělký záběr
- Obr. 41b Vychozené ložisko a porušený záběr
- Obr. 42 Schéma soukolí hodinového stroje
kk - krokové kolo; k - kotva; s - setrvačka

- Obr. 43 Utužení ručkového pastorku pružnou podložkou
a - čep; b - pastorek; c - horní podložka;
d - kolík; e - pružná podložka
- Obr. 44 Utužení ručkového pastorku stěnou pastorku
- Obr. 45 Utužení ručkového budíkového pastorku
- Obr. 46 Vřeténkový krok kyvadlových hodin
- Obr. 47 Vřeténkový krok pro stroje se setrvačkou
- Obr. 48 Krok sloupkových hodin s dlouhoramennou kotvou
- Obr. 49 Krok sloupkových hodin s krátkoramennou kotvou
- Obr. 50 Ustálený tvar kotvy sloupkových hodin
- Obr. 51 Černoleský krok jednodenních hodin
- Obr. 52 Černoleský krok osmidenních hodin
- Obr. 53 Kolíčkový krok kuchyňských hodin - Japy
- Obr. 54 Kotoučkový krok
- Obr. 55 Grahamův krok s dlouhoramennou kotvou
- Obr. 56 Grahamův krok s krátkoramennou kotvou
- Obr. 57 Brocotův krok
- Obr. 58 Amantův krok
- Obr. 59 Lepantova úprava Amantova kroku
- Obr. 60 Zarážkový krok
1 - kyvadlo; 2 - pružina; 3 - zarážka; 4 - ozub
- Obr. 61 Konstantní impuls podle Garniera
1 - kotva; 2 - impulsní páka; 3 - zarážka; 4 - větrník;
5 - západka; 6 - zarážka; 7 - šikmý ozub
- Obr. 62 Mannhardtův krok
- Obr. 63 Diferenciální krok Dennisonův
- Obr. 64 Různé konstrukce vidlic
a - pro stroje s černoleským krokem; b - použití u levných kyvadlovek; c - pro nástěnné hodiny (tzv. pendlovky); d a e - pro přesné stroje hlavně elektrických hodin; 1 - třecí spojka; 2 - stavěcí matice; 3 - vidlice; 4 - kyvadlo; 5 - páčka; 6 - regulační šroubek; 7 - vodící kolík
- Obr. 65 Pohled na stroj s magnetickým uložením setrvačky
- Obr. 66 Regulační ústrojí setrvačky

- Obr. 67 Schéma provedení magnetického uložení
1 - deska stroje; 2 - můstek; 3 - magnet spodní;
4 - magnet horní; 5 - hřídel setrvačky; 6 - setrvačnick;
7, 8 - ložiskové kameny; 9 - ocelová struna;
10, 11 - napínací šrouby; 12 - krokové kolo; 13 - kotva;
14 - vlásek; 15 - regulační ručka; 16 - pojistný
kotouček; 17 - chránič (pouzdro)
- Obr. 68 Pohled na stroj se zavěšenpu setrvačkou
- Obr. 69 Schéma zavěšení setrvačky
- Obr. 70 Schéma regulace
- Obr. 71 Kolíčkový krok budíkový
a - krokové kolo; b - kotva; c - vidlice; d - popudný
kolík; e - plocha popudu; f - plocha záchytná
- Obr. 72 Uspořádání vestavného kroku
- Obr. 73 Konstrukce vestavného kolíčkového kroku
- Obr. 74 Schéma kolíčkového kroku s tichým chodem
1 - pastorek krokového kola; 2 - krokové kolo; 3 - vlásek;
4 - druhé kolo kroku; 5 - kolík; 6 - listové pružiny;
7 - kolík kotvy; 8 - vidlice; 9 - kotva; 10 - vodítka;
11 - hřídel setrvačky
- Obr. 75 Celkový pohled na budíkový stroj
1 - hnací kolo; 2 - krokové kolo; 3 - kotva budicího
stroje; 4 - spouštěcí páka; p - palička; h - řídicí
hřídel; k - spouštěcí kolík; K - spouštěcí kolo;
v - spouštěcí vačka; z - spouštěcí zpruha
- Obr. 76 Zarážecí mechanismus budíku
s - stavítka; m - můstek; p - pérko; z - závlačka;
T - tlačítko
- Obr. 77 Schéma mechanismu stroje s centrální budicí ručkou
1 - řídicí hřídel; z - spouštěcí zpruha; 3 - hodinové
kolo; 4 - spouštěcí vačka; 5 - spouštěcí kolo;
6 - číselník
- Obr. 78 Detail mechanismu přerušovaného zvonění budíku
1 - vícezubá hvězdice; 2 - tvarovaná ovládací páčka;
3 - pérko páčky; 4 - zarážecí rameno; 5 - palička
- Obr. 79 Celkový pohled na stroj budíku s mechanismem
postupného nepřerušovaného zvonění

- Obr. 79a Detail mechanismu (popis pro a až d)
1 - natahovací hřídel; 2 - k touč; 3 - nos;
4 - matice sloupku stroje; 5 - ozub; 6 - dvou-
ramenná páka; 7 - koleno ramene paličky; 8 - kolík
zvučného dílce; 9 - tlačítko
- Obr. 79b Poloha mechanismu při tlumeném zvonění
- Obr. 79c Poloha mechanismu při plném zvonění
- Obr. 79d Automatické zastavení zvonění, popřípadě mechanické,
uskutečněné tlačítkem
- Obr. 80 Celkový pohled na stroj budíku s přerušovaným
postupným zvoněním
- Obr. 80a Detail mechanismu : poloha dílců při tlumeném
zvonění (popis pro a až c)
1 - programová vačka; 2 - první nos vačky; 3 - vypouštěcí
pastorek; 4 - přerušovací páka; 5 - druhý nos vačky;
6 - kolík; 7 - pružina; 8 - palička; 9 - matice sloupku
stroje; 10 - vačka; 11 - kolík
- Obr. 80b Poloha dílců při netlumeném zvonění
- Obr. 80c Poloha dílců při silném zvonění
- Obr. 81 Schéma soukolí bicího stroje
1 - hnací kolo se zdvižnými kolíky a se zapadkovým
mechanismem; 2 - kolo se zapadacím kotoučkem;
3 - náběžné kolo s kolíkem; 4 - závěrkové kolo;
5 - větrník
- Obr. 82 Spouštěcí mechanismus bicího stroje
g, h - spouštěcí páka; d, b - zapadací páka;
R - podávací kolo (první náběžné); H - náběžné kolo
(druhé náběžné); c - ručkový pastorek s kolíky
- Obr. 83 Zdvižné kolo s paličkou
a - zdvižné kolo s kolíky; b - zdvižná páka;
K - palička(kladívko); G - pérko
- Obr. 84 Mechanismus odbíjení úderů
B - závěrkové kolo; P - podávací kolo
d, b, K - ramena páky
- Obr. 85 Závěrkové kolo (rozdělení obvodu)
- Obr. 86 Schéma bicího stroje hodin černoleských, schotských
a kukaček (poloha náběhu)

- g, h - spouštěcí páka; b, d, K - zapadací páka;
B - závěrkové kolo; Z - zapadací kotouček (vačka)
- Obr. 87 Ukončení odbíjení (základní poloha)
g, h - spouštěcí páka; b, d, K - zapadací páka;
B - závěrkové kolo
- Obr. 88 Bicí stroj s počteníkem a samostatnou stupnicí
1 - podávací vačka; 2 - počteník; 3 - západka;
4 - rameno počteníku s kolíkem; 5 - stupnice;
6 - hvězda; 7 - západka hvězdy; 8 - pérko;
9 - spouštěcí páka; 10 - kolíky střídného kola;
11 - kolík ručkového pastorku; 12 - kolík počteníku;
13 - kolík náběžného kola
- Obr. 89 Poloha pák při náběhu
12 - kolík počteníku; Z - zarážka spouštěcí páky
- Obr. 90 Detail ramena počteníku
- Obr. 91 Mechanismus čtvrtého bicího stroje
a - výmrštná spoušť; b - zádržka; c - opakovací spoušť; d - západka; e - počteník čtvrtého stroje;
1 - pérko
- Obr. 92 Páky čtvrtého bicího stroje (výklad označení pod obr. 91)
- Obr. 93 Soustava pák bicího stroje s počteníkem a stupnicí na hodinovém kole
- Obr. 94 Sestava bicího stroje s počteníkem a stupnicí na hodinovém kole, výrobek n.p. CHRONOTECHNA
1 - náběžné kolo; 2 - náběžný kolík; 3 - podávací kolo;
4 - podávací vačka; 5 - zdvižné kolo; 6 - zdvižná rohatka; 7 - přísadní kolo; 8 - hnací kolo (perovník);
9 - kladívkové páky; 10 - zapadací páka; 11 - spouštěcí páka; 12 - pastorek větrníku; 13 - počteník; 14 - stupnice; 15 - kratší spodní palec; 16 - delší spodní palec
- Obr. 95 Hnací mechanismus starožitných hodin
- Obr. 96 Gotické hodiny s pohyblivými figurkami (přibližně z roku 1430)
- Obr. 97 Starožitné hodiny z roku 1720
- Obr. 98 Starožitné hodiny z roku 1750

Doporučená literatura

- Prof. dr. Ing. M. Hajn: Základy jemné mechaniky a hodinářství
Josef Sladkovský: Učebnice odborné nauky hodinářské
Prof. dr. R. Schneider: Přesný čas
Karel Novák: O astronomických kyvadlových časoměrech
Jaromír Boukal: Opravy hodinek

Použitá literatura

- Prof. dr. Ing. M. Hajn: Základy jemné mechaniky a hodinářství
Pinkin A.M.: Remont časov
Josef Sladkovský: Učebnice odborné nauky hodinářské
O. Böckle, W. Brauns: Lehrbuch für das Uhrmacherhandwerk -
- Band I, II
G. A. Berner: Praktische Notizen für den Uhrmacher
R. Lavestá: Grundlegende Kenntnisse der Uhrmacherei
E. James: Die Lehre von den Schlagwerken
Julius Hanke: Die Uhrmacher Lehre
B. Hillmann: Der Kronenaufzug
Prof. dr. R. Schneider: Přesný čas
Martínek - Řehoř: Základy hodinářství
Astronomický ústav uni-
versity Karlovy: Časopis
Říše hvězd Časopis
Dr. Hubert Stlouka: Pohledy do nebe
Orloj Časopis
Časoměr Časopis

