

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ М.П. ДРАГОМАНОВА

Факультет філософської освіти і науки
Факультет педагогіки та психології

ГРОМАДСЬКА ОРГАНІЗАЦІЯ
«АКАДЕМІЯ РОЗВИТКУ ПСИХОЛОГІЧНОЇ НАУКИ І ПРАКТИКИ»

До 175-річчя від дня народження
відомого українського вченого,
публіциста і громадського діяча
Михайла Драгоманова

ГУМАНІТАРНИЙ КОРПУС

Випуск 7

**Збірник наукових статей з актуальних проблем
філософії, культурології, психології, педагогіки та історії**

Вінниця
«Нілан-ЛТД»
2016

УДК 159.9+1+37+93](063)
ББК 88я431+87я431+74я431+63я431
Г94

*Рекомендовано до друку Вченою радою факультету філософської освіти і науки
Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова
(протокол № 2 від 3 жовтня 2016 р.)*

Редакційна колегія:

Бондар В.І. – доктор педагогічних наук, професор, дійсний член НАПН України, декан факультету педагогіки і психології НПУ імені М.П. Драгоманова, заслужений працівник освіти України.

Дробот І.І. – доктор історичних наук, професор, декан факультету філософської освіти і науки НПУ імені М.П. Драгоманова, заслужений діяч науки і техніки України.

Долинська Л.В. – кандидат психологічних наук, професор, завідувач кафедри психології, заступник декана факультету філософської освіти і науки НПУ імені М.П. Драгоманова з наукової роботи та міжнародних зв'язків, заслужений працівник освіти України.

Матвієнко О.В. – доктор педагогічних наук, професор кафедри педагогіки та методики початкового навчання, заступник декана факультету педагогіки і психології НПУ імені М.П. Драгоманова з наукової роботи.

Морозов І.В. – доктор культурології, професор кафедри менеджмента соціокультурної діяльності Білоруського державного університету культури і мистецтв.

Меднікова Г.С. – доктор філософських наук, професор кафедри культурології НПУ імені М.П. Драгоманова.

Митник О.Я. – доктор педагогічних наук, завідувач кафедри практичної психології НПУ імені М.П. Драгоманова.

Можейко М.О. – доктор філософських наук, професор, завідувач кафедри методології гуманітарних наук Білоруського державного університету культури і мистецтв.

Прихолько Ю.О. – доктор психологічних наук, професор кафедри психології і педагогіки факультету педагогіки і психології НПУ імені М.П. Драгоманова, академік Академії наук вищої школи України.

Синьов В.М. – доктор педагогічних наук, професор, дійсний член НАПН України, декан факультету корекційної педагогіки і психології НПУ імені М.П. Драгоманова, президент Асоціації корекційних педагогів України.

У збірнику подано наукові статті за матеріалами V Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Актуальні проблеми гуманітарних наук у дослідженнях молодих науковців» (1 жовтня 2016 р.).

У працях аспірантів, студентів та молодих вчених з України, Польщі, Білорусі, Азербайджану та ін. висвітлено актуальні теоретичні та прикладні проблеми психології, філософії, культурології, історії, педагогіки, а також представлено міждисциплінарні пошуки та здобутки.

Упорядники:

Кучеренко Є.В. – кандидат психологічних наук, доцент кафедри психології і педагогіки НПУ імені М.П. Драгоманова.

Русаков С.С. – кандидат філософських наук, доцент кафедри культурології НПУ імені М.П. Драгоманова, заступник декана факультету філософської освіти і науки НПУ імені М.П. Драгоманова з соціально-виховної роботи.

Барма О.А. – викладач кафедри менеджменту соціо-культурної діяльності Білоруського державного університету культури і мистецтв.

Г94 **Гуманітарний корпус:** [збірник наукових статей з актуальних проблем філософії, культурології, психології, педагогіки та історії] – Випуск 7. – Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2016. – 216 с.

ISBN 978-966-924-368-3

УДК 159.9+1+37+93](063)

ББК 88я431+87я431+74я431+63я431

© Автори статей, 2016
© Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова, 2016
© ГО «Академія розвитку психологічної науки і практики», 2016
© ТОВ «Нілан-ЛТД», 2016

ISBN 978-966-924-368-3

14. Polakowska - Kujawa J. (2006). Zachowania konsumentów społeczeństw europejskich i ich uwarunkowania kulturowe. W: J. Polakowska-Kujawa (red). *Współczesna Europa w procesie zmian-Wybrane problemy*. Warszawa: Wydawnictwo Difin.
15. Stepaniuk J. (2011). Wolontariat szkolny jako forma działania profilaktycznego. W: J. Korczak, A. Adamczyk (red.). *Propozycje szkolnej profilaktyki zachowań ryzykownych dzieci i młodzieży*. Warszawa: Oficyna Wydawnicza ASPRA - JR.
16. Tokarski Z. (2008). *Wolontariat w Polsce. Raport z badań 2000-2003*. Łódź : Wydawnictwo WSHE.
17. Ustawa z dnia 7 września 1991 r. o systemie oświaty (Dz.U.z 2004r. nr 256 poz.2572 z późn. zm.)
18. Ustawa z dnia 24 kwietnia 2003r. o działalności pożytku publicznego i o wolontariacie (Dz.U. z 2003 r. Nr 96, poz. 873 z późn. zm.)
19. Zespół Centrum Wolontariatu w Warszawie (red.). (2012). *Portoflio – indeks umiejętności wolontariackich*, Warszawa: Stowarzyszenie Centrum Wolontariatu.
20. Zimny J. (2014). Zjawisko samotności - wyzwania i zagrożenia. *Pedagogika katolicka*. Nr 14 (1/2014), s. 19 – 33.

HISTORIA ZEGARA ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM POWSTANIA I ROZWOJU ZEGARA MECHANICZNEGO

Towpik Paweł Szymon

*magister historii, inżynier geodezji i kartografii
doktorant Instytutu Historii Uniwersytetu Zielonogórskiego (Polska)
biuro@historiae.pl*

*Opiekun naukowy –
prof. UZ, dr hab. Belzyt Leszek*

Poczucie upływu czasu jest zapewne najbardziej podstawowym (obok świadomości swojego istnienia) wyznacznikiem istot inteligentnych. Tym samym też musiało zrodzić się u samego zarania ludzkich dziejów i zapewne odbierane było z powracającym odczuciem głodu, czy pragnieniem snu. Pierwszym jednak konkretnym, a zarazem uniwersalnym środkiem orientowania się w czasie, było następstwo nocy po dniu. Wystarczało to ludziom przez dziesiątki tysięcy lat, aż do początku epoki neolitu (czyli do IX tys. p.n.e.), kiedy to człowiek rozpoczął osiadły tryb życia. Rozwijająca się uprawa roślin i hodowla zwierząt, a także inne nowe zajęcia związane m.in. z funkcjonowaniem jednostki w gęsto zaludnionych osadach, wymusiły potrzebę dokładniejszego rozplanowania dnia, a tym samym określenia jego konkretnej pory.

Najwcześniejszym, rozwiązaniem tego problemu było określanie pory dnia na podstawie obserwacji długości i kierunku cienia nieruchomego przedmiotu,

np. drzewa, czy nawet cienia samego człowieka [9, s. 92, 107]¹. Później zaczęto tworzyć takie zegary celowo, ustawiając na równym, płaskim terenie pionowe wysmukłe kamienne obeliski, drewniane słupy, czy metalowe pręty. Powstawały w ten sposób tzw. **gnomony** (od greckiego *gnomon* – wskazówka). Być może najstarszym znany gnomonem jest egipski obelisk w świątyni Abusir, datowany na 2700 r. p.n.e. Od początku II tys. p.n.e. powstawały też przenośne zegary słoneczne, wykorzystujące zjawisko zmiany długości cienia [9, s. 93-94]². Co najmniej od XIII w. p.n.e. w Egipcie znane były również zegary słoneczne wskazujące czas wg kierunku cienia [9, s. 97; 7, s. 12]³. Ponieważ wyznaczone godziny były niedokładne⁴ początkiem I tyś. p.n.e. Babilończycy zmienili płaską egipską tarczę zegara na półkuliste naczynie z naniesioną wewnątrz podziałką i pionowym prętem, co w III w. p.n.e. zmodyfikowano poprzez usunięcie przedniego płata półkuli. Taki egzemplarz z III w. p.n.e. znaleziono w fenickim mieście Tyr [9, s. 112-114]⁵. W VI w. p.n.e. zegary słoneczne zaczęli używać Grecy a w III w. p.n.e. także Rzymianie [7, s. 12; 8, s. 10]. Ponieważ wspomniane zegary dla swego poprawnego działania wymagały ustawienia ich wg stron świata już w I w. p.n.e. rozwiązywano ten problem przez wprowadzenie zegara z dwiema podziałkami, na tej samej powierzchni czaszy i dwiema wskazówkami. Na taki zegar natrafiono w greckim mieście Pergamon w Azji Mniejszej⁶. Pozwoliło

1 Cień jest zawsze zwrócony w kierunku przeciwnym niż Słońce, zaś jego długość zmienia się w ciągu dnia odpowiednio do wysokości Słońca nad widnokregiem. W południe, przy górowaniu Słońca cień jest najkrótszy i wskazuje północ, natomiast o wschodzie i zachodzie, cień jest najdłuższy i wskazuje odpowiednio kierunek zachodni lub wschodni.

2 Najczęściej zbudowane z dwóch krzyżujących się pod kątem prostych deszczulek, gdzie górna dawała cień na dolną, na której naniesiony był podział na 6 godzin. Przed użyciem poziomowano instrument i ustawiano tak, by ramię listwy z podziałem skierowane było ku zachodowi. Z rana cień był najdłuższy potem w miarę wznoszenia się Słońca skracał się, a gdy Słońce górowało nad południkiem wyznaczonym przez górne ramię cień znikał zupełnie i trzeba było podziałkę obrócić na wschód. Teraz cień w miarę chylenia się słońca ku zachodowi obejmował kolejne godziny, aż do całkowitego pokrycia skali.

3 Były to pionowe tarcze z zamocowanym prostopadle prętem, z którego miejsca mocowania promieniście rozchodziły się linie oddające poszczególne godziny.

4 Podstawowym mankamentem tych rozwiązań było to, iż odstępki między godzinami były równe, a przecież długość cienia nie zmienia się w ciągu dnia równomiernie. Kolejny błąd wynikał też ze zmiennej długości dnia w ciągu roku (tylko na równiku dzień i noc mają zawsze po 12 godzin). Późniejsze podziałki dostosowane dla poszczególnych miesięcy także nie załatwiały sprawy, gdyż najszybsze zmiany długości dnia zachodzą około daty zrównania dnia i nocy na wiosnę i jesienią, natomiast powoli zmieniają się w lecie i zimie.

5 Była to wewnętrzna podziałka liniowa z godzinami na obrzeżu, przypominającą linie południków na dzisiejszych globusach. Ustawiany prostopadle pręt wychodził z miejsca styku promieniście rozchodzących się linii. Przesuwający się cień w równych odstępach czasu zakreślał równe odcinki drogi pozornego ruchu Słońca po niebie. Modyfikacja z III w. p.n.e. przypisywana jest babilońskiemu uczonemu Borossosowi i popularnie zwana *skaphe* od greckiego słowa 'łódź'.

6 Wskazówki zamocowane były od strony północnej i południowej zegara. By go ustawić nie trzeba było znać kierunku południka, wystarczyło tylko obracać zegarem do momentu, kiedy cienie z obu wskazówek wyznaczały ten sam czas.

to stworzyć małe kieszonkowe zegary słoneczne, czego dowodem jest tzw. „szynka” z Portici we Włoszech, datowana na przełom I w. p.n.e. i I w. w n. e. [9, s. 115-116]. Do kolejnych unowocześnień gnomonu doszło w XI w. n.e., kiedy to arabscy uczeni na podstawie przeprowadzonych obliczeń, sporządzili wzorcowe schematy do wykreślenia dla zegarów słonecznych precyzyjnych czasowych podziałek [9, s. 120-116]. Wprowadzone wtedy odpowiednio nierówne odstępki między liniami podziałki, odpowiadającymi równym odstępom czasu oraz zastosowanie po raz pierwszy prawdopodobnie ok. 1425 r. w Erfurcie (lub Brunzwiku) nachylonego pręta, równoległego do osi obrotu ziemi, sprawiło, że zegary te zaczęły wskazywać tzw. *czas prawdziwy* [5, s. 6-7; 7, s. 13]. Wiele różnych rozwiązań zegara słonecznego powstało w okresie nowożytnym, m.in. popularne w XVI w. przenośne zegary wielościenne (zazwyczaj w kształcie sześcianu), gdzie każda ze ścian odpowiadała za odczyt godziny w danym systemie. Ostatecznie jednak zegar słoneczny został w XIX w. wyparty na rzecz zegara mechanicznego [7, s. 16-17]. Najstarsza wzmianka o zegarze słonecznym w Polsce pochodzi z Kroniki Galla Anonima i dotyczy wzmiankowanego pod rokiem 1107 zegara na kościele w Spycimierzu (powiat poddębicki) [2 s. 7; 6, s. 17]. Prawdopodobnie najstarsze zaś zachowane do naszych czasów zegary słoneczne w Polsce, znajdują się na kościele w Strożyskach (powiat buski) i pochodzą z XIV w. [9, s. 127].

Innym powszechnie używanym zegarem, a jednocześnie pierwszym, którego wskazania można było odczytywać o każdej porze dnia i nocy, był **zegar wodny** w wersji z odpływem lub dopływem⁷. Najstarszy zachowany egzemplarz zegara wodnego z odpływem pochodzi z egipskiej świątyni w Karnaku i jest datowany na ok. 1370-1400 r. p.n.e., choć zegary takie znane już tam były co najmniej wiek wcześniej. Zegary dopływowe stosowano częściej w Babilonii. W Chinach, wg tradycji pierwszy wodny zegar miał powstać za czasów legendarnego cesarza Huang Di w XXVII w. p.n.e., jednak faktyczne informacje na jego temat pochodzą z VII-IX w. n.e. i dotyczą już budowy czteropiętrowych zegarów wodnych [4, s. 15; 7, s. 18; 9, s. 99-100, 104, 106]. Zegary wodne stosowali już w IV w. p.n.e. także Grecy, nazywając je **klepsydrami** (od: *kleptein* – kraść, *hydor* – woda). Pojawiają się one na publicznych zebraniach i rozprawach sądowych ograniczając czas mówcy, wyznaczały czas trwania nocnej warty. Takie zastosowania miały też i w Rzymie. Zegary te, podobnie jak i słoneczne posiadały jednak wiele mankamentów natury praktycznej,⁸ które starano się

7 Zegar z odpływem był najczęściej doniczkowym naczyniem z otworem wylewu wody w dnie, zaś zegar z dopływem zazwyczaj naczyniem kształtu cylindrycznego, do którego napływała woda z górnego zbiornika. Oba rodzaje zegarowych naczyń miały wewnętrzną podziałkę godzinową, a nawet kilka podziałek, a każda z nich była przypisana do określonej pory roku lub miesiąca.

8 Prędkość wody musiała być zawsze stała, co jakiś czas trzeba było ponownie napełniać zbiornik wodą, czy też nie dopuszczać do jej przelania się w zegarach dopływowych. Występowały też inne problemy, istotne dla dokładnego pomiaru czasu, a mianowicie minimalnie wolniejszy wpływ wody w miarę zmniejszania się jej objętości w naczyniu, co związane było ze zmniejszającym się ciśnieniem oraz różny stopień parowania wody zależny od temperatury i wilgotności otoczenia.

usunąć przez stosowane w nich już od końca IV w. p.n.e. różne mechanizmy (w tym i koła zębate). Wprowadzane rozwiązania techniczne pozwalały na montowanie przy zegarach wodnych ozdobnych ruchomych figur, czego dokonał już w r. 287 p.n.e Grek Ktesibios z Aleksandrii, a rozwinęli w okresie średniowiecza Arabowie [8, s. 11; 9, s. 131-141]. Od nich też przywędrowały one w średniowieczu do Europy, jako dary od islamskich władców lub zdobywcze na nich (szczególnie bowiem stały się popularne w okresie wypraw krzyżowych). Ich zmierzch nastąpił w XIV w., wraz z rozwojem zegara mechanicznego, choć informacje o nich pojawiają się jeszcze do końca XVIII w. [7, s. 19-20; 9, s. 144]. W Polsce używany był rzadko, niemniej w 1690 r. Stanisław Solski w swym dziele *Architekt polski* z 1688 r. opisał budowę takiego zegara z budzikiem, skonstruowanego przez siebie ponoć jeszcze w 1653 r. [6, s. 21].

W Chinach popularne były różnego rodzaju **zegary ogniowe**. Były to wykonane ze specjalnej masy świece, z naniesioną na nie podziałką lub fantazyjnego kształtu rowki ze spalającym się w nim proszkiem, znaczącym wzdłuż rowka upływ czasu. Niektóre z nich były też jednocześnie budzikami [9, s. 104-105]⁹. Zegary ogniowe w postaci woskowych świec znalazła też średniowieczna Europa, ponoć już od VIII w. [7, s. 21]. Wykorzystywano je zazwyczaj nocą, co potwierdzają przekazy m.in. z angielskiego dworu króla Alfreda Wielkiego w II połowie IX w., czy francuskiego dworu Ludwika IX Świętego w XIII w. [9, s. 108]. U schyłku XV w. pojawiły się w Europie **zegary kagankowe** (olejne), będące w istocie lampkami olejnymi, na których szklanym zbiorniku z paliwem nanoszono specjalną godzinową podziałkę. Z czasem wyparły one świece i w wiekach XVII i XVIII były już w powszechnym użyciu (szczególnie w Europie centralnej), aż po XIX w. [5, s. 13; 7, s. 21; 8, s. 12].

Europejskie średniowiecze stworzyło natomiast, używany jeszcze w XIX w. **zegar piaskowy**, choć możliwe, że był on znany już w starożytności. Zbudowany z dwóch, znajdujących się najczęściej w drewnianym „stelazu” szklanych gruszkowatych pojemników, złączonych szyjkami, przesypany piasek z górnego pojemnika do dolnego, przez mały otwór w miejscu styku. Najstarsza wzmianka o takim zegarze pochodzi z Paryża i jest datowana na 1339 r. W zależności od wielkości i rodzaju proszku odmierzały najczęściej odcinki kwadransowe, półgodzinne i godzinne. Najdłużej odmierzający, bo aż 12-godzinny zegar piaskowy skonstruował Holender Willem Barents w II połowie XVI w. [4, s. 17; 6, s. 20; 7, s. 22; 9, s. 146-147].

Według legendy, pierwszym budowniczym **mechanicznego zegara** (i to oświetlanego w nocy) był ok. 840 r., mieszkający w Weronie, niejaki ksiądz Pacificus. Za innego wynalazcę brano także Gerberta z Aurillac zmarłego w 1003 r., znanego bardziej jako papież Sylwester II. Wg Thietmara z Merseburga Aurillac wykonał w Magdeburgu zegar, który prawidłowo ustawił obserwując przez

⁹ Wspomniane budziki, działały zazwyczaj na zasadzie przepalania nici z podwieszonymi na niej ciężarkami, które spadając powodowały hałas. Inną metodą na jego wywołanie, było umieszczanie metalowych kulek bezpośrednio w świecy, która uwalniała je po swym wypaleniu się.

lunetę gwiazdę *przewodniczkę zeglarzy*. Pewnie jednak chodziło o zorientowanie względem stron świata zegara słonecznego [6, s. 23; 9, s. 154-156]. Kto, kiedy i gdzie opracował koncepcję zegara mechanicznego z *wychwytem* w rzeczywistości nie wiemy. Nie jest dowodem na istnienie mechanicznych zegarów powstała w Kolonii, ok. 1220 r. *ulica zegarmistrzów*, gdyż słowo *horologium* używano na określenie wszelkiego rodzaju instrumentów odmierzających czas. Nie wiemy czy mechanicznymi zegarami z *wychwytem* były: wzmiankowany pod rokiem 1176 zegar w katedrze francuskiego miasta Sens; zegary wieżowe w angielskich katedrach: Exeter w 1284 r., St. Paul w Londynie w 1286 r., Westminster 1288 r., Canterbury 1202 i 1292 r.; zegar zainstalowany w 1300 r. we Florencji, na dzwonnicy mediolańskiego kościoła St. Eustorgio w 1303 r., czy też francuskie zegary w Beauvais z 1300 r., w Caen z 1314 r. (autorstwa Beaumonta). Natomiast dyskusyjny jest paryski zegar z wieży Pałacu Sprawiedliwości, którego wykonać miał w 1299 lub 1314 r. złotnik Pierre Pipelard oraz zegar z Saint-Jacques-de-L'Hopital koło paryskiego Saint-Denis z 1334 r. [4, s. 20; 7, s. 23-24; 8, s. 13; 9, s. 160].

Istnieją jednak źródła, które uprawdopodobniają fakt istnienia mechanicznych zegarów już w II połowie XIII w. Podstawy by określić ramy chronologiczne powstania zegara mechanicznego dają nam cztery zachowane ze średniowiecza teksty. Pierwszym z nich jest sporządzony w 1235 r. album różnych rozwiązań technicznych francuskiego architekta Villarda de Honnecourt. Album przedstawia m.in. urządzenie ze specyficznym rodzajem hamulca pełniącego rolę koła wychwytowego późniejszych zegarów [9, s. 158-159]¹⁰. Drugim źródłem jest książka króla Kastylii Alfonsa X Mądrego *Libros del Saber Astronomica*. Rękopis ten z lat 1276/77 wśród wielu opisów zegarów wodnych i ogniowych podaje także opis zegara kołowego [9, s. 159]¹¹. Trzecim źródłem jest utwór *Le Roman de la Rose* autorstwa poety francuskiego Jeana Clopinel de Meung-sur-Loire, z ok. 1305 r., który w dość lakoniczno-poetycki sposób mówi o zegarowych kółkach i dzwoneczkach. Czwartym, podobnym do poprzedniego, źródłem jest fragment, pisanej w latach 1314-1321, *Boskiej Komedii* Dantego

10 Przedstawiony tam został schematyczny rysunek mechanizmu poruszającego figurę anioła, który obraca się w ciągu 24 godzin tak, że palcem wskazuje stale kierunek ku słońcu. Mechanizm jest poruszany za pomocą obciążnika, a żeby jego spadek przyhamować, linka, na której jest zawieszony, obwiązana jest dookoła poziomej osi koła.

11 Główny element mechanizmu - bęben obraca się dookoła poziomej osi, poruszany za pomocą ciężarka zawieszzonego na lince otaczającej bęben. Aby hamować obroty bębna, wypełniono go do połowy rtęcią, przy czym wewnątrz bębna ma przegrody, a każda z nich ma maleńki otworek, przez który podczas obrotu bębna (wymuszanego ciężarem obciążnika) przechodzi strumień rtęci, nie pozwalając na zbyt szybki jego obrót, tak, iż okres obrotu bębna wynosi 4 godziny. W ciągu 24 godzin przekładnia zębata obraca tarczę astrolabium, na której obwodzie znajduje się podziałka godzinowa. Zasada działania jest oparta na ruchu ciągłym (przepływie cieczy przez otwór), nie zaś okresowym, więc nie byłby to zegar mechaniczny w dzisiejszym znaczeniu tego słowa.

[4, s. 24; 6, s. 24; 9, s. 156-157]¹². Ponadto istnieć ma również tekst mówiący o *wychwycie*, przypisywany działającemu końcem XIII w. zegarmistrzowi Robertowi Anglikowi [7, s. 23].

Najprawdopodobniej mechanicznym zegarem był (ponoć konstrukcji Colarda Lefevre'a) zegar w Cambrai z 1318 r. Jednak do pierwszych, niepodważalnie mechanicznych zegarów zaliczamy zegary włoskie: na wieży kościoła Św. Gotharda w Mediolanie z ok. 1335 [6, s. 24; 9, s. 160]¹³, w Modenie z 1343 r., Padwie z 1344 r., Bolonii z 1356 r. i Sienie z 1359 r. W Anglii najstarszym, bo podobno z 1325 r. ma być zegar na katedrze w Wells [6, s. 24-25; 9, s. 170]. Wspomniany rok jego powstania jest jednak przez wielu kwestionowany, podobnie jak mający powstać w 1348 r. zegar zamku Dover w Londynie [9, s. 149-150]. Natomiast z 1344 r. pochodzi zamówienie złożone Walterowi z Southwark, na wykonanie mechanicznego zegara dla klasztoru św. Pawła w Londynie [9, s. 161]. Zegary pojawiają się też w: Brugii 1344 r., Genewie 1353 r., Strassburgu 1354 r. [6, s. 25; 9, s. 172] i Norymberdze 1361 r., która na przełomie XIV i XV w. stała się europejskim centrum wytwórczym zegara [9, s. 180]. Pierwszy publiczny mechaniczny zegar w Rosji pojawił się w 1402 r. na Wieży Spasskiej w Moskwie [9, s. 177].

Prawdopodobnie najwcześniejszy, bo pochodzący z 1368 r. zegar na ziemiach polskich, znajdował się na wieży ratusza we Wrocławiu, gdzie do naszych czasów zachował się jedynie datowany na ów rok jego dzwon [2, s. 7; 6, s. 33; 9, s. 175]. Nie ma zaś pewności, co do dat powstania kolejnych najstarszych polskich zegarów. I tak z 1380 r. ma pochodzić wzmianka o kupnie powrozów do wielkiego dzwonu i do zegara na wieży Kościoła Mariackiego w Krakowie. Z tego zapisu można nawet wnosić, iż zegar ten mógł istnieć nawet wcześniej, może jeszcze za czasów Kazimierza Wielkiego [6, s. 33-34]¹⁴. W 1387 r. wzmiankowany jest zegar w Kazimierzu koło Krakowa, w 1388 r. w Miechowie, a w 1389 lub 1390 r. zegar pojawił się na wieży ratusza w Krakowie. Od 1414 lub 1418 r. ma też zegar wieża katedry arcybiskupiej w Gnieźnie. Pewnie nie młodszy jest zegar znaleziony w Szczekocinach (dziś w Muzeum Uniwersytetu Jagiellońskiego). W Warszawie pierwszy zegar na ratuszowej wieży Starego Miasta miał się pojawić początkiem XV w., jednak spłonął w 1431 r. [2, s. 8; 6, s. 38; 9, s. 176]. Kolejny został zbudowany przez Pawła z Przemysła dopiero w 1545 r. Natomiast Zamek Królewski otrzymał zegar w 1622 r. Z 1470 r. pochodził wspaniały, niestety zniszczony podczas II wojny światowej zegar w Gdańsku, którego budowniczym był Jan Düringer [9, s. 175-176].

W średniowieczu zegarmistrzami byli zazwyczaj, najczęściej obdarzeni

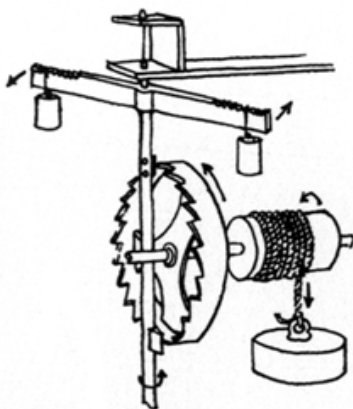
12 Część III - *Raj*, pieśń IX, wiersz 142: „*A zegar kółka toczący, wydzwania*” oraz pieśń XXIV, wiersz 13-15: „*Jak się rząd kółek zrzeszonych prześciga; W zegarze: male zda się w miejscu stoi; Duże wiruje, że tylko się miga*” – czy to opis wolnego koła zębatego godzin i szybszego minut...?

13 Względnie w 1333 r. [7, s. 23] lub 1336 r. [2, s. 7]. Kościół budowano w latach 1330-1336.

14 Hipotetycznie prawdopodobnym jest tu rok 1364, kiedy to w Krakowie odbył się huczny zjazd monarszy i kiedy otwarto drugą po Pradze uczelnię w Europie środkowo-wschodniej, wzorowaną na akademiach w Bolonii i Padwie, które to miasta swoje zegary już wtedy posiadały...

większymi umiejętnościami manualnymi i zmysłem techniczno-konstrukcyjnym, ślusarze i kowale, niekiedy jubilerzy. Dużą rolę w powstawaniu pierwszych zegarów mieli też zakonnicy, których klasztorny modlitewny żywot w szczególności sposób wymagał potrzeby dokładnego określenia pór dnia i nocy. Dość szybko też zaczęto opisywać dotychczasową wiedzę o zegarze mechanicznym. Nie licząc różnych pojedynczych wzmianek, opisów, czy przedstawieniach w miniaturach, najstarszym znanym nam dziś zbiorczym dziełem o zegarze mechanicznym jest *Oreloge de Sapience* z 1406 r. [7, s. 24]. Początkowo zegarmistrzowie szukając zleceń często przenosili się z kraju do kraju. W miarę jednak rozpowszechniania się zegarów (szczególnie domowych i osobistych), a tym samym wraz z większą ilością wykonujących je osób, zaczęły powstawać związane z tym zawodem cechy. Chyba najwcześniejszy udokumentowany od 1483 r. cech zegarmistrzów, znajdował się w Paryżu. Masowo zaś cechy zaczęły powstawać w XVII w., by w kolejnym stuleciu dzielić się już nawet na cechy wykonujące poszczególne części zegarów [8, s. 92]. W 1752 r. wyodrębnił się z cechu ślusarzy cech zegarmistrzów w Warszawie [2, s. 10].

Budowa najwcześniejszych zegarów mechanicznych przedstawiała się następująco. Na poziomo ustawionym, drewnianym bębnie nawinięta była konopna lina, na której zwisającym końcu umieszczano obciążnik (początkowo potężnych rozmiarów kamienie) stanowiący napęd zegara. Ciężar powodował obracanie się bębna, a tym samym pierwszego wielkiego koła zębatego, które napędzało cały system pozostałych kół zębatych. Zamocowana korba w postaci prostokątnej do osi bębna drągów służyła do nakręcania zegara (czyli podciągania obciążnika). By obciążniki pod wpływem działania siły ciężkości nie opadły ruchem przyspieszonym, a bębny i koła nie obracały się coraz szybciej, by w końcu (po kilku sekundach), gdy lina zostanie odwinięta zatrzymać się, zastosowano specjalny układ regulujący. Jego zadaniem było zmuszenie mechanizmu do równomiernej pracy, czyli wyhamowywanie zbyt szybko poruszających się kół przez ich zatrzymywanie w odpowiednich odstępach czasu, ale też wymuszanie ich ruch, gdy był on zbyt powolny. Całość musiała być tak dostrojona, by tarcza godzinna (a w późniejszym okresie wskazówki) obracała się z prędkością jednostajną. Na ten układ regulujący, określany jako „serce” zegara mechanicznego, składał się **wychwyt wrzecionowy** (szpindlowy, łopatkowy)



Ryc. 1. Wychwyt wrzecionowy z kolebnikiem [6, s. 23].

i **kolebnik**¹⁵. Ten, kto jako pierwszy zastosował taki układ regulujący, był jednocześnie wynalazcą mechanicznego zegara, gdyż po dziś dzień, idea ich funkcjonowania opiera się na działaniu wychwyty i *regulatora właściwego* (odpowiednika kolebnika) [9, s. 150-152].

W tym miejscu kilka słów należy powiedzieć o **przekładniach zegarów**, czyli **systemach kół zębatych**. Bodaj po raz pierwszy o ich zastosowaniu wspomina w swych pismach, żyjący w IV w. p.n.e. Arystoteles. Grecy i w późniejszych czasach musieli zajmować się konstrukcją mechanicznych urządzeń, gdyż z przełomu II i I w. p.n.e. ma pochodzić znaleziony we wraku statku koło wyseпки Antykithiry, fragment jakiegoś mechanizmu z brązu, posiadający wyraźny rozbudowany układ kół zębatych. Jednak prawdziwy rozwój przekładni kół zębatych miał miejsce we wspomnianych zegarach wodnych, a dokładnie w ich średniowiecznych egzemplarzach ozdabianych ruchomymi figurami. Zapewne też do ich rozwoju (a tym samym do powstania zegara mechanicznego) przyczyniły się rozwiązania mechaniczne średniowiecznych **planetariów** (astrariów) i **astrolabiów**. Planetaria były urządzeniami przedstawiającymi ruchy ciał niebieskich na sferze wyobrażającej niebo (np. fazy Księżyca, pozycje planet, położenie Słońca na tle znaków zodiaku). Budowano je już początkiem naszej ery w Chinach, a w średniowiecznej Europie astarium nierzadko łączono z zegarem w jedno urządzenie zwane **zegarem planetarnym**. Zegar taki zbudował np. Giovanni Dondi w 1364 r. (będzie jeszcze o nim mowa), jest nim również obecnie datowany na 1410 r. zegar na wieży ratusza staromiejskiego w czeskiej Pradze. Astrolabia zaś były przyrządami astronomicznymi do wyznaczania położenia ciał niebieskich nad horyzontem, co wykorzystywane było aż do połowy XVIII w. w nawigacji [1, s. 23-24; 4, s. 26-28; 7, s. 45-46; 8, s. 20].

Znamy traktat z końca XIV w., opisujący przekładnię kół zębatych ówczesnego zegara. Przedstawiony tam mechanizm składa się z 7 kół zębatych, z których: 2 stanowią mechanizm chodu zegara, 4 mechanizm bicia, a 1 koło

¹⁵ *Wychwyty wrzecionowy* to koło zębate centrycznie umocowane na osi bębna, które wprawiane jest w ruch obrotowy przez opadający ciężar. *Kolebnik* jest pionowym metalowym wałkiem zawieszonym na sznurku (wzgl. osadzonym w łożyskach z góry i z dołu, byle by tylko mógł wykonywać ruch dookoła swej osi), na którym umocowany jest poprzeczny pręt, na którego z kolei obu końcach zawieszono są ciężarki. Na wałku umocowane są też dwie łopatki zwane *paletami*, które zahaczając o zęby obracającego się *kola wychwytyowego* powodują wprawienie w ruch *kolebnika* (kiedy jedna zahacza, druga jest swobodna). Przy ruchu *kolebnika* w jedną stronę, jedna z palet wysuwa się z zęba *kola wychwytyowego*, o które jak dotąd się zahaczała i zwalnia *koło wychwytyowe*, które obciążone zaczyna swój ruch, jednak po chwili zostaje ono zatrzymane przez drugą paletę, która rozpoczyna teraz blokadę najbliższego jej zęba *kola wychwytyowego* (spełniając teraz rolę hamulca). Moment później od zatrzymania się *kola wychwytyowego* zatrzymuje się będący w rozpędzie *kolebnik*. Napierające za pomocą ząbionej palety na *kolebnik* (pod wpływem obciążenia) *koło wychwytyowe*, powoduje obrót *kolebnika* w przeciwnym kierunku, a ząbiona paleta uwalnia się powodując oswobodzenie i ruch *kola wychwytyowego*. I tak cykl rozpoczyna się od nowa. Czas jednego pełnego cyklu, a tym samym ruch całego mechanizmu, jest ustalany przez regulację okresu wahań *kolebnika*, co czyni się przesuwaniem ciężarek w odpowiednie wrępy.

obraca tarczę zegarową [7, s. 26]. Ale mechanizm kół zębatach stale ewoluował, doszły m.in. koła minutowe, sekundowe i tzw. *zębniaki* przenoszące ruch z jednego koła na drugi. Szybko też zrezygnowano w zegarach z obracającej się tarczy i nieruchomej wskazówki, bowiem ruchomą wskazówką posiadał już zegar zainstalowany w 1402 r. na kościele św. św. Urlyka i Afra w Augsburgu [9, s. 174].

Z chwilą nadejścia zegara mechanicznego w Europie królowały w użyciu **godziny nierówne**. Dzień liczono od wschodu do zachodu słońca dzieląc go na 12 godzin, podobnie jak noc. Tym samym długość godzin była różna dla różnych pór roku. Przy konstruowaniu zegara słonecznego rozwiązywano to w prosty sposób, jednak w zegarach mechanicznych wykonanie tego było w zasadzie niemożliwe (choć i takie próby miały miejsce, i to jeszcze w XVIII w.) [9, s. 181]. Godziny nierówne zastąpiono więc w zegarze mechanicznym **godzinami równymi**, wynoszącymi zawsze 1/24 doby słonecznej. Praktykowano je za pomocą dwóch systemów: tzw. *całego zegara* i *półzegara*. W systemie *całego zegara*, tarcza dzielona była na 24 równe godziny, przy czym rozróżniano tu dwa warianty: *zegar włoski* i *zegar norymberski*. Zegary włoskie używane też w Czechach, Polsce i części pld.-wsch. Niemiec, dzieliły dzień na godziny od „1” do „24”, dlatego nazywano je *zegarami całymi*. Początkiem godziny „1” była chwila zapadnięcia zmroku, czyli zachód Słońca. Choć chwilę tę w różnych miejscach interpretowano różnie, z czasem ustalono, iż „1” godz. rozpoczyna się po upływie pół godziny od zniknięcia rąbka Słońca za horyzontem. W tym momencie zaczynał się nowy dzień i zmieniano datę¹⁶. System przetrwał w Polsce do II połowy XVII w., a we Włoszech jeszcze do początków XIX w. *Zegary norymberskie*, zwane też *wielkimi*, dzieliły dobę na *godzinyienne* i *nocne* tak, iż zarówno godzina wschodu jak i zachodu Słońca oznaczana była jako „1”. Oczywiście jedynie podczas równonocy wiosennej lub jesiennej, dzień i noc miały po 12 godzin, latem godzin dziennych było 16, zimą natomiast 8. Podobnie jak do regulacji *zegarów włoskich*, tu także stosowano tablice [6, s. 38-39; 9, s. 185-187]. W systemie *półzegara* lub *małego zegara*, który używany był w Hiszpanii, Francji, Niderlandach i Anglii, dobę także dzielono na 24 godz., jednak tarcza zegara podzielona była na 12 równych godzin tak, że zegar odmierzał godziny dla połowy doby. Początkiem podziału była godz. 12 w południe, którą wyznaczano poprzez obserwację kulminacji słońca oraz godz. 12 o północy, po której zmieniano datę¹⁷. W Polsce półzegar zaistniał w XVI w., ale na dobre rozgościł się dopiero w II połowie XVII w. [6, s. 39; 4, s. 29; 9, s.

¹⁶ Ponieważ zachody Słońca mają w ciągu roku różną porę, początek godziny 1 nie był stały. Zaistniały problem rozwiązywano poprzez regulację zegara wg słońca. Gdy dzień się wydłużał wskazówki przesuwano naprzód, a wstecz, gdy skracał. Szybko też opracowano katalogi, w których zestawiano dane niezbędne do właściwego ich regulowania.

¹⁷ By przejść na liczenie 2 razy po 12 godzin, należało podwoić prędkość obiegu wskazówki, co często równało się zmianie całego mechanizmu. Wielokrotnie więc w początkowym okresie półzegara, tarcze dzielono na pół i oznaczano je dwa razy po 12 godz.

Montowany najczęściej na kościelnych, czy ratuszowych wieżach, w II połowie XIV w. zegar był już powszechny niemal w całej Europie. Miał już tarczę, na której wskazówka określała godzinę, a niekiedy i kilka ozdobnych tarcz, na których prócz godzin można było odczytać fazy księżyca, znaki zodiaku, czy nawet moralizatorsko-religijne sceny. Czasami sceny takie były ruchome, gdyż sterowały nimi automaty sprzężone z mechanizmem zegara. Przykładem jest tu Zegar Trzech Króli w Strasburgu, który od 1354 r. nie tylko wybijał godziny, ale też miał ruchome figurki króli składających pokłon Madonnie z Dzieciątkiem. Możliwe, że na nim wzorowany był wspomniany tu już gdański zegar z 1470 r. Miał on ruchome figury Trzech Króli i 12 Apostołów oraz Ewę i Adama, który wybijał młotem godziny w zwisający z drzewa dzwon. Jego twórca Düringer dostał za jego wykonanie posiadłości ziemską i dożywotnią pensję 24 marek rocznie [9, s. 174-176].

Szczególnie w pierwszych dwóch wiekach istnienia zegarów, kiedy ich niedokładność wymuszała ich stałą regulację (do regulacji używano zegara słonecznego lub sekstansu), a częste awarie wymagały stałe napraw, a także w związku z potrzebą częstego nakręcania (działały zazwyczaj od 7 do 12 godzin), bardzo ważną rolę w jego istnieniu odgrywał obsługujący go, opłacany przez radę miejską zegarmistrz. Kiedy z początku swojego istnienia, zegary mechaniczne nie posiadały jeszcze tarcz i wskazówek, musiał on też dodatkowo uważnie śledzić obroty kół by w stosownym momencie oznajmiać godziny biciem w dzwony, lub trąbką. Niestety często byli to ludzie przypadkowi, bez większego przygotowania z zakresu techniki i kalendarza, co widać choćby na przykładzie Lwowa. W 1404 r. pierwszym tamtejszym zegarmistrzem na ratuszowej wieży był Jan Gutjar – postrzygacz sukna. Kolejni po nim, mieli zawody bardziej odpowiadające zajęciu zegarmistrza, mianowicie: Piotr Scheffelar – puszczarz miejski, a od 1414 Wawrzyniec Hellebeze – płatnerz i kupiec hurtowy, a jeszcze po nim dwóch ślusarzy. Dopiero w 1505 r. zatrudniono niejakiego Konrada będącego już mistrzem zegarmistrzostwa. Nakręcanie zegara było też niekiedy karą, czego m.in. doświadczył we wspomnianym tu już Lwowie w 1536 r. rzemieślnik Stanisław Sroka, za złe wykonanie hakownic dla miasta. By zostać zegarmistrzem istniał wymóg przyjęcia prawa miejskiego, co stało się w 1414 r. udziałem Tomasza, pierwszego znanego zegarmistrza Krakowa [6, s. 36-37]. Dość szybko, bo już w II połowie XIV w. wiele zegarów same wybijały godziny, a rozwiązania techniczne to umożliwiające były bardzo różnorodne¹⁹. System bicia udoskonalili m.in. w 1676 r. Anglik Edward Barlow konstruując tzw. *repetier*

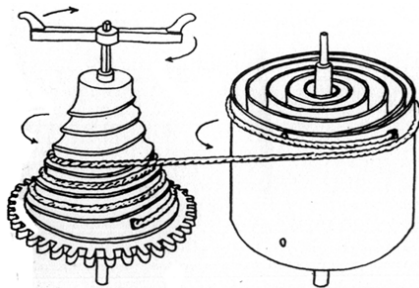
18 Istnieje ustawa sejmowa z czasów króla Jana Kazimierza, która świadczy o ówczesnym okresie przejściowym między zegarem całym a półzegarem: „*U szynkarzy picia żadnego najdalej jak do godziny ósmej na półzegarze, a na całym zegarze do czwartej w noc żaden szynkować nie ma...*”.

19 Jednym z nich było zastosowanie koła o 12 zębach, osadzonego na wałku wskazówki godzinowej. O każdej pełnej godzinie unosiło ono dźwignię, która uruchamiała mechanizm bicia, z liczbą uderzeń równą przypadającej w danym momencie godzinie.

- urządzenie do powtarzalnego wybijania całych godzin i kwadransów. Pracował nad tym także Anglik Daniel Quare [7, s. 32]. Ale zegary nie tylko wybiły pełne godziny, półgodziny, czy kwadransy, już w II połowie XV w. powstał bowiem **zegar kurantowy**. Pierwsza wzmianka o zegarze wygrywającym melodie pochodzi z 1481 r., z Alost we Flandrii [5, s. 18]²⁰.

W II połowie XIV w. zaczynają pojawiać się także **zegary domowe**, a jeden z pierwszych, dla biblioteki pałacu w Padwie, wykonał w 1364 r. Włoch Giovanni Dondi [4, s. 26-28; 8, s. 14]. Były to pomniejszone zegary wieżowe w ażurowej gotyckiej konstrukcji, albo zawieszane wysoko na ścianie, by odważniki mogły swobodnie działać (zegary ścienne), albo też dzięki dodanym nóżkom stawiane na specjalnie przygotowanych nośnikach, przez które przechodziły ku dołowi sznury z obciążnikami (**zegary konsolowe**). O większości z nich dowiadujemy się jednak tylko z ich uwiecznień na ówczesnych obrazach i rysunkach. (np. obraz *Zwiastowanie* pędzla Filippino Lippiego, czy *Zegar mądrości* z anonimowego rękopisu, obydwu z XV w.) [7, s. 48-51; 9, s. 166-168].

Ogromny postęp w zegarach mechanicznych przynosi wynalezienie na przełomie XIV i XV w. **napędu sprężynowego**, eliminującego z zegarów obciążnik. Zegar napędzany sprężyną miał „za młodu” skonstruować Włoch Filippo Brunelleschi [8, s. 19]. Ponieważ jednak siła napędowa sprężyny podczas chodu zegara (w miarę rozwijania się sprężyny) słabła, wprowadzono urządzenie wyrównujące siłę sprężyny zwane *ślimakiem stożkowym*²¹. Powstałe *zegary sprężynowe* mogą już być przenoszone i funkcjonują jako tzw. *zegary stołowe*. Jednak nie można było z nimi podróżować, musiały być stabilne, gdyż wychwyty działały tylko w położeniu pionowym [9, s. 208-209]. Prawdopodobnie najstarszym zegarem posiadającym sprężynę napędową, jest przenośny zegar Filipa Dobrego księcia Burgundii, skonstruowany w latach 1429-1435 przez zegarmistrza francuskiego Pierre Lamberta z Mons, przy współudziale niderlandzkiego



Ryc. 2. Ślimak stożkowy i bęben ze sprężyną [6, s. 20].

20 Działanie jego polegało na tym, iż obracający się walec z nabitymi nań kolcami, owymi końcami poruszała ramiona dzwignenek, dających impuls młoteczkowi uderzającemu w dzwonek.

21 Bęben ze spiralnie skręconą sprężyną w środku połączony jest ze ślimakiem stożkowym skręconą wokół ślimaka *struną* lub *łańcuszkiem*. Przy nakręcaniu mechanizmu *struna* nawija się na *stożek* obracając *bęben* i zwiijając *sprężynę*. *Struna* nawinięta jest tak, że w pierwszej fazie pracy *sprężyny* pociąga *stożek* w jego cieńszej części, a w miarę rozwijania się *sprężyny* i zmniejszania jej siły działa na grubszą część *stożka*. Ma to miejsce zgodnie z fizycznym prawem dzwigni, choć tu ramieniem jest promień *stożka*. Promień zmienia się proporcjonalnie do zmiany siły *sprężyny*, im mniejsza siła tym większy promień, gdyż iloczyn tych wartości jest wielkością stałą.

złotnika Jeana Poutina [4, s. 32-33; 9, s. 204-207]²². Podobny zegar buduje w 1459 r. dla króla Francji Karola VII zegarmistrz Johan de Lymbourg, a już w 1471 i 1480 r. niemiecki zakonnik Paulus Almanus sporządza całą serię rysunków technicznych obrazujących domowe zegary z Włoch, Flandrii i Niemiec, wykorzystujące napęd sprężynowy ze ślimakiem [5, s. 19-20; 7, s. 26]. Zegar zmienia swój kształt, gdyż m.in. w Mantui, ok. 1482 r. produkowane są zegary w kształcie cylindrycznej puszkę z poziomą tarczą u góry zegara. Na uwagę zasługuje egzemplarz wykonany ok. 1580 r. w Poznaniu przez Eckharda Stalla [6, s. 62].

W II połowie XV w. zaczęto porzucać ażurową obudowę zegara, zastępując szczelnie cały mechanizm, gdyż wilgoć i osadzający się kurz powodowały złą pracę coraz to bardziej precyzyjnych i zminiaturyzowanych elementów maszynierii. Zegar otrzymuje wymyślne obudowy, z kunsztownymi dekoracjami reliefem i grawerunkiem. Mimo wszystkich XV-wiecznych udoskonaleń, ówczesny sprężynowy zegar potrafił się jeszcze później lub spieszyć nawet do kilkudziesięciu minut na dobę, rzadko kiedy zbliżając się z błędem do kwadransa [6, s. 28].

Parę słów należy też powiedzieć o **budzikach**. Stosowano je bowiem od początku istnienia zegarów domowych w postaci dzwonka lub gongu. W 1464 r. wzmiankowany jest w Krakowie wyrabiający *zegary z pobudką* mistrz Leonard Wunderlich. Wzmianka o nim, jest też pierwszą informacją o wyrobie w naszym kraju zegarków domowych. Posiadacz takiego zegara mógł obserwować pracującą maszynierię, nastawiać zegar i słuchać jego dzwonka. Zapewne dla wielu ówczesnych ludzi graniczyło to z cudem. Być może od tego właśnie krakowski mistrz otrzymał swoje nazwisko. Innym z tego okresu krakowskim zegarmistrzem jest ślusarz Franciszek, który w 1478 r. zbudował zegar dla wybitnego uczonego tamtych czasów, profesora Uniwersytetu Jagiellońskiego, Jana z Głogowa [6, s. 57, 59]. Wracając do budzików, co najmniej od połowie XVI w. występują zegary z budzikiem skałkowym. Miały one urządzenie z kurkiem sprężynowym, zapalającym lont o wyznaczonej godzinie. Znanym wytwórcą skałkowych budzików w I ćwierci XVIII w. był Salomon Krüger z Warszawy [5, 26-27].

Zegary noszone, które jak sama nazwa sugeruje mogły być używane w każdym położeniu, miały być znane w Mediolanie już w 1488 r. [4, s. 36; 7, s. 189], jednak ze względu na nikłe o nich informacje, zasadniczo nadal uważa się, że pierwsze zegarki zaczęto produkować ok. 1510 r. w Norymberdze. Były one oprawiane w cylindryczne pudełka o średnicy ok. 5-6 cm, niekiedy już spłaszczone, posiadały też zabezpieczające wskazówki wieczka. Ich wynalazcą ma być Niemiec Peter Henlein (vel Hele). On też ma być autorem kolejnego

²² Obecnie przechowuje go muzeum w Norymberdze, choć oryginalność jego jest podważana. Natomiast informacja z 1374 r. o zakupieniu w Kolonii zegara okrętowego oraz zapis z 1377 r. o wypłaceniu przez króla Francji Karol V należności zegarmistrzowi Pierre de S. Beate, za wykonanie zegara przenośnego, są uważane jako wzmianki o zegarach słonecznych.

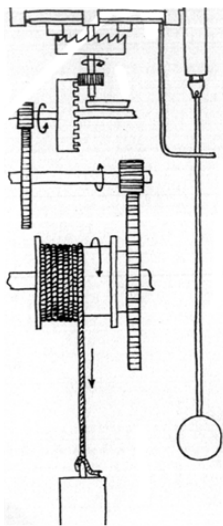
przełomu w zegarmistrzostwie, a mianowicie w miejsce *kolebnika* wprowadza **kółko balansowe**, przy którego krańcach mocuje dwie elastyczne szczeciny, ograniczające rozpiętość jego wychyleń. Do wynalazku kółka balansowego pretenduje też francuski zegarmistrz Julien Couldray z Blois, który w 1518 r. dla króla Francji Franciszka I dwa sztylety, w których zdobionych rękojeściach osadził złożone zegarki z balansem. Wynalazek ten zmniejszył niedokładność zegara do około kwadransa na dobę [9, s. 217-221].

We Francji w r. 1538 Paryżanin Hans Yoncter dostarcza królowi dziesięć **zegarków naszyjnikowych**, których forma rozpowszechnia się później pod nazwą **zegarków pectoralikowych**. Już od lat 60-tych XVI w. jako ochronę tarczy i wskazówek zastosowano osłonę z górskiego kryształu, a więc swego rodzaju szybkę. Od schyłku XVI w. zegarki noszone zaczęły też nabierać kształtów zaokrąglonej bądź owalnej poduszeczki, choć pierwotny szkatułkowy ich kształt został wyparty dopiero w II połowie XVII w., co później znajdzie ostateczny swój finał w kształcie **zegarków kieszonkowych**. Początkowo zegarki naszyjnikowe wyrabiane są zazwyczaj z żelaza, szybko jednak, choćby dla większej wygody zdobnictwa, czy nadania większej wartości, stosuje się jako materiał mosiądz oraz srebro i złoto, od I połowie XVII w. wyklada się je także emalią oraz drogimi kamieniami. Prócz „poduszczynek” ich wygląd i kształt przybierał bardzo różne formy, np.: krzyża, modlitewnika, korony kwiatu, gwiazdy, muszli, czaszki... Zegarki osadzone były też w pierścieniach, różnej broni, prochownicach itp. [6, s. 81-83; 7, s. 189-192].

Ok. 1580 r. w Augsburgu powstaje (wzorując się na pectorałach), podwieszany pod sufitem lub wystawką meblową, zegar - kula. Mechanizm znajdujący się w kuli obraca pierścień godzinowy i tarczę u spodu, jedna nieruchoma wskazówka wyznacza godziny na pierścieniu a druga na tarczy. Przykładem takiego wyrobu na ziemiach polskich jest zegar wykonany ok. 1650 r. przez Dawida Schrötera z Elbląga.

Od I połowy XVI w. na salonach pojawiają się **zegary wieżyczkowe**, zarówno małe stolikowe, czy kominkowe, jak i wysokie podłogowe oraz wywodzące się z południowych Niemiec **zegary kaflowe** (od podobieństwa do ceramicznych kafli piecowych) z horyzontalną tarczą godzinową. Wszystkie te rodzaje zegarów od XVI, aż po początek XIX w. wyrabiane są i w Polsce, gdzie wspomniany zegar kaflowy zwany jest też *żabą*. Jako szczególny przykład takich polskich wyrobów można podać np. zegary Jakuba Gerke (Gierke) z Wilna, ale są też i inne wyróżniające się zakłady w Krakowie, Poznaniu, czy Królewcu [6, s. 65-79; 5, s. 24-26].

Owczesne zegary potrafiły być już bardzo

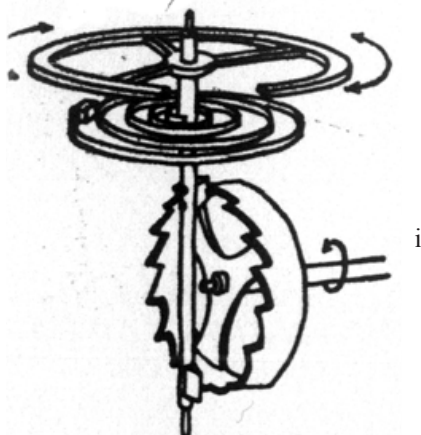


Ryc. 3. Mechanizm zegara wahadłowego [6, s. 29].

dokładne. Np. zegary szwajcarskiego fizyka i astronoma Josta Bürgi (z dwoma kołami balansowymi niezależnie pracującymi przy tym samym wychwycie i oddzielnymi tarczami: godzinową, minutową i sekundową) pracował z błędem poniżej 1 minuty na dobę. Nic dziwnego, że korzystał z nich w II połowie XVI w. duński astronom Tycho de Brahe, nieco późniejszy Johannes Kepler oraz działający w II i III ćwierci XVII w. gdański astronom Jan Heweliusz [9, s. 236-243].

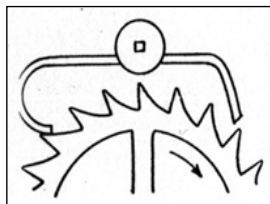
Rewolucją w zegarach było zastosowanie do nich wahadła. Chyba po raz pierwszy na pomysł, by wahadło było regulatorem zegara wpadł w 1494 r. Leonardo da Vinci. Nad wahadłem pracował także fizyk i astronom włoski Galileo Galilei, który opisał *prawo izochronizmu*²³, a w 1637 r. opracował rysunkowo projekt zegara z wahadłem [4, s. 43-44; 9, s. 229]. Jak trudnym było stworzenie odpowiednio wyważonego wahadła, opracowanie jego zawieszenia i przerobienie pod wahadło dotychczasowej maszynierii zegara, świadczy fakt, iż dopiero Holender Christian Huygens prof. astronomii i fizyki w Hadze, zbudował w 1656 r. sprawnie działający model **zegara wahadłowego**. W 1658 r. opisał swój wynalazek w dziele *Horologium oscillatorium* a już ok. 1660 r. Salomon Coster rozpoczął produkcję zegarów wahadłowych, w wersji zegara konsolowego i podłogowego [9, s. 226-231]. Jednak jeszcze przez dziesiątki kolejnych lat szczególnie londyńscy zegarmistrzowie, ulepszali huygensowski zegar (głównie wahadło i konstrukcję wychwytu), bądź modyfikowali go w zależności od wielkości i rodzaju obudowy. Wahadło pozwoliło na rozwój zegarów wiszących stojących.

W 1674 r. również Christian Huygens zaprezentował, przy współudziale paryskiego zegarmistrza Isaaca Thureta, nowy regulator do zegarów przenośnych i kieszonkowych, zapewniający większą dokładność ich działania. Regulatorem tym było ruchome **koło balansu**, w którym

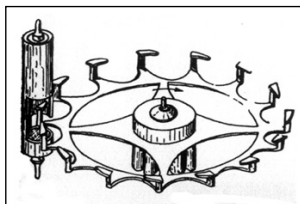


Ryc. 4. Wychwyt wrzecionowy z balansem i włosiem [6, s. 30].

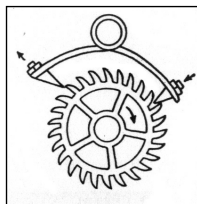
²³ W przeciwieństwie do kolebnika, którego prędkość ruchu zależy od siły, z jaką działa nań cały mechanizm wychwytu, czas wahań jest stały i zależy od długości wahadła. Wahadło krótsze oscyluje prędzej niż dłuższe, ale przy danej długości częstość wahań jest taka sama. Wahadło musi jednak otrzymywać zasilający impuls w przeciwnym razie po pewnym czasie ustanie [9, s. 227].



Ryc. 5. Wychwył hakowy [6, s. 30].



Ryc. 6. Wychwył cylindrowy [6, s. 31].



Ryc. 7. Wychwył kotwiczny spoczynkowy [6, s. 31].

wcześniejsze szczytyny Henleina zastąpiono *włosem*²⁴. Należy tu wspomnieć, iż Hoygns, być może oparł swój pomysł na zamyśle Aglika Roberta Hooke'a, który w 1664 r. miał przedstawić idee balansu ze spiralą Towarzystwu Królewskiemu w Londynie [9, s. 245-250]. Całkiem możliwe, że wpływ na jego wynalazek miał opracowany jeszcze w 1659 r. przez Polaka, księdza Adama Kochańskiego **zegar magnetyczny**. W zegarze tym balans oscylować miał w polu magnetycznym spełniającym taką samą rolę jak siła ciężkości w zegarze wahadłowym. Kochański swój wynalazek opisał w dziele *Mirabilia chronometrica* wydanym w 1664 r. przez Kaspra Schotta w Würzburgu, w IX tomie *Technica curiosa* [6, s. 29, 87; 9, s. 250-251]²⁵. Zmodyfikowany balans pozwolił na rozwój zegarków kieszonkowych, błąd pomiaru czasu ograniczył się do kilku minut na dobę.

Kolejną nowinką było wynalezienie w latach 60-tych lub 70-tych XVII w. przez Anglika Roberta Hooke'a **wychwytu hakowego**, zwanego też *wychwytem kotwicznym cofającym*. Po udoskonaleniu go kilka lat później przez Williama Clementa, wychwył ten jeszcze do końca XIX w. stosowany był w tańszych zegarach wahadłowych [6, s. 30; 8, s. 55]. W 1695 r. również Anglik Thomas Tompion skonstruował **wychwył cylindrowy**, który z kolei w latach 20-tych XVIII w. udoskonalił Georg Graham. Wychwył ten zastosowano powszechnie do budowy **zegarków kieszonkowych**. Ten sam Graham ok. 1715 r. skonstruował **wychwył kotwiczny spoczynkowy**, który w przeciwieństwie do poprzednich

24 Dookoła osi *kola balansu* zwinięta jest spiralna sprężynka zwana *włosem*. Jeden jej koniec przymocowany jest do osi ruchomego *balansu*, drugi do obudowy mechanizmu. Sprężysta spirala ogranicza swobodę *balansu*, wprawione w ruch przez spiralę koło, oscyluje równomiernie na odcinku własnego obwodu, wykonując ruchy to w jedną, to w drugą stronę, na podobieństwo *kolebnika*. Balans spełnia tu jednak rolę wahadła, gdyż do ruchu balansu ze spiralą stosuje się ta sama zasada zachowania okresu wahań, co w wahadle. Czas, w którym balans powtarza swój bieg jest niezmienny i zależy tylko od jego rozmiarów i sprężystości spirali. Zakończenia osi *kola balansu* obracają się w łożyskach z twardego materiału, tzw. *kamieni zegarowych* (np. rubin), by zminimalizować tarcie w łożyskach [9, s. 246].

25 Gotowy model zegara magnetycznego przedstawił Kochański dopiero w 1667 r. księciu Etrurii Ferdynandowi II. Dzieło *Mirabilia chronometrica* składa się z dwóch części: pierwsza omawia różne sprawy i zasady czasomiernictwa, drugą poświęcił Kochański na przedstawienie swoich pomysłów, m.in. dziewięć własnych rozwiązań zegara wahadłowego (sposoby przystosowania starych mechanizmów do wahadła). Kolejne odkrycia dokonał m.in. w 1672 r. opracowując swój własny *włos* do regulacji ruchu balansu, a w 1687 r. zawieszki sprężynowe do wahadła.

wychwyty zatrzymywał koło wychwytowe, powstrzymując też jego cofanie się, co zwiększyło równomierność działania całości mechanizmu. Wychwyty ten użył po raz pierwszy w zegarkach francuski ksiądz Jean de Hautefeuille w 1722 r., a ok. 1755 r. angielski zegarmistrz Thomas Mudge wykonał **wychwyty kotwicowy swobodny** (nie cofający i nie zatrzymujący) [6, s. 30; 8, s. 102; 9, s. 316]²⁶. W 1762 r. (lub nieco później) John Arnold zastosował wychwyty z cylindrem, ze zmniejszającymi tarcie panewkami z rubinu [7, s. 218; 8, s. 100].

Jeszcze w 1636 r. niejaki Daniel Schwenter opisał poznaną w Paryżu ideę zegarka z automatycznym (samoczynnym) naciągiem. Chodzi tu o tzw. **wahnik**, czyli rodzaj wahadła przeważnie kształtu półkola, o stosunkowo dużej masie, który pod wpływem ręki wykonuje ruchy wahadłowe, a te przenoszą się przez koła zębate na wałek sprężyny i nakręcają ją. Mówi się, iż jego wynalazcą był jakiś jezuita ok. 1600 r., jednak do dziś nie wiadomo dokładnie, kto to był [9, s. 319-320]. Zegarki z **automatycznym naciągiem** zaczął jednak rozpowszechniać dopiero od około 1770 r., Szwajcar Abraham-Louisa Perrelet z Le Locle. U schyłku XVIII w. i w I ćwierci XIX w. pracował nad nimi również inny Szwajcar Abraham-Louis Breguet, który do historii bardziej jednak przeszedł dzięki swym osiągnięciom w opracowywaniu systemów przeciwwstrząsowych, chroniących zegarki przed upadkiem oraz dokonaniom odnośnie zmniejszania niedokładności chodu [4, s. 62; 9, s. 320-321].

Od około połowy XVII w. zaczęły powstawać **zegary nocne**, o wyciszonym wychwycie i podświetlanej świecą tarczy. Jednymi z ich pierwszych konstruktorów byli działający w Rzymie bracia Matteo, Pietro Tommaso i Giuseppe Campani, którzy zastosowali do wyciszenia zamknięty w bębnie regulator rtęciowy. Kilka lat później zastąpiono go wahadłem korbkowym (w istocie kołem zamachowym), z czasem jeszcze innymi rozwiązaniami [4, s. 58; 8, s. 38].

Już od I połowy XVII w. zaczęła się rozwijać chałupnicza produkcja zegarków ludowych w górskich okolicach Szwarcwaldu, od czego przyjęły też nazwę **zegarów szwarcwaldzkich**. Produkowane dla mieszkańców wsi i miasteczek szybko rozprzestrzeniły się po Europie. Były to wiszące zegary ścienne, o drewnianej konstrukcji mechanizmu, napędzie wagowym (obciążnikowym), wahadle i drewnianej tarczy. Na jego bazie w 1730 r. Franz Anton Ketterer skonstruował w Schönwaldzie znany nam po dziś dzień zegar z kukułką. Zegary te były szczególnie modne od schyłku XVIII w., kiedy to stosowano już w nich precyzyjniejsze mechanizmy metalowe [5, s. 48; 7, s. 66-68; 8, s. 61-63].

Od II połowy XVII w., głównie w Bawarii i Saksonii wyrabiane były okrągłe wiszące tzw. *zegary talerzowe*, natomiast w XVIII w. we Francji rozwinęła się produkcja wiszących rokokowych *zegarów kartuszkowych*. W ostatniej ćwierci XVII w. zaczęto także tworzyć *zegary-obrazy*, czyli rzeczywiście malowane

²⁶ W wychwycie kotwicowym swobodnym do kotwicy dodano swego rodzaju bezpiecznik w postaci kółka, który działał na odpowiednie elementy umieszczone na osi balansu (tzw. *palec przerzutowy*), przekazując otrzymany impuls i pozwalając mu swobodnie się wychylać [8, s. 102].

obrazy, w które wkomponowywano tarcze działających zegarów (często dosłownie, jako zegary namalowanych wież) [7, s. 70-74].

Umiejętność wyznaczania szerokości geograficznej, czyli odległości kątowej dowolnego punktu na powierzchni Ziemi od równika była znana od dawna²⁷. Trudności nastręczała jednak długość geograficzna. Kurs utrzymywała więc przez długi czas busola, wspomagana szacowaniem prędkości statku i czasem mierzonym klepsydrą. Błędy w takich obliczeniach powodowały niestety wiele morskich katastrof. Ówczesne zegary niezbyt nadawały się do celów nawigacyjnych, gdyż albo były jeszcze za mało dokładne, albo też ich konstrukcja i zasada działania nie pozwalały na użytkowanie ich w trudnych warunkach morskich.

W 1714 r. angielski parlament ogłosił konkurs na sporządzenie przyrządu do wyznaczania długości geograficznej na morzu. Za dokładność wyznaczenia długości ok. ½ stopnia płacono 20 tys. funtów szterlingów (kwotę ówczesnie ogromną). Przez wiele lat sprawa nie była rozstrzygnięta, mimo wyścigowych prac głównie angielskich i francuskich zegarmistrzów. Dużym krokiem naprzód w tych zmaganiach było skonstruowanie w 1748 r. przez Francuza Pierre Le Roya **wychwytu sprężynowego** zwanego też *chronometrowym* lub *swobodnym* (od swobodnego ruchu balansu). Konkurs został rozstrzygnięty dopiero podczas morskich testów w 1761 i 1674 r. czwartej już wersji **chronometru morskiego** Johna Harrisona, z osiągiem zaledwie 5 sekund błędu. Ten konstruktor samouk pracował nad swoim dziełem od 1726 r., przy okazji tworząc ok. 1730 r. **wahadło kompensacyjne**, czyli nie zmieniające swej długości pod wpływem zmian temperatury. Ponoć w oparciu o rozwiązania Harrisona, pod koniec lat 60-tych XVIII w. powstał chronometr francuskiego zegarmistrza Ferdynand Berthoud. Natomiast w 1781 r. swój chronometr z wychwytem Le Roya przedstawił Thomas Earnshaw. Jego nieco udoskonalone wersje były powszechnie używane jeszcze w II połowie XX w. i dopiero w ówczesnych latach 80-tych na dobre zaczęły ustępować chronometrom kwarcowym, wprowadzonym po raz pierwszy na rynek w 1961 r. przez firmę Patek Philippe (o której będzie jeszcze mowa) [3, s. 204; 4, s. 48-50; 8, s. 101, 185; 9, s. 271, 274-284].

Były to w zasadzie ostatnie przełomowe wynalazki związane z zegarem mechanicznym. Dalszy jego rozwój był już tylko doskonaleniem szczegółów mechanizmu, wprowadzaniem wytrzymalszych na zużycie materiałów, zwiększaniem precyzji wykonania i odporności na wstrząsy, zmniejszaniem niedokładności chodu (już w XVIII w. z około pół minuty dokładność doszła do kilku sekund na dobę), wprowadzaniem nowych wzorów obudowy zewnętrznej, czy też dodatkowych atrakcji jak np. **wieczny kalendarz** znany w zegarku już

²⁷ Szerokość wyznaczano mierząc tzw. *kąt wysokości bieguny*, czyli kąt między płaszczyzną horyzontu, a linią równoległą do osi ziemskiej przebiegającej sklepienie niebieskie w punkcie zwanym *biegunem świata*. W pobliżu tego punktu znajduje się Gwiazda Polarna (jedna z gwiazd Małej Niedźwiedzicy) stanowiąca punkt orientacyjny, w oparciu o który mierzono wspomniany kąt.

w 1754 r., czy **stoper** z kasowanymi wskazaniem, wprowadzony w 1864 r. [4, s. 67; 9, s. 322]. W I połowie XVIII w. okrągłe i coraz mniej wypukłe zegarki kieszonkowe stają się coraz bardziej powszechne. Noszą je tak mężczyźni, jak i kobiety, które przypinają je łańcuszkami do pasku lub do gorsetu. Stała miniaturyzacja i bardzo urozmaicone metody zdobienia sprawiły, że zegarek stał się też osobistą biżuterią [4, s. 41].

Po prymacie zegarmistrzostwa angielskiego i francuskiego, już od ok. 1800 r. prężnie rozwija się wiedeńskie (głównie zegar kominkowy), a w końcu I połowy XIX w. na czoło wysuwa się Szwajcaria, specjalizująca się w **zegarkach kieszonkowych**. Tu należy wspomnieć o datującej się od 1839 r. genewskiej działalności firmy polskich popowstaniowych imigrantów Antoniego Patka i Franciszka Czapka. Ich zegarki kieszonkowe cieszyły się ówczesnie bardzo dużym uznaniem, a i dziś kolekcjonerzy z całego świata zabiegają o ich wyroby. W 1842 r. Francuz Adrian Philippe, późniejszy wspólnik Patka, zastosował tzw. **remontuar**, czyli naciąg sprężyny za pomocą „główki” znajdującej się na obrzeżu zegarka. Firma *Patek-Philippe* istnieje nieprzerwanie po dzień dzisiejszy [6, s. 124-130]. Od końca XIX w. zegarki kieszonkowe zaczynają być mocowane bransoletkami i paskami na nadgarstku. Na przełomie XIX i XX w. zaczęto także produkować **zegarki naręczne** specjalnie dedykowane do takiego noszenia. Początkowo były przeznaczone dla wojska, ale tuż przed I wojną światową zaczęły wchodzić także na rynek cywilny, by już w latach 30-tych stać się najpopularniejszą formą czasomierza [4, s. 70-71].

Początki zastosowań elektryczności w zegarach mechanicznych datuje się na 1775 r., kiedy to Anglik James Ferguson podejmował nieudane próby napędzania zegara ładunkiem wytworzonym przez maszynę elektrostatyczną (poprzez pocieranie się dwóch ciał). Właściwym twórcą **zegara elektromechanicznego** był w 1837 r. Niemiec Karl August Steinheil oraz w 1840 r. Anglicy Charles Wheatstone i Alexander Bain²⁸. Jak dotąd najdokładniejszy zegar *mechaniczny wahadłowy* skonstruował, z wykorzystaniem elektryczności brytyjski inżynier William Hamilton Shortt, we współpracy z zegarmistrzem Frankiem Hope Jonesem w 1921 r. Jest to zegar elektromechaniczny składający się de facto z dwóch wahadłowych zegarów połączonych przewodem elektrycznym: *master-clock* (pan) i *slave-clock* (sługa), gdzie dużą rolę odgrywają elektromagnesy [9, s. 326-331]. Opracowano też *zegary synchroniczne*, gdzie wskazówki obraca za pomocą kilku kół zębatach napędzany elektrycznością silnik. Ponieważ nie ma

28 W zwykłym zegarze mechanicznym zainstalowano kontakt, który co minutę zwierzał obwód elektryczny zasilany ze zwykłej baterii (jak w telegrafie klucz uruchamiany ręką telegrafisty), na przeciwnym końcu linii zainstalowano mechanizm wzorowany na aparacie odbiorczym telegrafu, który co minutę przesuwał wskazówkę obiegającą tarczę z podziałką czasową. Wykorzystano to na szlakach komunikacyjnych gdzie zegar-matka wyznaczał swym taktowaniem czas w dowolnej liczbie zegarów podporządkowanych. Nazywano to *elektryczną siecią czasu*. Zegary te nie były tak dokładne jak tego chciano, gdyż istniała zbyt duża nierównomierność chodu zegara powodowana niedoskonałością kontaktów (niejednorodnym przekazywaniem impulsów).

on własnego regulatora, zalicza się go do *zegarów wtórnych*, rolę zaś *zegara pierwotnego* spełnia generator prądu zmiennego elektrowni [9, s. 334]. W 1952 r. współpraca pomiędzy firmą LIP (Francja) i firmą Elgin (USA) zaowocowała seryjną produkcją naręcznego zegarka z elektrycznym napędem balansu (ze sterowaniem sygnowym), zasilanym miniaturową baterijką. Rok później firma Bulova (USA) zastąpiła balans kamertonem i w 1957 r. wprowadziła ten wynalazek do produkcji masowej [3, s. 203; 4, s. 77].

W 1918 r. Amerykanin Alexander M. Nicholson otrzymał patent związany z wykorzystaniem kryształu w oscylatorach. Twórcą zaś pierwszego rezonatora kwarcowego był w 1921 r. amerykański fizyk Walter G. Cady, który rok później opisał też możliwość jego zastosowania jako wzorca częstotliwości²⁹. Pierwszy taki wzorec częstotliwości (a tym samym wzorec czasu) powstał w 1927 r., a jego twórcami byli Amerykanin Warren A. Marrison i Kanadyjczyk J. W. Horton [4, s. 77; 8, s. 168; 9, s. 336-337]³⁰. W Polsce po raz pierwszy **zegar kwarcowy** został skonstruowany przez Instytut Radiotechniczny w Warszawie w 1938 r. [9, s. 339]. Pierwsze zegarki naręczne z rezonatorem kwarcowym (czyli zegary korzystające z elektronicznego oscylatora, regulowanego przez kryształ kwarcu) seryjnie produkowano w Japonii, USA i Szwajcarii dopiero w 1958 r. Do produkcji wyryjnej zegarki kwarcowe weszły już w latach 60-tych, początkowo z klasyczną tarczą analogową, a od 1973 r. z ciekłokrystalicznym wyświetlaczem [3, s. 204-205; 4, s. 78].

Ostatnim (jak na razie) zwyczajną zegarowej ewolucji jest zbudowany po raz pierwszy w 1949 r. **zegar atomowy**. Jest to zegar kwarcowy sprzężony z atomowym wzorcem częstotliwości, opartym na promieniowaniu gazu (współcześnie zazwyczaj cezu)³¹. W Polsce pierwsze zegary atomowe pojawiły

29 Rezonator kwarcowy działa w oparciu o *zjawisko piezoelektryczne*, czyli pojawianie się ładunków elektrycznych na kryształach pod wpływem jego naprężeń mechanicznych (np. ściskania) i odwrotne zjawisko polegające na zmianie przez kryształ swego kształtu i wymiarów pod wpływem działania pola elektrycznego. Zadaniem rezonatora jest stabilizacja częstotliwości drgań oscylatorów elektronicznych [https://pl.wikipedia.org/wiki/Rezonator_kwarcowy].

30 Zasilany z baterii elektroniczny generator drgań ma w obwodzie sprzężenia zwrotnego płytkę kryształu kwarcu drgającą z częstotliwością 2^{15} Hz. Drgania wytwarzają impulsy elektryczne, które przechodzą przez zespół dzielników częstotliwości. Każdy dzielnik zmniejsza częstotliwość o połowę, by w rezultacie - po piętnastu podziałach - otrzymać jeden impuls na sekundę. Po każdym z tych jednosekundowych impulsów czynnikiem cyfrowym zmienia wskazanie na ciekłokrystalicznym wyświetlaczu cyfr. [https://pl.wikipedia.org/wiki/Zegar_kwarcowy].

31 Pierwszy zegar atomowy powstał w amerykańskim instytucie metrologicznym *National Bureau of Standards*. Od zastosowanej tam metody (mikrofalowe wzmacnianie przez stymulowaną emisję promieniowania oraz wykorzystanie w nim pewnych właściwości amoniaku), nadano mu nazwę - *maser amoniakalny*. Używany od 1955 r. wzorec cezowy, na początku lat 70-tych pozwolił wykazywać różnicę drgań z dokładnością ok. 0,0000003 sekundy. Zegar atomowy nie jest jednak zegarem w dosłownym tego słowa znaczeniu, tylko wzorcem częstotliwości, który nie musi być kontrolowany, gdyż kontroluje się sam, poprzez porównanie z okresem drgań własnych cząsteczek cezu.

się w 1960 r. [9, s. 348-351]³².

Z chwilą wejścia w użycie zegara kwarcowego, a potem atomowego dalsze zwiększanie dokładności zegara mechanicznego nie miało sensu. Te zupełnie nowego typu zegary całkowicie wyparły zegar mechaniczny z fabryk, laboratoriów naukowych, obserwatoriów astronomicznych czy pomiarów sportowych osiągnięć. Natomiast w życiu codziennym dokładność mechanicznego zegara (do ok. 1 sekundy na dobę) jest w zupełności wystarczająca. Zegar mechaniczny nie prędko jeszcze przejdzie do lamusa, występując w przeróżnych rozwiązaniach wewnętrznego mechanizmu i jeszcze większej ilości form wyglądu zewnętrznego, używany będzie zapewne jeszcze długo, a już na pewno zawsze będzie obiektem kolekcjonerstwa, czy elementem wystroju wnętrza.

Bibliografia:

1. Bartnik Bernard, Podwapiński Wawrzyniec, *Zegarmistrzostwo. Zegary i zegarki specjalne*, wyd. II, Warszawa 1988
2. Głębocki Wiesław, *Zegarmistrzowie warszawscy XIX wieku*, Warszawa 1992
3. Mrugański Zdzisław, *Czas i urzędzenia do jego pomiaru*, Warszawa 2008
4. Negretti Giampiero, Vecchi Paolo de, *Kolekcje. Zegary*, Warszawa 1997
5. Prószyńska Zuzanna, *Dawne zegary*, Warszawa 1998
6. Siedlecka Wiesława, *Polskie zegary*, wyd. II, Ossolineum, Wrocław 1988
7. Urešová Libuše, *Zegary*, Warszawa 1987
8. Vergano Benedetta Gallizia di, Strada Emilio, *Zegary*, Warszawa 2000
9. Zajdler Ludwik, *Dzieje zegara*, wyd. II, Warszawa 1977

³² Pierwszy *maser amoniakalny* zbudowano w zakładzie Dielektryków Instytutu fizyki PAN w Poznaniu, a *maser cezowy* w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN w Warszawie.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

ГУМАНІТАРНИЙ КОРПУС

**Збірник наукових статей з актуальних проблем
філософії, культурології, психології, педагогіки та історії**

Випуск 7

Матеріали

V Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції
«Актуальні проблеми гуманітарних наук у дослідженнях молодих науковців»
(1 жовтня 2016 р.).

Друкується за оригінальними авторськими текстами.
Редакційна колегія не несе відповідальності
за авторську редакцію поданих матеріалів.

Верстка та оригінал-макет
Обкладинка
Фото на обкладинці

Віталій Мохонько
Віталій Мохонько
Вінічук Уляна

Підписано до друку 27.10.2016.
Формат 64x90/16. Папір офсетний.
Друк цифровий. Гарнітура PT Serif.
Умов. друк. арк. 13,5. Обл.-вид. арк. 12,42.
Наклад 45 прим. Зам. № 17389.

Віддруковано з оригіналів замовника.
ФОП Корзун Д.Ю.
21027, а/с 8825, м. Вінниця, вул. 600-річчя, 21.
Тел.: (0432) 603-000, 69-67-69.

Видавець ТОВ «Нілан-ЛТД»
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до
Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції серія ДК № 4299 від 11.04.2012 р.
21027, а/с 8825, м. Вінниця, вул. 600-річчя, 21.
Тел.: (0432) 603-000, 69-67-69.
e-mail: info@tvoru.com.ua
<http://www.tvoru.com.ua>