

cz. 9

METALE

CZYLI SZKIELET CYWILIZACJI

Piotr Kawalerowicz

Jedną z najbardziej ludzkich, spośród wielu charakterystycznych dla człowieka cech, jest **ciekawość**. W połączeniu z uporem, pracowitością i dociekliwością często była źródłem odkryć - zarówno tych popychających cywilizację do przodu, jak i tych, które na lata pogrążyły ją w mrokach.

Nic lepiej nie wpływa na rozwój techniki, jak wojna, niestety! Do pogrążenia w mroku, jak dowodzi historia, znacznie lepiej służyły kłeski głodu, najazdy barbarzyńców i religie, które w czasach pokoju miały czas zająć się skutecznie indywidualnymi grzesznikami i paleniem ich dzieł oraz ich samych. W starożytnych Chinach bardzo efektywnemu „zakrywaniu” odkryć (np. Ameryki) służyła rada mandarynów. Obecnie wiele patentów jest utajnianych „ze względu na kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa obronnego” kraju lub wykupywanych przez wielkie koncerny, które następnie zamykają wynalazki w sejfach, gdyż nie zarobiły jeszcze wystarczająco dużo na „starych”, już wdrożonych rozwiązaniach.

Jaka jest historia wynalazków i odkryć, skąd się brały, kto i gdzie ich dokonywał, jaki był ich dalszy los i wpływ na cywilizację?

METALE

Metale takie jak złoto, srebro, cyna czy rtęć znane były już w starożytności. W historii ludzkości odkrycie pierwszego metalu rozpoczęło stopniowy rozwój i postęp życia gospodarczego i politycznego. Bez metali nie do pomyslenia byłaby współczesna cywilizacja, bez nich człowiek nie osiągnąłby tych zdobyczy we wszystkich niemal dziedzinach, które znamionują dzisiejsze czasy.

Początki obróbki metalu związane są najprawdopodobniej z rozwojem garncarstwa. Przypuszczalnie to właśnie piece do wypalania gliny dały początek, tak istotnemu dla dalszego rozwoju techniki, rozwojowi metalurgii. W ich żarze miękły metale kolorowe i szlachetne, co z kolei pozwoliło je formować przez kucie czy nawet rozklepać na cienką blachę. Około 4000 r. p.n.e. rzemieślnicy wytwarzali pierwsze narzędzia metalowe, czasem stosując już nawet nową w owym czasie technikę odlewania metali w glinianych formach. Podejmowa-

Australopitek i *Homo habilis* - człowiek pierwotny.

Homo sapiens - człowiek rozumny.

Pierwsze wyraźne przejawy tzw. kultury rolnej - uprawy, co pociąga za sobą początki „osiadłego” trybu życia (Mezopotamia, Azja Wschodnia, Meksyk, Peru). Rzemieślnicy wytwarzali pierwsze narzędzia metalowe. Posługiwali się też, w nielicznych przypadkach, nową techniką odlewania metali w glinianych formach.

W Egipcie produkowane są igły z miedzi.

W Egipcie wytwarzane są lustra z polerowanej miedzi.



Egipskie ostrze, wykonane z brązu, używane do golenia z ok. 1575-1308 r. p.n.e.



Budowa pieca stosowanego w Egipcie do wytopu metalu

Egipcjacy złotnicy wytwarzali wieloogniwo- we łańcuszki ze złota. Umieli przetwarzać złoty metal na drut, kuć go i spawać. Stosując kucie metalu, wytwarzano gruby drut. Nie ciągniono długich drutów, lecz spawano wykute uprzednio kawałki, uzyskując pożądaną długość. Poszczególne kawałki drutu były zaginane w ogniwa łańcucha i spawane na końcach, tworząc całość.

W Egipcie i na Cyprze sztuka wytopiania metali osiągnęła wysoki poziom. Pozyskiwano miedź metodą prażenia. Rudę miedzi stosowano do budowy pieców, do których następnie wsypywano materiał opalowy. Do grobów zmarłych królów Sumeru wkładano pięknie zdobione naczynia ze złota i lazurytu. Jednolite puchary ze złota wytwarzano z klepanych złotych płytek lub odlewano w piaskowych formach.

Za panowania cesarza Ji Chińczycy wynajdują metodę wytwarzania stali. Stal to żelazo zawierające co najmniej 0,3% węgla. Zawartość węgla umożliwia hartowanie stali przez gwałtowne oziębienie. Produkcja stali w tym czasie w Europie nie jest możliwa, ponieważ znane wówczas w Europie pokłady rud zawierają związki fosforu utrudniające hartowanie.

Hammurabi, król Babilonii (twórca słynnego kodeksu praw), opisuje materiały niezbędne do wytopu metalu.

W Europie używa się mosiądzu. Celtowie wytopiają stal z rud żelaza zawierających mangan. W kulturze środkowoeuropejskiej La Tène stosowane są piece szybowe do topienia metali. Pozwalają one na uzyskanie wyższych temperatur topienia rudy oraz mają większą pojemność wsadową. Zastępują one dotychczasowe piece dymarkowe.

Złoto jako metal szlachetny, posiadający szczególne właściwości (np. odporność na korozję), bardzo wczesnie znalazło zastosowanie w medycynie. Rzymianie już ok. 400 r. p.n.e. ze złota wykonywali

m.in. mostki dentystyczne i sztuczne zęby. Techniki tej nauczyli się od Etrusków, którzy jako pierwsi robili sztuczne zęby już ok. 700 r. p.n.e.



Rzymski przyrząd medyczny wykonany z metalu



Kopia oryginalnego rzymskiego mostka dentystycznego wykonanego ze złota z ok. 400 r. p.n.e.

WYNALEZKÓW

3 000 000 lat p.n.e.
2 000 000-1 500 000 lat p.n.e.
350 000-250 000 lat p.n.e.
ok. 10 000 lat p.n.e.
ok. 8 000 p.n.e.
w IV tysiącleciu p.n.e.
ok. 3000 r. p.n.e.
ok. 2994 r. p.n.e.
ok. 2905 r. p.n.e.
ok. 2810 r. p.n.e.
ok. 2708 r. p.n.e.
ok. 2670 r. p.n.e.
ok. 2520 r. p.n.e.
ok. 2290 r. p.n.e.
ok. 2220 r. p.n.e.
ok. 1700 r. p.n.e.
ok. 1400 r. p.n.e.
ok. 500 r. p.n.e.
IV w. p.n.e.
ok. 400 r. p.n.e.
600-300 r. p.n.e.

Homo erectus - człowiek wyprostowany.

Człowiek z Cromagnon.

Pojawia się: pismo, koło, żagiel, wytop metali z rud.

W Egipcie złotnictwo przeżywa swój rozkwit. Rzemieślnicy znają m.in.: klepanie, kucie, spawanie i cięcie metali szlachetnych.

W Egipcie rozwija się sztuka kucia złota i srebra. Metale te są dobrze kowalne, dzięki czemu można ich użyć do „pozlacania”. Aby uzyskać niezbędne do tego cienkie płatki metalu, złotnicy układają „formę”, czyli stos cienkich blaszek z metali szlachetnych, poprzekładanych skórą, na płytę z kamienia.

Następnie na takim kowadło uderzają mocno kamieniem aż do uzyskania cienkich płatków metalu. Do posrebrzania i złocenia wykorzystywano zjawisko adhezji, materiał zaś nakładano bardzo cienkimi warstwami (0,001 mm!).

W Indiach, Mezopotamii i na wyżynie Azji Mniejszej po raz pierwszy do produkcji narzędzi zostaje wykorzystane żelazo. Najprawdopodobniej żelazo było po raz pierwszy stosowane nad Indusem, o czym świadczą pochodzenie słowa żelazo. Ponieważ nie są jeszcze znane metody wytwarzania żelaza, pierwsze narzędzia są wytwarzane z meteorytów. Być może wiadano nawet o pochodzeniu meteorytów, gdyż żelazo nazywano „miedzią niebieską”.

W Armenii i na Kaukazie odkryto wyroby ze stali zgrzewanej. W Mykenach (Grecja) wytwarza się wyroby z cienkich drutów metalowych (najprawdopodobniej młotkowanych).

W Chinach wykonywano metalowe przedmioty metodą odlewania już w IV w. p.n.e. Głównie były to narzędzia rolnicze, broń i naczynia. Dla rozwoju odlewnictwa w Chinach bardzo istotne było występowanie na tych terenach odpowiedniej gliny, która pozwalała na konstrukcję pieców hutniczych. Chińczycy odkryli też, iż dodanie tzw. „czarnej ziemi” (zawierającej fosfor) powoduje obniżenie temperatury, w której metal staje się płynny. W Europie piece hutnicze nie są znane jeszcze do VIII w. n.e.

Bogini Izis - egipska statueta wykonana z brązu



Diuto z brązu oraz kamień do ostrzenia znalezione w świątyni Zoser, Egipt.



Topór z brązu znaleziony w Irlandii, pochodzący z ok. 2800-1100 r. p.n.e.



Warto poznać

Metal

Metal - substancja składająca się wyłącznie albo chociaż w przeważającym stopniu z atomów pierwiastków metalicznych niezwiązanych chemicznie z innymi atomami. Za pierwiastki metaliczne uważa się z kolei te pierwiastki, które wykazują w formie czystej chemiczne i fizyczne cechy metalu czyli:

- dobre przewodnictwo elektryczne
- dobre przewodnictwo cieplne
- tworzenie połyskłej, gładkiej powierzchni w fazie krystalicznej,
- dość wysokie temperatury topnienia - większość metali jest stała w temperaturze pokojowej.
- kowalność (wykuwanie blach)
- ciągliwość (wyciąganie drutu)
- charakterystyczny dźwięk (dzwony)
- skłonność do tworzenia związków chemicznych o własnościach raczej zasadowych i nukleofilowych niż kwasowych i elektrofilowych.

Wiele metali i ich stopów ma oprócz tego doskonale własności mechaniczne i dlatego są one powszechnie wykorzystywane do konstrukcji maszyn i urządzeń, a także jako materiały konstrukcyjne w budownictwie.

Czy wiesz, że...

Olbryzmia większość pierwiastków w układzie okresowym to właśnie metale. Ze względu na ich umiejscowienie w układzie okresowym różnią się:

- metale alkaliczne, takie jak: lit, sód, potas, magnez
- metale grup glinowych takie jak: glin, cyna, antymon
- metale grup przejściowych, takie jak: złoto, miedź, nikiel, platyna
- metale ziem rzadkich, takie jak: uran, rad, pluton i inne lantanowce.



miedź



złoto



ręć



srebro



żelazo

no też próby topienia i „mieszania” różnych metali. Podczas tych prób okazało się, że będąca w użytku miedź topi się łatwiej, gdy dodać do niej cyny, co więcej, można ją potem formować - odlewać. Tak powstał brąz - stop twardszy od czystej miedzi, z którego z większą łatwością można było wytwarzać narzędzia. Brąz miał też wielką zaletę - można było wpływać na jego własności poprzez zmienianie ilości dodawanej cyny. Narzędzia z brązu dzięki lepszym właściwościom użytkowym z czasem wypierają narzędzia kamienne. Około 3000 r. p.n.e. w miastach Mezopotamii (Irak) nastąpił rozkwit obróbki metali. W tym też okresie gdzieśgdzie przetwarzano również żelazo. Ponieważ nie znano jeszcze techniki wytopu żelaza, najstarsze żelazne przedmioty wykonane są z kutech bądź klepanych odlamków meteorytów.

Od zamierzchłych czasów istotną rolę w życiu człowieka odgrywały metale szlachetne, szczególnie złoto, które odkryto bardzo wcześnie. Ze względu na swoje szczególne właściwości estetyczne i fizyczne (np. łatwość obróbki - kowalność) różne kultury wykorzystywały złoto jako materiał zarówno do wytwarzania ozdób czy przedmiotów kultowych, jak i innych o charakterze użytkowym. Z badań archeologów wynika, że już w starożytnej Asyrii i Babilonie używano drutu na ozdoby i przedmioty użytkowe. Z opisów znajdujących się w Biblii wiemy, że dostojnicy i kapłani ubierali się w szaty przetykane złotymi nićmi, które są przecież niczym innym jak bardzo cienkim drutem.

Złoto wyzwalalo też w ludziach niezwykłą rządzą posiadania. To legenda „Złotego Miasta - El Dorado” mogła być jedną z przyczyn podboju imperium Azteków przez Hiszpanów, tak jak słynna „gorączka złota” była impulsem do odkrywania nieznanych obszarów w Ameryce Pn.

Metale odegrały istotną rolę w rozwoju handlu - to z nich wytwarzano pierwsze monety, które zrewolucjonizowały wymianę handlową.

Metale i ich stopy w ogromnym stopniu przyczyniły się do rozwoju przemysłu. Dzięki nim możliwe stało się wykonanie wielkich maszyn, pojazdów czy skomplikowanych urządzeń. To zaś pozwoliło przetwarzać na ogromną skalę surowce i masowo wytwarzać produkty. Metale, w szczególności od momentu rozpoczęcia masowej produkcji żelaza, przyczyniają się w sposób decydujący do rozwoju transportu. Bez stali nie byłoby silników. Rozwój metod wytwarzania i obróbki stali sprawił, że rozwinąć się mogła kolej żelazna, a po morzach zaczęły pływać olbrzymie statki.

Do przygotowania kalendarium wykorzystano materiały źródłowe: „Nauka Technika i Wynalazki” Raymond L. Francis, wyd. AMBER „Kronika Techniki” - Praca zbiorowa, wyd. WEP PWN



Złota statueta wykonana przez Inków



Wykonane z brązu odważniki będące wzorcem wagowym wprowadzonym przez Elżbietę I.

W Persji odkryto cynk.

Rosnące zapotrzebowanie na żelazo (m.in. jako materiał do produkcji broni) powoduje intensywny rozwój hut. Na Wyspach Brytyjskich w połowie XIII w. było ich 150. Rozkwit imperium Inków w Ameryce Południowej (tereny od Ekwadoru po Chile). Inkowie wytwarzali niezwykle piękne przedmioty ze złota.

Umiera Leonardo da Vinci, pozostawiając po sobie ok. 7000 stron notatek zawierających pomysły i wynalazki.



Angielski kieszonkowy zegar słoneczny z roku 1570 wykonany ze srebra.

Anglik William Gregor odkrywa tytan.

Brytyjski chemik Humphry Davy odkrył dwa pokrewne pierwiastki (metale): sól i potas.

Brytyjski chemik Humphry Davy odkrył magnez i inne nowe pierwiastki chemiczne: wapń, bar, stront, bor - otrzymał je drogą elektrolityczną.

Szwedzki chemik Johan August Arfwedson odkrył lit. Szkot James Nasmyth zbudował pierwszy potężny młot parowy. Ważąca wiele ton stalowa bryła unosiła się nad rozgrzanym do czerwoności obrabianym elementem i spadała na niego gwałtownie. To prekursorskie urządzenie miało też ogromne znaczenie dla obróbki plastycznej metali z zastosowaniem matryc.

Jacob Mayer, właściciel odlewni staliwa w Bochum, po raz pierwszy dokonuje odlewu skomplikowanych i szczególnie dużych przedmiotów.

W hucie szkła w Zlatnie (Węgry), chemik Pantotsek wykorzystuje tlenki metali do pokrywania wyrobów szklanych powłokami mieniącymi się różnymi barwami. Efekt ten uzyskał, pokrywając powierzchnię szkła (warstwowo) cienką powłoką z metali, lekko zabarwioną tlenkiem bizmutu, która przy przenikającym świetle była ledwo widoczna, podczas gdy odbijane przez nią światło mieniło się wszystkimi barwami tęczy.

Piotr i Maria Curie w trakcie badań rud uranowych odkrywają rad. Piotr Curie zajmował się m.in. badaniem właściwości magnetycznych metali.

Niemiecki inżynier Alfred Wilm tworzy duraluminium („dural”). Jest to stop aluminium z miedzią i magnezem, dający się hartować. Nowy stop przy porównywalnej gęstości ma wielokrotnie lepsze właściwości wytrzymałościowe od aluminium. Wkrótce ten lekki materiał konstrukcyjny znajduje bardzo szerokie zastosowanie w przemyśle (szczególnie lotniczym).

W Berlinie Otto Hahn i Fritz Strassman poprzez bombardowanie neutronami po raz pierwszy rozszczepili jądro uranu. Dalsze doświadczenia wykazały, że w wyniku takiego bombardowania powstają sztuczne pierwiastki tzw. transurany: neptun i pluton. Badania takie prowadził też Włoch Enrico Fermi.



Metalowa forma do formowania i oznaczania butelek z 1850 r.



Kamera z 1927 r. wykonana z duraluminium

WYNALEZKÓW

p.n.e./n.e.
350 r.
VI w.
700 r.
XIII w.
XVI w.
V 1519 r.
1560 r.
1570 r.
1708 r.
1735 r.
1751 r.
1755 r.
1789 r.
1791 r.
1801 r.
1807 r.
1808 r.
1817 r.
1839 r.
1841 r.
1851 r.
1856 r.
1878 r.
1898 r.
1906 r.
1912 r.
1927 r.
1938 r.
1990 r.

W północno-wschodniej Hiszpanii wynaleziono wielkie piece do wytopu żelaza tzw. „piece katalońskie”. W przeciwieństwie do dotychczas używanych pieców płaskich, miały one konstrukcję pionową w postaci szybu wymurowanego z kamieni. W dolnej części pieca znajdował się rozpalony węgiel drzewny, od góry wprowadzano rudę żelaza. Przez oddzielny otwór, za pomocą miechów, doprowadzano powietrze. Uzyskiwana temperatura wciąż jednak była za niska, aby uzyskać płynne żelazo.

Anglik Abraham Darby wynalazł metodę formowania odlewów żelaznych w skrzyniach z mokrym piaskiem. Do tej pory odlewano, co najwyżej, drobne ozdobne przedmioty w formach z tustej gliny. Nowa metoda polegała na wykonaniu drewnianego modelu, który umieszczano w skrzyni do formowania. Następnie wypełniano skrzynię mokrym piaskiem, który mocno ubijano, po czym wyjmowano model. W przestrzeń po modelu nalewano płynne żelazo.

Antonio da Ulloa odkrywa platynę.
Axel Frederik Cronstedt odkrywa nikiel.
Black odkrywa magnez.

Odkrycie uranu.
Angielscy inżynierowie Matthew Boulton i James Watt zastosowali po raz pierwszy w budownictwie lądowym żelazo i stal kowalną.

Anglia jest pierwszym krajem, który na dużą skalę zaczął stosować żelazo w budownictwie.
Francuz Eugene Pligot otrzymał metaliczny uran. Metal ten ma liczbę atomową 92 (najwyższa wśród pierwiastków występujących w przyrodzie). Pierwiastek ten używany będzie w XX w. jako paliwo w reaktorach atomowych i w broni nuklearnej.
Theodor Fleitman, niemiecki inżynier, odkrywa metodę spawania metali nieżelaznych. Udaje mu się zespawać nikiel z niklem oraz nikiel z żelazem i stalą. Dotychczas bezskutecznie szukano sposobu spawania tzw. metali kolorowych, którymi nazywa się same w sobie lub w stopach, kolorowe metale ciężkie, z wyjątkiem żelaza. Przez spawanie dawały się połączyć obok żelaza i stali tylko metale szlachetne i metale miękkie (ołów, cyna). Fleitman odkrywa, że nikiel można spawać przez dodanie magnezu. Metoda łączenia rozgrzanych metali przez docisk nazywana jest zgrzewaniem.

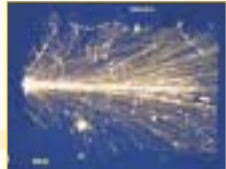
Firma Krupp w Essen opracowuje nowe nierdzewne stale chromowo-niklowe.
Nowe stopy znajdują zastosowanie w przemyśle chemicznym (aparatury laboratoryjne) oraz do wyrobu urządzeń gospodarstwa domowego (naczynia).



Rzymska waga równoramienna wykonana z brązu, z 350 r. n.e.



Most na rzece Severn koło Coalbrookdale w Anglii - pierwszy na świecie most wykonany z żelaza



Dziewczyny lubią brąz

Z przymrużeniem oka



MetaLovec



Stalowe nerwy



Robotnicy odlewający stal, Bolton w Anglii 1919 r.

Obraz uderzenia w jądro złota rozpędzonego jonu siarki zarejestrowany w europejskim laboratorium wysokich energii CERN badającym cząstkę