

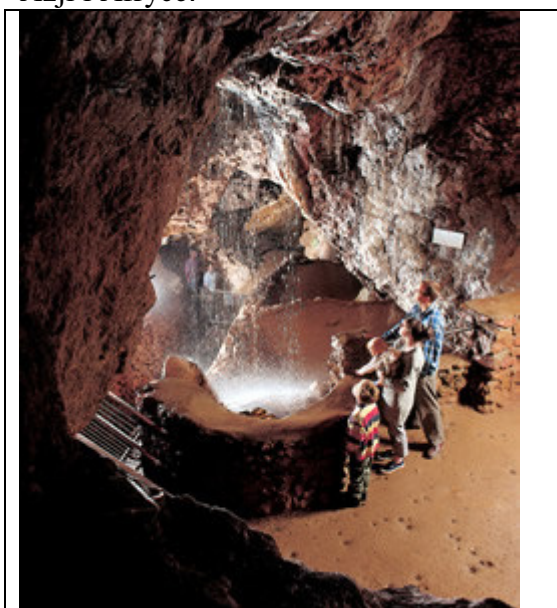
1. Metale, Rudy I Stopy	1
1.1 Żelazo	1
1.1.1 Rudy Żelaza.....	2
1.1.2 Stopy Żelaza.....	2
1.2 Miedź.....	3
1.2.1 Rudy Miedzi	4
1.2.2 Stopy Miedzi	4
1.3 Ołów	7
1.3.1 Rudy Ołowiu	7
1.3.2 Stopy Ołowiowe	8
1.4 Srebro	8
1.4.1 Rudy Srebra.....	9
1.4.2 Stopy Srebra	10
1.5 Złoto	10
1.5.1 Stopy Złota	11

1. Metale, Rudy I Stopy

1.1 Żelazo

Cieżki, kowalny, plastyczny, magnetyczny, srebrno-biały metal, łatwo korodujący w wilgotnym powietrzu, występuje w meteorytach, skale magmowej, jest najczęściej z używanych metali.

Produkcja żelaza prawdopodobnie zaczęła się po 2000 p.n.e. w południowo-zachodniej lub południowo-środkowej Azji, przypuszczalnie w regionie Kaukazu. Tak zaczęła się Epoka Żelaza, kiedy żelazo zastąpiło brąz. Ta zmiana miała miejsce, ponieważ żelazo w powiązaniu z niewielką ilością węgla staje się twarde, trwałe i pozwala na ostrzejsze krawędzie niż brąz. Przez ponad trzysta lat, aż do pojawienia się stali, żelazo było podstawą cywilizacji w Europie, Azji i Afryce.



1.1.1 Rudy Żelaza

Rudy żelaza są skałami i minerałami z których można ekonomicznie oddzielić metaliczne żelazo. Rudy są zwykle bogate w tlenki żelaza i różnią się między sobą kolorem (od ciemnoszarego, jasno-żółtego, głęboko purpurowego, po rdzawo-czerwony). Samo żelazo zwykle występuje w formie magnetytu (Fe_3O_4), hematytu (Fe_2O_3), getytu, limonitu lub syderytu. Hematyt jest także znany jako „ruda naturalna”. Nazwa odnosi się do wczesnych lat kopalnictwa, kiedy to pewne rudy hematytowe zawierały 66% żelaza i mogły być bezpośrednio wprowadzane do pieców hutniczych. Ruda żelaza jest surowcem do produkcji surówki, która, z kolei, jest surowcem do wyrobu stali. 98% wydobywanej rudy żelaza przeznaczane jest do produkcji stali.



1.1.2 Stopy Żelaza

Żelazo rzadko występuje w postaci czystej i zawiera inne składniki mające wpływ na własności stopu. Istotnym elementem stopowym jest węgiel, którego stężenia wynoszą od 0 do 5%, i ma on duży wpływ na własność tworzonych stopów. Najczęściej spotykamy następujące fazy żelazowe: miękki ferryt (czyste żelazo), twardy i kruchy cementyt (węgiel żelaza), perlit (rozwarstwiony ferryt i cementyt), rafit (czysty węgiel).

Odlewanie jest procesem podczas którego żelazo wyprowadzane jest z rudy. Kiedy rudę żelaza podgrzejemy na ogniu z węgla drzewnego, ruda zacznie uwalniać tlen, który wiążąc się z tlenkiem węgla da dwutlenek węgla. W ten sposób tworzy się porowata, gąbczasta masa względnie czystego żelaza, z domieszką węgla oraz materii obcej uwolnionej z rudy, znanej jako żużel. (Oddzielenie żużla od żelaza jest umożliwiające przez dodanie topnika, t.j. skruszonych muszli morskich lub kamienia wapiennego.) Uzyskanie kęsiska żelaza w prymitywnym kowalnictwie przebiegało następująco: po wyprowadzeniu masy wytopu z pieca, kowal bił ją młotem na kowadło, aby usunąć popioły i żużel, oraz, aby cząstki metalu były ze sobą spójne. Było to tzw. żelazo „kute”, które zawierało od .02 do .08% węgla (pochodzącego z węgla drzewnego), wystarczająco, aby metal był zarówno twardy jak i kowalny. Żelazo kute było najpowszechniejszym metalem w Epoce Żelaza.

Przy bardzo wysokich temperaturach następuje radykalna zmiana: żelazo zaczyna szybko pochłaniać węgiel, i topić się, ponieważ wyższa zawartość węgla obniża punkt topnienia żelaza. W ten sposób otrzymujemy żeliwo, które zawiera od 3 do 4.5% węgla. Wysoka zawartość węgla sprawia, że żeliwo jest twarde i kruche; przy silnym uderzeniu łatwo pęka, i dlatego nie można je kuć (t.j. podgrzać i kształtować uderzeniami młota) w jakiegokolwiek temperaturze. Z końcem Średniowiecza europejscy producenci żelaza opracowali wielki piec, wysoką konstrukcję przypominającą komin w którym spalanie było wzmagane przez

podmucha powietrza pompowanego przez przemienne warstwy węgla drzewnego, topnika i rudy. Stopione żeliwo, kierowane było bezpośrednio z wielkiego pieca do piaskowego koryta, które zasilalo pewną liczbę mniejszych, bocznych koryt; układ ten przypominał maciorę karmiącą prosięta, i dlatego żeliwo uzyskane w ten sposób nazwano ang. "pig iron" (surówka). Żelazo mogło być kierowane do form bezpośrednio z pieca, lub też ponownie przetopione, aby odlać piece, garnki, patelnie, ruszta, armaty, kule armatnie, lub dzwony (ang. "cast" znaczy nalać do formy, stąd nazwa ang. "cast iron"). Odlewanie odbywa się może w tzw. odlewniach.

Stal zawiera węgiel w ilości od .2 do 1.5%, wystarczająco, aby była twardsza od żelaza kutego, ale nie na tyle, aby była tak krucha jak żeliwo. Twardość, elastyczność, wytrzymałość na rozciąganie czynią stal bardziej użyteczną niżeli jakikolwiek typ żelaza: jest bardziej trwała i utrzymuje ostrą krawędź lepiej niż miękkie żelazo kute, jest odporniejsza na uderzenia i naprężenia bardziej niż kruche żeliwo. Jednak do połowy lat 1800, stal było trudno wyprodukować i dlatego była droga. Przed wynalezieniem konwertera Bessemera (opisany poniżej), stal otrzymywano głównie przez tzw. proces cementacji. Bloki żelaza kutego układano w sproszkowanym węglu drzewnym, warstwa po warstwie, w szczelnie przykrytych kamiennych pojemnikach i podgrzewano. Po kilku dniach podgrzewania, bloki żelaza kutego wchłaniały węgiel; aby zapewnić równy rozkład węgla, metal rozbijano, przepakowywano w proszku węgla drzewnego i podgrzewano ponownie. Otrzymana stal była ponownie podgrzewana, a następnie kuta dla uzyskania właściwej tekstury. W latach 1740, angielski zegarmistrz, Benjamin Huntsman, poszukując stali wyższej jakości na sprężyny zegarowe, odkrył, że stal można było stopić w tyglach glinianych, i dodać specjalny topnik, który usuwał drobne cząsteczki żużla, które proces cementacji nie był w stanie usunąć. Tak powstała tzw. stal tyglowa; była wysokiej jakości, ale droga.

Podsumowując; żelazo kute ma trochę węgla (.02 do .08%), wystarczająco, aby było twarde bez utraty kowalności. Żeliwo, odwrotnie, zawiera dużo węgla (3 do 4.5%), co sprawia, że jest ono twarde ale kruche i niekowalne. Stal z zawartością .2 do 1.5% węgla, jest twardsza niż żelazo kute, kowalna i elastyczna, nie jak żeliwo.



1.2 Miedź

Miedź jest czerwonawym metalem o jasnym połysku, wysoce kowalnym, o wysokiej przewodności cieplnej i elektrycznej. Punkt topnienia wynosi 1084 °C. Jest on redukowany przy niewielkich zanieczyszczeniach naturalnych takich jak arsenik, antymon, cyna, ołów, lub żelazo.




1.2.1 Rudy Miedzi




Miedź naturalna była jedynym źródłem miedzi do przełomu wieku XX, kiedy to udoskonalono metody pozyskania tego metalu. Złoża rud miedzi są obfitsze aniżeli złoża miedzi naturalnej, i dlatego są one obecnie głównym źródłem miedzi. Chociaż, wydobywana jest miedź naturalna jako mniej znacząca ruda. Miedź zajmuje drugie miejsce jako najbardziej zapotrzebowany metal na świecie. Jej cechy jak przewodnictwo, kowalność, odporność, oraz piękno, sprawiają, że jest tak popularna.



Minerały i rudy miedzi występują w całej skorupie ziemskiej. Są one skałami osadowymi lub wulkanicznymi.

Głównymi rudami miedzi są:

			
Chalkopiryt	Bornit	Azuryt	Chryzokolla

		
Malachit	Kupryt	Miedź

1.2.2 Stopy Miedzi

Głównym komponentem stopów jest miedź. Mają one wysoką odporność na korozję. Z powodu wysokiego przewodnictwa elektrycznego, czysta miedź elektrolityczna stosowana jest do wyrobu kabli elektrycznych.

Miedź arsenikowa jest łatwiej umocniona aniżeli czysta miedź. Jednak, przy stężeniach arseniku większych niż 2.5%, arsenik może spowodować kruchość, a przy stężeniach wyższych niż 15%, arsenik może wypłynąć na powierzchnie stopu podczas odlewania

tworząc srebrny nalot. Przy stężeniach cyny wyższych niż 2%, wówczas stop staje się brązem, który jest twardszy niż czysta miedź, nawet bez obróbki. Pospolity stop o zawartości 10% cyny jest czerwonawo-żółty i łatwo poddaje się obróbce na zimno. Przy 14%, krucha faza powoduje, że złotawy brąz jest twardszy lecz trudny w obróbce; powyżej 20%, nieobrabilny brąz dzwonowy ma blady kolor. Powyżej 30%, cyna może oddzielić się podczas odlewania i utworzyć biały nalot lub dać w efekcie brąz wysoko-cynowy, zwierciadłowy, używany na lustra.

Brąz był ważny dla każdej kultury, która go napotkała. Był on najbardziej innowacyjnym stopem ludzkości. Narzędzia, broń, zbroje, różne materiały budowlane np. płytki dekoracyjne zrobione z brązu były twardsze i trwalsze niż kamienni i miedziowi poprzednicy. We wczesnym użytkowaniu, zanieczyszczenie arsenikiem czasami dawało doskonały stop; nazywamy go brązem arsenikowym.

Najwcześniejsze brązy stopów cynowych datują się na późne czwarte milenium p.n.e. w Susa (Iran), Lurystanie (Iran) i Mezopotamii (Irak).



Herakles z brązu

Dla poprawy własności odlewniczych, do brązu dodaje się ołów. Trójskładnikowy stop miedzi, cyny i cynku ma zwiększoną kowalność. Stop ten przypomina raczej współczesny stop zwany "metalem pistoletowym", aniżeli brąz. Miedź w stopie z cynkiem 20% daje złotawe mosiądze; wyższe stężenia dają bielsze stopy.



Lew z brązu

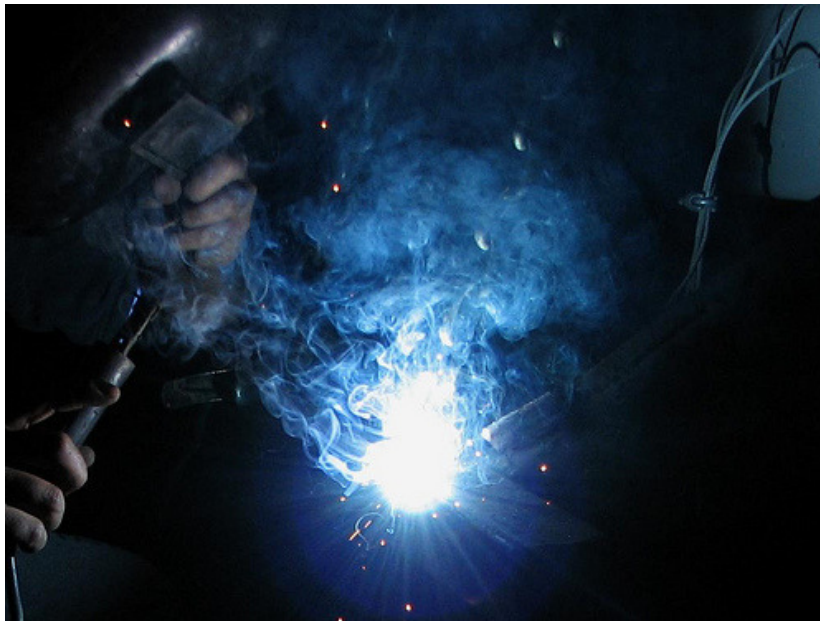
Stopy miedziowe można łączyć twardymi lutami. Samym lutem jest często stop miedziowy; brąz wysoko-cynowy może być użyty do lutowania twardego brązu nisko-cynowego. Luty

twarde stopów miedziowych, szczególnie mosiądz, używane są również do lutowania żelaza.

Tombak jest stopem miedzi i cynku. Tombak jest stopem składającym się z miedzi (84 – 90%) i cynku (10 – 16%). Dodatek arseniku daje Biały Tombak.



Tombak



Części ze stopu miedziowego można łączyć nie tylko mechanicznie lub za pomocą lutowania, lecz także przez wypalanie lub odlewanie części przedmiotu bezpośrednio na uprzednio przygotowany element. Z powodu nalotów tlenkowych, stopów miedziowych nie da się spawać.

Powierzchnie przedmiotów ze stopu miedziowego są często pozłacane, posrebrzane, a nawet cynowane dla ich uwypuklenia i konserwacji. Używane były lakiery do zmiany koloru powierzchniowego, terpentyna i smoła uwypuklała kolor złoty, inne lakiery nadawały brązowy odcień, i jeszcze inne ukrywały ewentualne naprawy.



Złocony brąz



Posrebrzany brąz



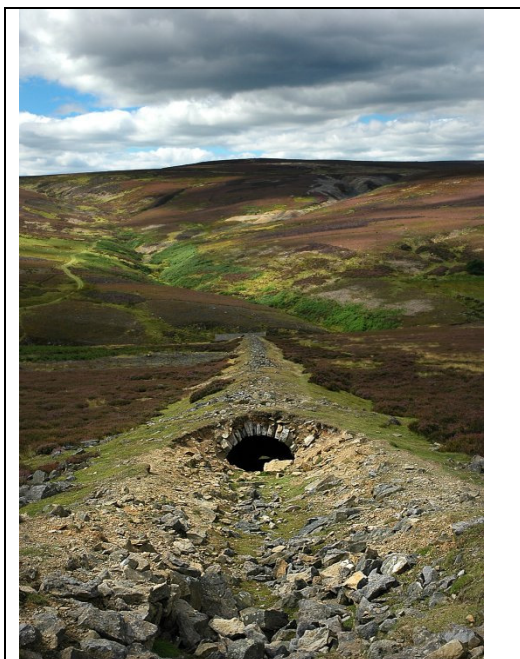
Brąz ocynowany

1.3 Ołów

Ołów jest miękkim, kowalnym, słabym metalem, także uważany za najcięższy z metali. Ołów ma niebieskawo biały kolor po przecięciu, lecz na powietrzu przybiera kolor szarawy, a po stopieniu ma kolor błyszczącego, chromowego srebra.

1.3.1 Rudy Ołowiu

Większość rud zawiera mniej niż 10% ołowiu, przy czym rudy zawierające zaledwie 3% są warte eksploatacji. Rudy są kruszone i stężane drogą flotacji pianowej do poziomu 70% lub więcej.



Istnieje kilka minerałów z których otrzymujemy ołów. Głównym jest galena lub siarczan ołowiu. Jest on niestabilny, i przy dłuższej ekspozycji, utlenia się do minerałów: ceruzytu i anglezytu. Rudy ołowiowe są zwykle kojarzone z innymi metalami, w szczególności ze srebrem, które można jednocześnie wydobywać, cynkiem, który może sprawiać problem w czasie odlewania.

Galena	Ceruzyt	Anglezyt

1.3.2 Stopy Ołowiowe

Czysty ołów ma niski punkt topnienia wynoszący 327 °C. Miękki ołów nie nadaje się do wyrobu różnych przedmiotów; używany jest twardszy stop np. pewter. W ołowiu, w małym procencie, często występuje srebro, ponieważ oba metale mają wspólny typ rudy; zarówno ten fakt jak i obróbka na zimno zwiększa odporność na korozję przedmiotów wykonanych z ołowiu.



Sufit z pewter'a

1.4 Srebro

Miękki, biały, błyszczący metal przejściowy, mający najwyższą przewodność elektryczną i termiczną z wszystkich metali. Większość srebra otrzymujemy jako produkt uboczny

wydobycia miedzi, złota, ołowiu i cynku. Srebro znane jest od dawna i cenione jest jako metal szlachetny.



1.4.1 Rudy Srebra

Srebro często zawiera do 5% zanieczyszczeń takich jak miedź, ołów i żelazo. Jest często przerabiane w stop dla jego wzmocnienia. Srebro standardowe stanowi conajmniej 92.5% srebra, podczas gdy surowe srebro może być czyste jedynie w 80%; stopy pospolite zawierające mniej niż 50% srebra nazywane są bilonem.



Pirargiryt



Czyste srebro



Argentyt



Chlorargiryt

1.4.2 Stopy Srebra

Czyste srebro ma najwyższą przewodność cieplną (wyższą ma jedynie niemetaliczny diament), najbielszy kolor, oraz najwyższą odblaskowość optyczną. Może być spawane na zimno, lecz stopy muszą być lutowane lutem twardym lub miękkim; lut srebrowy wykonuje się przez stop srebra z miedzią, a czsami też z cynkiem. Inne metale posrebrzane są stopem srebra i cyny.

Elektrum jest to naturalny stop złota i srebra ze śladowymi ilościami miedzi i innych metali. Kolor zależny jest od proporcji złota do srebra i może być od bladego po jasno-żółty.



1.5 Złoto

Złoto jest gęste, miękkie, błyszczące, i najbardziej kowalne i ciągliwe ze wszystkich znanych metali. Czyste złoto ma jasno-żółty kolor tradycyjnie uważany za atrakcyjny.



Złoto jest najbardziej kowalnym ze wszystkich metali używanym w starożytności, i bez wyżarzania można z niego wykuć blachę o grubości zaledwie 0.2 mikrometra. Łatwo je odlewać, spawać na zimno, lutować złotem lub stopem dwuskładnikowym z zawartością 18% miedzi, trójskładnikowym zawierającym także srebro dla lepszego koloru. Może ono być łączone metodą twardego lutowania koloidowego; robione jest połączenie tymczasowe pastą składającą się z kleju, soli miedzi i wody, które po stężeniu jest podgrzewane tak, aby zredukowana metaliczna miedź utworzy stop ze złotem tworząc połączenie.



1.5.1 Stopy Złota

Złoto jest rzadko czyste. Spowodowane jest to zanieczyszczeniami pochodzącymi od surowca, który jest w postaci metalu a nie rudy.

Ważnym naturalnie występującym stopem jest *elektrum*, lub białe złoto, które zawiera srebro w ilości większej niż 20%. Poziom ten można zredukować przez oczyszczenie o 1%, co daje metal o bogatym czerwono-żółtym kolorze, lub bardziej czerwonym jeśli metal zanieczyszczony jest miedzią.



Złoto często stapia się celowo, dla wytrzymałości i oszczędności, ze srebrem lub miedzią. Stop z miedzią może być zwany *tumbaga*.



Jeśli złoto zmiesza się ze srebrem i miedzią powstaje blado-żółty stop zwany *Brązem Korynckim* lub *Zielonym Złotem*.

