

Techniki wytwarzania (5.01.2022 r.) – Marek Krukowski

Temat: Metale nieżelazne i ich stopy

Proszę o zapoznanie się z poniższą literaturą.

2.1.3. Metale nieżelazne i ich stopy

Aluminium należy do metali o bardzo dużym znaczeniu technicznym. Wykazuje dużą odporność na korozję. Na powietrzu pokrywa się cienką warstwą Al_2O_3 chroniącą przed korozją atmosferyczną, działaniem wody itp. W celu poprawy odporności na korozję aluminium jest poddawane tzw. **anodowaniu**, tj. elektrolitycznemu procesowi wytwarzania powłoki tlenkowej, np. w roztworze 10-procentowego kwasu siarkowego. **Stopy aluminium** (PN-EN 515:1996) mają małą masę i w niskiej temperaturze cechują się większą uduźnością. Stopy aluminium są stosowane do obróbki plastycznej oraz na potrzeby odlewnicze.

Stopy aluminium do obróbki plastycznej są oznaczane podobnie jak czysty metal, z tym że po symbolu **EN AW-Al** znajduje się symbol głównego i innych dodatków stopowych, a następnie liczby oznaczające średnie nominalne stężenie głównego i drugorzędowego składnika stopowego, np. **EN AW-Al-Cu5,5MgMn**.

Odlewnicze stopy aluminium są przeważnie stopami wieloskładnikowymi o dużym stężeniu (5–25%) pierwiastków stopowych, głównie Si, Cu, Mg, Zn i Ni lub ich różnych zestawień. Podstawową grupę stopów aluminium z krzemem stanowią **siluminy** (PN-EN 1706:2001) o stężeniu 2–30% Si (najczęściej 5–13,5% Si). Siluminy są przeznaczone m.in. na głowice silników spalinowych oraz inne odlewy w przemyśle maszynowym. Stopy aluminium z magnezem do obróbki plastycznej – **hydronalia** – zawierają 0,4–5,6% Mg, a także niewielki dodatek Mn, niekiedy Si, Cr, Fe lub Pb (PN-EN 573-3:1998 i PN-EN 573-3/Ak:1998). Cechują się podwyższonymi właściwościami mechanicznymi, odpornością na korozję w środowiskach z zawartością wody i atmosfery morskiej oraz dobrą spawalnością i podatnością na głębokie tłoczenie. Stopy Al z Mg są wykorzystywane do produkcji średnio obciążonych elementów w przemyśle okrętowym i lotniczym oraz urządzeń w przemyśle spożywczym i chemicznym.

Durale cynkowe (PN-EN 573-3:1998 i PN-EN 573-3/Ak:1998) to czteroskładnikowe stopy aluminium zawierające cynk (Zn), magnez (Mg) i miedź (Cu). Wykazują najwyższe właściwości wytrzymałościowe ze wszystkich stopów aluminium, ale są mało odporne na korozję. Durale cynkowe są szeroko stosowane do wytwarzania różnych elementów maszyn, pojazdów mechanicznych, taboru kolejowego, a także elementów konstrukcji lotniczych.

Miedź występuje w przyrodzie w postaci rodzimej oraz w rudach siarczkowych: blyszczu miedzi, czyli chalkozynie (Cu_2S), bornicie (Cu_3FeS_2), chalkopirycie (CuFeS_2) lub rudach tlenkowych, np. kuprycie (Cu_2O). Miedź znajduje zastosowanie w elektrotechnice do produkcji przewodów, gdzie wykorzystuje się jej wysoką przewodność elektryczną, oraz w energetyce i przemyśle chemicznym jako składnik chłodziw i wymienników ciepła – ze względu na dużą przewodność cieplną.

Właściwości mechaniczne miedzi (poza obróbką plastyczną na zimno) zwiększa niewielki dodatek (do 2%) pierwiastków stopowych, które nieznacznie pogarszają przewodność elektryczną. Tradycyjnie stopy te są określane mianem **miedzi stopowej**. W praktyce jest wykorzystywana miedź stopowa srebrna, fosforowa, arsenowa, chromowa, niklowa, cynowa, cynkowa, kadmowa, siarkowa, manganowa, krzemowo-manganowa, tellurowa i cyrkonowa.

Stopy miedzi – w zależności od tego, czy oprócz głównego dodatku zawierają inne pierwiastki stopowe – mogą być dwuskładnikowe lub wieloskładnikowe. Do najbardziej znanych stopów miedzi należą: **mosiądze**, **miedzionikle** i **brązy**. Stopy miedzi (ISO 1190-1:1982) są oznaczane za pomocą symboli pierwiastków chemicznych. Na początku znaku występuje symbol Cu, po nim kolejno symbole oraz średnie stężenie głównych pierwiastków stopowych, np. CuZn20Al2As . Mosiądze zawierające 5–20% Zn to **tombaki**. Mosiądze charakteryzują się wysoką odpornością na korozję, szczególnie atmosferyczną i w wodzie.

i elementów maszyn. Stopy miedzi z niklem i cynkiem są stopami wieloskładnikowymi (np. CuNi7Zn39Pb3Mn2). Są to **mosiądze wysokoniklowe** lub określane ze względu na jasną barwę jako **nowe srebra**. Wykazują bardzo dobre właściwości mechaniczne, są podatne na obróbkę plastyczną na zimno i na gorąco oraz odporne na korozję. Dlatego mosiądze wysokoniklowe są szeroko stosowane w przemyśle maszynowym, elektrochemicznym, precyzyjnym, chemicznym, sanitarnym i w architekturze. Ważną grupę technicznych stopów miedzi przeznaczonych do obróbki plastycznej stanowią stopy z niklem nazywane **miedzionikiel**. Występują dwie grupy miedzioniklu:

1. odporne na korozję: CuNi30Mn1Fe – **melchior**, CuNi6Al2 – **kunial**, CuNi3Si1Mn , CuNi19 – **nikielina** i CuNi25 (stosowany do wytwarzania monet),
2. oporowe, w tym głównie CuNi44Mn1 – **konstantan**.

Techniczne stopy miedzi z cyną (Sn) to **brązy cynowe**. Są odporne na korozję, szczególnie w środowiskach atmosfery przemysłowej i wody morskiej. W stanie obrobionym plastycznie na zimno cechują się dobrymi właściwościami mechanicznymi, co umożliwia stosowanie ich w przemyśle chemicznym, papierniczym i okrętowym, m.in. do produkcji elementów aparatury kontrolno-pomiarowej, siatki, sprężyn, tulejek, łożysk ślizgowych, ślimacznicy i ślimaków. Brązy cynowo-fosforowe są stosowane na panewki, koła ślimakowe i sprężyny. W celu polepszenia niektórych właściwości oraz zaoszczędzenia cyny są produkowane stopy, które oprócz Cu i Sn zawierają dodatki Zn lub Pb. Są to **brązy cynowe wieloskładnikowe**.

Brązy cynowo-cynkowe (spiże) są stosowane podobnie jak brązy cynowe dwuskładnikowe, natomiast brązy cynowo-cynkowo-ołowiowe służą do wyrobu tulejek i panewek łożyskowych, a także elementów maszyn, aparatury, osprzętu silników pojazdów mechanicznych (gniazda zaworów), armatury wodnej, elementów konstrukcyjnych w przemyśle chemicznym, elementów działających w wodzie morskiej, w tym także śrub okrętowych. Ze stopu CuAl5Zn5Sn1 wytwarza się monety.

Brązy krzemowe cechują się dobrymi właściwościami mechanicznymi w temperaturze pokojowej i podwyższonej do ok. 300°C , dużą wytrzymałością zmęczeniową i dobrymi właściwościami ślizgowymi. Są odporne na korozję, zapewniają dobrą lejność i skrawalność. Stopy miedzi z krzemem, przeznaczone do obróbki plastycznej, znajdują zastosowanie do wytwarzania elementów aparatury w przemyśle maszynowym, chemicznym i chłodniczym, w tym siatek, sprężyn, łożysk i elementów samochodowych na panewki łożysk ślizgowych, wirników pomp, kół ciernych i zębatach, elementów przekładni ślimakowych.

Tytan i jego stopy wyróżniają się przede wszystkim dużą wytrzymałością, stąd też ich zastosowanie w konstrukcjach lotniczych i kosmicznych. Są to materiały konstrukcyjne, które nadają się do kształtowania metodami obróbki plastycznej, ale wymagają również zachowania specjalnych warunków, np. zabezpieczania przed utlenianiem w wysokiej temperaturze. Kształtowanie stopów tytanu w temperaturze pokojowej jest trudne ze względu na duży opór odkształcenia. Stopy tytanu cechują się wysoką wytrzymałością względną i żarowytrzymałością w połączeniu z odpornością na korozję. Są one dobrze tolerowane przez organizm ludzki, dlatego coraz szerzej są stosowane w medycynie, zarówno w protetyce (np. protezy stawów i różne implanty), jak i w technice medycznej (narzędzia chirurgiczne i elementy m.in. dializatorów czy sztucznego serca). Stopy tytanu są wykorzystywane w przemyśle lotniczym i okrętowym, chemicznym (elementy aparatury chemicznej), spożywczym, elektrotechnicznym, elektronicznym i celulozowo-papierniczym.

Techniczne zastosowanie znalazły stopy **cynku** (Zn) z aluminium (Al) o stężeniu 3–30%, zwane **znalami**. Wykonuje się z nich elementy osprzętu motoryzacyjnego i elek-

Intermetaliki to stopy o strukturze uporządkowanych faz międzymetalicznych. Podstawowym procesem technologicznym wytwarzania tych stopów są metody odlewnicze, chociaż możliwe jest również zastosowanie mechanicznego stopowania i metalurgii proszków. Z tych stopów są wykonane: elementy turbin gazowych, sprężarek (w lotnictwie), wirniki turbosprężarek oraz zawory i pierścienie w silnikach wysokoprężnych w przemyśle samochodowym, elementy pracujące w podwyższonej temperaturze przy zmiennych obciążeniach w warunkach ścierania i korozji. Początkowo grupa tych stopów obejmowała **aluminidki** niklu, żelaza i tytanu, których rozwój doprowadził do poszerzenia ich zastosowań praktycznych, obecnie również innych generacji tych stopów, zwłaszcza **trójaluminidków** Al_3X oraz ognioodpornych **krzemków**. Aluminidki tytanu Ti_3Al i $TiAl$ o wysokiej wytrzymałości właściwej są stosowane m.in. do produkcji silników odrzutowych i elementów samochodów. Z aluminidków niklu Ni_3Al wytrzymałych, ciągliwych i odpornych na korozję wytwarza się elementy grzejne i gorące elementy w silnikach spalinowych oraz systemach wymiany ciepła.

Stopy metali z pamięcią kształtu. Zjawisko pamięci kształtu występuje w kilku stopach metali nieżelaznych o strukturze martenzytycznej. Do najbardziej znanych należą stopy: $Ni-Ti$ (**nitinol**) oraz stop układu $Cu-Zn-Al$. Efekt kształtu polega na powrocie odkształconego plastycznie elementu do stanu pierwotnego po podgrzaniu go do odpowiedniej temperatury. Stopy z pamięcią kształtu są stosowane np. do łączenia rur oraz w budowie różnych maszyn i urządzeń, co umożliwia wprowadzanie nowych zasad konstrukcyjnych. W wyniku tego zjawiska możliwe jest znaczne uproszczenie konstrukcji i miniaturyzacja produktów oraz obniżenie kosztów ich wytwarzania. Wiele z tych stopów znalazło praktyczne zastosowanie w wielkoseryjnej produkcji przemysłowej. Wśród licznych technicznych zastosowań stopów metali z pamięcią kształtu można wymienić: trwałe połączenia mechaniczne i elektryczne, temperaturowe zawory bezpieczeństwa w sieci gazowniczej, czujniki przeciwpożarowe, zabezpieczenia przed spalaniem elektrycznego sprzętu gospodarstwa domowego, systemy regulacyjne w grzejnikach wodnych, systemy regulacji dopływu paliwa i powietrza do gaźnika w silnikach samochodowych. Stopy metali z pamięcią kształtu mogą także zastępować **termobimetały**.

Cermetale są złożone z drobnych cząstek krystalicznych, np. węglików lub azotków równomiernie rozmieszczonych w osnowie metali lub ich stopów. Materiały te są również zaliczane do ceramiki inżynierskiej lub materiałów kompozytowych. Cermetale są wytwarzane metodami metalurgii proszków. Cermetale bazujące na węglkach tytanu (TiC), jeżeli zawierają składniki występujące w węglkach spiekanych, są używane jako materiały narzędziowe i odporne na ścieranie. Służą do pracy w systemach bardzo obciążonych, wysokich temperaturach oraz środowisku korozyjnym.

Z materiałów ceramicznych wytwarza się pancerze lądowych pojazdów bojowych, okrętów, samolotów i helikopterów. Do ochrony przed pociskami pancernymi stosuje się płytki z tlenku aluminium Al_2O_3 , np. o grubości 12,6 mm i 35 warstw kevlaru.

Materiałami tradycyjnie wytwarzanymi metodami metalurgii proszków i powszechnie stosowanymi są **spiekane węgliki metali**. Składają się z węglików metali trudno topliwych, głównie wanadu (W), a także Ti , Ta i Nb , o udziale objętościowym 65–95% oraz metalu wiążącego, którym jest zwykle kobalt. Węgliki spiekane nie nadają się do obróbki plastycznej i mechanicznej polegającej na toczeniu i frezowaniu. Mogą być jednak szlifowane lub docierane. Węgliki spiekane są stosowane głównie do wytwarzania nakładek narzędzi używanych do obróbki wiórowej, a także ostrzy świdrów, narzędzi górniczych i innych narzędzi lub elementów o dużej twardości i odporności na ścieranie.

