

Wpływ pierwiastków na właściwości stali

Węgiel (C)

Składnik stali decydujący o własnościach mechanicznych. Wraz ze wzrostem zawartości węgla zwiększa się wytrzymałość na rozciąganie, granica plastyczności i twardość, zmniejsza się udarność, wydłużenie i przewężenie. Większa zawartość węgla pogarsza spawalność, ale polepsza hartowność.

W stalach narzędziowych, a szczególnie w stalach szybko tnących zawartość węgla musi być powyżej 1 % gdyż dopiero wówczas właściwie będą wykorzystane inne dodatki stopowe (wanad; wolfram; kobalt).

W stalach nierdzewnych i kwasoodpornych występowanie węgla powyżej 0,03 % stwarza podatność tych stali na korozję międzykrystaliczną.

Chrom (Cr)

W stalach niskostopowych i niskowęglowych wpływa na wzrost wytrzymałości i twardości oraz podwyższa udarność. Stanowi zasadniczy dodatek stali do ulepszania cieplnego i narzędziowych, gdzie zwiększa hartowność, głębokość hartowania i powoduje otrzymanie wysokiej twardości. Narzędzia dzięki łagodnemu hartowaniu nie odkształcają się, są mniej narażone na pękanie oraz są bardziej odporne na ścieranie.

Nikiel (Ni)

Ze wszystkich dodatków stopowych najkorzystniej wpływa na jednoczesne podwyższenie wytrzymałości i twardości przy zachowaniu wysokiej udarności. Nie tworzy węglików. Znacznie obniża temperaturę progu kruchości stali. Wpływa na dobrą hartowność stali a zwłaszcza w obecności chromu i molibdenu.

W stalach narzędziowych do pracy na gorąco nikiel zwiększa ciągliwość i hartowność. W stalach o zawartości od 3 - 9 % nikiel zapewnia wysoką udarność i dobre własności plastyczne nawet w bardzo niskich temperaturach.

Jako pierwiastek austenitotwórczy nikiel znalazł szerokie zastosowanie w produkcji stali odpornych na korozję, kwasoodpornych, żaroodpornych i żarowytrzymałych.

Mangan (Mn)

Zwiększa twardość i wytrzymałość, obniża natomiast własności plastyczne. Stale manganowe cechuje podwyższona granica sprężystości i większa odporność na ścieranie. W stalach narzędziowych mangan zwiększa hartowność, ale jednocześnie wpływa na większą skłonność stali na przegrzewanie. W stalach odpornych na korozję może częściowo zastępować nikiel.

Krzem (Si)

W procesie metalurgicznym krzem stosowany jest jako odtleniacz. Zawartość krzemu podwyższa wytrzymałość i twardość stali. Stale zawierające krzem po ulepszeniu mają podwyższoną granicę plastyczności i sprężystości oraz większą odporność na działanie sił

dynamicznych. Przykładem wykorzystania tych zalet są stale sprężynowe i resorowe wzbogacone właśnie o krzem. W stalach narzędziowych krzem stosowany łącznie z pierwiastkami węglilotwórczymi zwiększa własności plastyczne po hartowaniu i hamuje spadek twardości po odpuszczaniu.

W połączeniu z chromem i molibdenem zwiększa żaroodporność i żarowytrzymałość stali. Stale krzemowe stosuje się również jako materiały o specjalnych własnościach magnetycznych i elektrycznych.

Molibden (Mo)

Intensywnie zwiększa hartowność stali dużo bardziej niż chrom czy wolfram. Znacznie zmniejsza kruchość stali występującą przy wysokim odpuszczaniu. W stalach narzędziowych wykorzystuje się węglilotwórczość molibdenu i związane z tym zjawisko twardości wtórnej podczas odpuszczania, co zwiększa odporność stali na ścieranie. W stalach martenzytycznych, ferrytycznych i austenitycznych zwiększa odporność na korozję.

Wolfram (W)

Pierwiastek węglilotwórczy jednak znacznie mniej niż molibden, chrom czy nikiel. Dodatek wolframu czyni stal bardzo odporną na odpuszczanie, co powoduje że zachowuje ona własności mechaniczne uzyskane w wyniku hartowania do ok. 600 °C. Zawartość bardzo twardych i trwałych węglików wolframu uodparnia stal na ścieranie i zużycie, nadając stalom narzędziowym wysoką zdolność skrawania i odporność ostrza na ścieranie.

Kobalt (Co)

Pierwiastek austenitotwórczy, nie tworzy węglików, zwiększa krytyczną szybkość chłodzenia zmniejszając tym samym hartowność stali. Stosowany przede wszystkim w wysokostopowych stalach narzędziowych. Podwyższa temperaturę topnienia i przeciwdziała przegrzewaniu się stali podczas hartowania umożliwiając stosowanie wyższych temperatur hartowania i zwiększając nasycenie roztworu węglkami stopowymi, co z kolei podwyższa odporność na odpuszczające działanie wysokich temperatur. Narzędzia wykonane ze stali zawierających kobalt są bardzo trwałe i odporne na ścieranie.

Wanad (V)

Posiada dużą zdolność do tworzenia węglików. Dodatek wanadu zwiększa odporność na przegrzanie i powoduje drobnoziarnistość stali. W stalach narzędziowych intensywnie łączy się z węglem i tworzy twarde węgliki zwiększając odporność na ścieranie i opóźniając spadek twardości spowodowany odpuszczającym działaniem temperatury do 600 °C.

Aluminium (Al.)

W stalach wykorzystuje się duże powinowactwo aluminium do azotu i tlenu, co działa silnie odtleniająco i odazotowująco, przeciwdziałając również rozrostowi ziarna austenitu.

Tytan (Ti)

Obok niobu jest pierwiastkiem o największym powinowactwie do węgla, czyli bardzo silnie ferrytotwórczym. W stalach odpornych na korozję stabilizuje węgiel ograniczając korozję międzykrystaliczną.

Azot (N)

Rozpuszczony w stali tworzy azotki powodujące obniżenie własności plastycznych. Doprowadzony w postaci atomowej łatwo wnika do stali w stanie stałym, co wykorzystywane jest w procesie azotowania. W stalach chromo-niklowych wprowadzany w celu podwyższenia ich własności wytrzymałościowych.

Wodór (H)

Działa niekorzystnie na własności mechaniczne stali, łatwo rozpuszcza się w stali tworząc pęcherzyki w postaci tzw. płatków śnieżnych stanowiących wadę stali. Usuwa się je przez długotrwałe wygrzewanie stali w temperaturze ok. 650 °C – tzw. wygrzewanie przeciwplatkowe.

Siarka (S)

Siarka jest szkodliwym zanieczyszczeniem stali, występuje w postaci siarczków; jako FeS powoduje kruchość stali przy przeróbce plastycznej na gorąco. Celowo wprowadzana do stali automatowej w obecności manganu polepsza skrawalność.

Fosfor (P)

Zawartość fosforu obniża własności plastyczne stali powodując jej kruchość.