



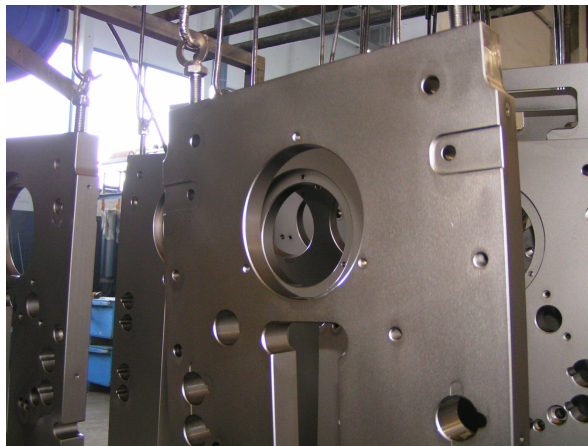
Værd at vide om KEMISK NIKKEL

Hvad er kemisk nikkel?

Kemisk nikkel er en fællesbetegnelse for nikkeloverflader, der pletteres autokatalytisk; dvs. uden brug af strøm. Overfladen består af nikkel (ca. 88 - 98 %) og tilsætningsstoffer som fosfor, bor, teflon, grafit, m.fl.

Kemisk nikkel udfældes med fuldstændig samme lagtykkelse overalt på konstruktionens uafdækkede flader, som en amorf legering med krystaller ≤ 6 nm og typisk lagtykkelse på 1 - 50 μm . Evt. dispergerede partikler medindfældes jævnt fordelt i belægningen.

Indholdet af dispergerede partikler ændrer overfladens egenskaber og anvendelsesmuligheder.



Hvor anvendes kemisk nikkel?

Kemisk nikkel bruges typisk til korrosions- og/eller slidbeskyttelse, til smørende eller lodbare belægninger, til "redning" af komplekse emner med bearbejdningsfejl, til renovering af udslidt værktøj samt som basis for andre belægninger; (bl.a. magnetiserbare). Årsagen hertil skal søges i de egenskaber, som kemisk nikkel besidder.

Hvordan behandles kundens emne?

Resultatet af en "kemisk fornikling" kan ikke beregnes endnu. Dertil er systemerne for komplekse. Nichro har dog en god idé om overfladens sammensætning, egenskaber og anvendelser efter endt plettering og kan indenfor visse grænser skræddersy en overflade efter kundens ønske.

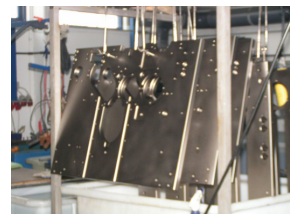
Kunden og Nichro diskuterer og fastlægger konstruktionens udformning og overfladeegenskaber. Nichro designer og udfører så testplettering af kundens emner. Testemnerne analyseres. Resultatet forelægges kunden til godkendelse, hvorefter en egentlig produktion kan sættes i værk.

Vær opmærksom på

Grundmaterialer som jern, aluminium, beryllium, kobber, tital og legeringer heraf kan direkte pletteres. Andre grundmaterialer pletteres i specielle processer.

Kemiske nikkel belægninger har ingen nivellerende effekt og kan altså ikke udfylde overfladefordybninger, bearbejdningsmærker, huller, ol. Det færdige kemisk nikkel belagte produkt får den samme overfladefinish som grundmaterialet før plettering.

Grundmaterialets overflade skal være homogen og uden passive arealer for at sikre god vedhæftning.





Egenskaber for kemisk nikkel belægninger

Materialefordeling, temperatur-, slid- og korrosionsbestandighed samt elektriske og magnetiske egenskaber udgør tilsammen de kendetegn, der gør kemisk nikkel til en spændende overfladebelægning.

Korrosion

Kemisk nikkel udfælder som en amorf legering uden porer og revner. Belægningen yder fremragende korrosionsbeskyttelse af grundmaterialet ved temperaturer op til 180 °C. Korrosionsbeskyttelsen forbedres ved at udfælde belægningerne som kemiske nikkel/fosforoverflader, idet et højt fosforindhold (10 – 12 % fosfor) reducerer krystalstørrelsen til ≤ 1 nm.

Erfaringer fra den amerikanske olieindustri viser, at kulstofstål belagt med kemisk nikkel er et økonomisk alternativ til rustfrit stål og andre højtlegerede ståltyper, der udsættes for stresskorrosion.

Temperaturbestandighed

Kemiske nikkelbelægninger har et lavere smeltepunkt end rent nikkel (= 1452 °C). Eksempelvis har nikkel-fosforbelægninger et smeltepunkt på ca. 880 °C for et fosforindhold på 11 %. Egenskaben udnyttes kommercielt, når overflader skal gøres svejsbare eller lodbare.

Kemisk nikkel ændre egenskaber, når belægningen varmebehandles, idet krystalstørrelsen vokser med stigende temperatur. Overfladens indhold af fosfor/bor danner henholdsvis nikkelfosfider/-borider, der fordeler sig som øer i belægningen. Ø-dannelsen og de voksende krystaller resulterer i trækspændinger, fulgt af revnedannelse, øget korrosionshastighed og nedsat duktilitet. Belægningens hårdhed og slidbestandighed øges.

Belægningen bliver en dispersionsbelægning efter varmebehandling på grund af ø-dannelsen. Egenskaben kan bruges til at ændre belægningens fysiske og teknologiske egenskaber på samme måde som en egentlig dispersionsudfældning. Belægningens egenskaber kan altså skræddersys i forhold til den teknologiske anvendelse; (f.eks. smøring, slip-let, ol.)

Elektriske og magnetiske egenskaber

Kemiske nikkelbelægninger har elektriske og magnetiske egenskaber, der adskiller sig fra rene nikkelbelægninger; f.eks. har nikkelfosfor (6 - 7 %) en specifik elektrisk modstand på $60 \mu\Omega\cdot\text{cm}$ mod ren nikkels $6 \mu\Omega\cdot\text{cm}$.

Kemisk nikkel er ferromagnetisk, mens nikkelbelægninger med mere end 11 % fosfor ikke er ferromagnetisk. Egenskaben bruges ved produktion af harddiske til computere, idet den ikke-ferromagnetiske kemiske nikkelfosforbelægning er et velegnet underlag for den magnetiske koboltbelægning, der udgør harddiskens hukommelse.

Slid

Under 180 °C er kemiske nikkelbelægningers hårdhed på 500 - 750 HV for nikkelfosfor henholdsvis nikkelbor. Hårdheden øges med stigende temperatur helt op til 1000 – 1400 HV for nikkelfosfor / nikkelbor.

Belægningen bliver altså hårdere, men mere inhomogen for stigende temperatur. Det betyder en forbedring af de abrasive slidegenskaber; dvs. øget modstand mod slid fra hårde partikler eller hårde fremspring, der bevæges langs belægningen eller mellem to belægninger.

Belægningens uensartethed gør belægningen sårbar overfor adhæsivt slid; dvs. rivninger, hvis den glidende kontakt mellem to belægninger bliver for høj. Kemiske nikkelbelægninger kan dog konstrueres med smørende og friktionssænkende egenskaber ved at medindfælde f.eks. PTFE, molybdænsulfid eller grafit.

Belægningens ringe duktilitet åbner op for erosivt slid fra partikler, der rammer vinkelret ind på belægningen. Et duktilt materiale flyder lokalt, mens partikler slås løs fra et sprødt materiales overflade. Det erosive slid modvirkes dog af kemiske nikkelbelægningers høje elasticitetsmodul.

Kemiske nikkelbelægningers egenskaber kan ved dispersionsudfældning skræddersys under hensyntagen til adhæsivt slid, korrosivt slid samt udmattelsesslid. Forbedring af de abrasive slidegenskaber kan udføres, hvis den kemiske nikkelbelægning bruges som underlag for f.eks. krom.



Detaljer om varmebehandling af KEMISK NIKKEL

Egenskaber for kemisk nikkel belægninger

Overflader i kemisk nikkel ændrer egenskaber, hvis emnet varmebehandles efter nikkelplettering, idet de amorfe eller mikrokrySTALLINSKE krystaller vokser i størrelse med stigende temperatur. Overfladens indhold af fosfor og/eller bor danner henholdsvis nikkelfosfider og -borider, der fordeler sig som øer i belægningen.

Korrosion

Belægningen yder fremragende korrosionsbeskyttelse op til 180 °C, da den er pore- og revnefri. En senere varmebehandling ændrer dramatisk på denne egenskab

Overfladen omkrystalliserer under dannelse af hhv. nikkelfosfid- /nikkelborid krystaller. Korngrænserne og eventuelle trækspændinger i belægningen giver øget adgang til grundmaterialet med deraf øget korrosion.

Følgende tabel viser, hvor galt det kan gå, hvis der ikke tages hensyn til basismateriale og trækspændinger dvs. forfor- / bor indhold og anden kemi i procesbadet.

Varmebehandling	Hårdhed HV	Korrosionshastighed $\mu\text{m}/\text{år}$
Ingen	480	15
190°C i 1,5 timer	500	20
290°C i 6,0 timer	900	1900

Korrosionstesten viser egenkorrosionshastigheden af kemisk nikkel udført i 10% saltsyre ved stuetemperatur. Varmebehandling af belægningen viser et dramatisk fald i egenkorrosionsbestandigheden af en amorf kemisk nikkelbelægning. Det kan konkluderes, at en afbrintning af højstyrkestål, ikke vil påvirke egenkorrosionsbestandigheden.

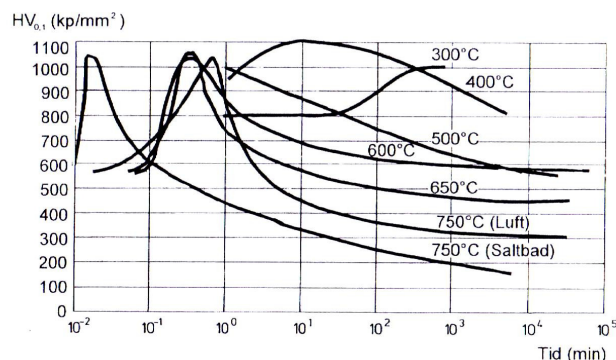
Valg af varmebehandlingsproces

Et typiske procesforløb for f.eks. værktøjsstål (stavax) kan være formgivning af værktøj – gennemhærdning – anløbning – finjustering af tolerancer – kemisk nikkel – varmebehandling & anløbning – færdigt værktøj.

I så fald skal varmebehandlingen udføres i 1 - 2 timer ved 250 - 300 °C, hvilket giver en varmebehandlet kemisk nikkel overflade med en hårdhed på ca 800 HV og en korrosionshastighed af størrelsen 50 - 100 $\mu\text{m}/\text{år}$ for et kemisk nikkelbad med højt fosforindhold.

Slid

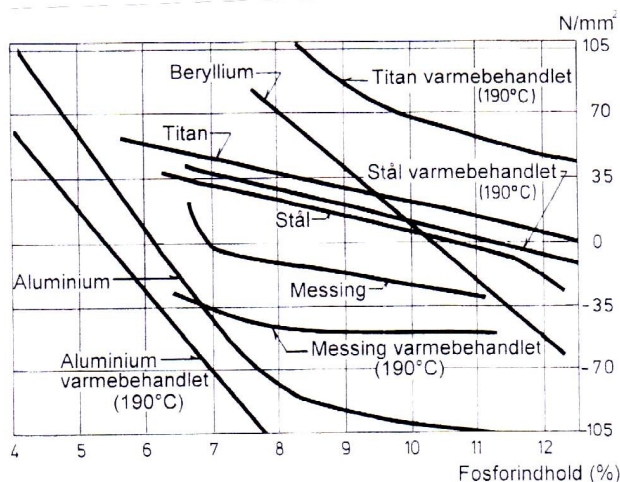
Under 180 °C har belægninger i kemiske nikkel en typisk hårdhed på 500 HV. Hårdheden kan øges ved varmebehandling. Teorien siger op til 1400 HV. I praksis er grænsen lavere på grund af tab i korrosionsbestandighed. Hårdheder fra 800 til 900 HV er ikke urealistiske, alt efter varmebehandlingsvalg.



Hårdheden som funktion af tiden og temperaturen ved hærdning af kemiske nikkelbelægninger.

Valg af varmebehandlingsbetingelser

Den optimale varmebehandling vælges under hensyntagen til basismateriale, proceskemi og kundeønsker i relation til øgning af hårdhed på bekostning af korrosionsbeskyttelse.



Indre spændinger vs forforindhold. Trykspændinger er negative

For varmbehandlet stål er det f.eks. optimalt at anvende et procesbad, der giver et fosforindhold på ca. 10 - 11 %, da dette fører til en spændingsfri overfladebelægning.