

Nedox® – en unik ytbehandling

Ger komponenter tillverkade i stål och kopparlegeringar förstärkta egenskaper.

Bodycotes ytbehandlingsverkstad i Katrineholm har ett antal unika ytbehandlingsprocesser som vi erbjuder till all industri oavsett bransch. Nedox® är en licenserad metod som Bodycote utför och som skapar högpresterande ytbeläggningar för alla förekommande stål och kopparlegeringar. Kemisk förnickling som är grunden för Nedox® är en annan process som vi erbjuder i Katrineholm.

Verkstaden är utrustad med helautomatiska ytbehandlingslinjer och vi investerar ständigt för att öka effektivitet och produktivitet. Som kund hos Bodycote Ytbehandling kan du känna dig trygg både vad gäller kostnadseffektiva lösningar.

Vi är certifierade enligt ISO 9000 och ISO 14000.

Flödet i våra verkstäder optimeras utifrån kundernas behov för att ge kunden en:

- Förbättrad totalekonomi
- Högre konkurrenskraft
- Ökad trygghet

Detta innebär i praktiken en mängd olika kringtjänster som t.ex. kundunika ytbehandlingar, logistik, blästring, maskering, montage och paketering.

*Ytbehandling med Nedox®
gör vi i bad med måtten
1,1 * 0,8 * 0,5 meter.*

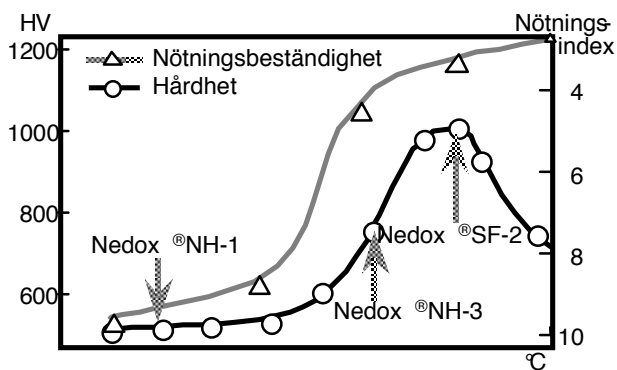
Nedox® produceras i fem varianter och är en familj av ytbehandlingsmetoder för stål, mässing och koppar. Vilken variant som är bäst beror på tillämpningens kravprofil.

Processen bygger på en kombination av kemisk förnickling och fluorplastbeläggning. Genom värmebehandling av skikten kan hårdhet och korrosionsbeständighet påverkas. Hög hårdhet, låg friktion, korrosions- och nötningsbeständighet, goda nonstickegenskaper, låga skärningstendenser, snäva toleranser, jämn skiktuppbyggnad och inga behov av efterbearbetning är några exempel på egenskaper som kan påverkas via Nedox®-behandling.

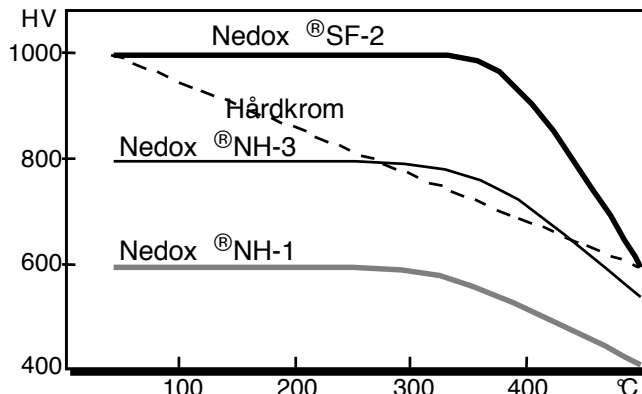
- **Nedox® SF-2*** ger högsta hårdhet och nötningsbeständighet i kombination med bästa korrosionsbeständighet och goda släppegenskaper. Kan användas i kontakt med livs- och läkemedel.
- **Nedox® NH-1** ger god korrosionsbeständighet i kombination med hög hårdhet, nötningsbeständighet och låg friktion.
- **Nedox® NH-3** ger högre hårdhet och nötningsbeständighet samt låg friktion.
- **Nedox® FM-5** erbjuder bästa torrsörjning genom beläggning med molybdendisulfid (MoS₂) och fluorplast som ger en mycket låg friktion, korrosionsskydd och god hårdhet. FM-5 har också god hårdhet och god nötningsbeständighet.
- **Nedox® U-4*** ger bästa släppegenskaperna, speciellt för gummi och uretan vid till exempel värmeförslutning av polymeremballage. U-4 kan användas i kontakt med livs- och läkemedel.

* Fluorplasterna som används i processen är godkända av US Food & Drug Administration (FDA) samt US Department for Agriculture (USDA) för användning i livs- och läkemedelsindustrin.





Hårdhet och nötningsbeständighet hos Nedox®-skikt värmebehandlade vid olika temperaturer.

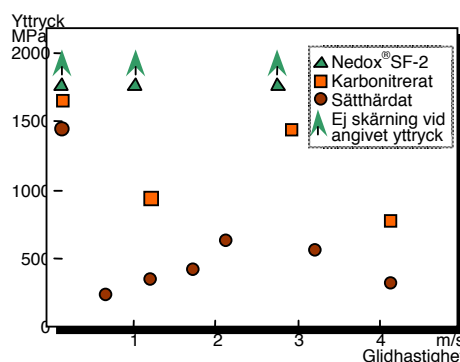


Varmhårdhet hos Nedox®- och i härdkromskikt.

Friktionspar (pinne/skiva)	Smort**	Osmort
Nedox®SF-2//Nedox®SF-2	0,08	0,12
Nedox®SF-2//Sätthärdat stål*	0,06	0,15
Sätthärdat stål//Sätthärdat stål*	0,10	0,35

* Sätthärtningsstål SS 2511, slipade ytor
 ** Tryckluftverktogsolja Nynäs LB 31

Friktionskoefficienter för olika materialpar uppmätt i pinne-skiva-maskin. Glidhastighet 1 m/s, yttryck 45 MPa.



Resultat av skärningsprov med material i olika ytutföranden, pinne Ø3,0 mm mot skiva, smort med olja Nynäs LB 31.

Nedox® – nya möjligheter för konstruktörer

Som grund för Nedox®-skikten används en kemisk förnickling. Processen bygger på att ett nickelskikt fälls ut på den yta som behandlas med hjälp av ett reduktionsmedel i badet i stället för med hjälp av likström som vid elektrolytisk förnickling. Som reduktionsmedel används hypofosfit vilket medför att de producerade skikten innehåller tvångsinlöst atomär fosfor. Skikten får därmed en rad intressanta egenskaper. Genom olika typer av behandling med fluorplaster adderas fler egenskaper och positiva synergieffekter.

Hårdhet

Den tvångsinlösta fosfor ger upphov till inre spänningar i strukturen och hårdhetsökning i skiktet. Primär hårdhet är ~700 HV_{0,1}. Värmebehandling medför att nickel och fosfor i skiktet bildar en mycket hård nickelfosfid (Ni₃P) vilken höjer hårdheten och förbättrar nötningsbeständigheten.

Maximalt kan en hårdhet på ~1000 HV_{0,1} nås. Kemnickelskiktet i Nedox® SF-2 och U-4 har denna hårdhet. I Nedox® NH-1 är hårdheten ~700 HV_{0,1} och i Nedox® NH-3 ~850 HV_{0,1}. Varmhårdheten hos Nedox®-skikten reduceras ej, som hos till exempel härdkrom, förrän vid arbetstemperaturer över ~350°C.

Nötningsbeständighet

Nötningsbeständigheten mot abrasivt slitage för homogena material är direkt beroende av materialets hårdhet. Ej värmebehandlade Nedox®-skikt har därför ungefär samma slitstyrka som ett lågkolhaltigt stål med motsvarande hårdhet. För stål med högre kolhalter och samma hårdhet blir dock nötningsbeständigheten bättre då de innehåller en större andel hårda karbider som starkt bidrar till förbättrad slitstyrka. På motsvarande sätt ger de hårda nickelfosfiderna som bildas i

Nedox®-skikten vid värmebehandling i större utsträckning ökad slitstyrka än högre hårdhet.

Mot torrt abrasivt slitage har Nedox® SF-2 bättre motståndskraft än härdat stål och är jämförbart med härdkrom och saltbadnitrerat stål. Nedox® NH-3 är jämförbart med stål härdat till 62 HRC och Nedox® NH-1 bättre än vanliga konstruktionsstål. Bästa nötningsbeständighet erhålls på material med god ytfinitet, Rz <4 µm.

Glidegenskaper

Fluorplaster och andra organiska material som ingår i Nedox®-skikt ger en unik kombination av permanent smörjning och slitstyrka. Nedox®-beläggningar minskar så kallade stick-slip i osmorda kontakter (skillnaden mellan statisk och dynamisk friktion är liten) och säkerställer funktionen i konstruktioner med intermitterent rörelse.

Lösning	Korrosionshast ($\mu\text{m}/\text{år}$)	Kemiskt nickel	Fosforlegerat
Isättika	0,8	Densitet, g/cm^2	8,3
Aceton	0,08	Smälttemperatur, $^{\circ}\text{C}$	1100
Aluminiumsulfat, 27 %	5	Magnetiska egenskaper	
Ammoniak, 25 %	16	Nedox® SF-2 och U-4, Oe	100–300
Ammoniumnitrat, 20 %	15	Nedox® NH-1, Oe	10–15
Saltlösning, 3,5 %, CO_2 -mättad	5**	Elektrisk resistans	
Saltlösning, 3,5 %, H_2S -mättad	0**	Nedox® NH-1, $\Omega^* \text{cm}$	15–45
Kalciumklorid, 42 %	0,2	Termisk ledningsförmåga	
Citronsyra, mättad	7	Nedox® NH-1, CAL/CM/SEC/ C	0,016
Kopparklorid, 5 %	25	Termiskt utvidgningskoefficient	
Etylenglykol	0,6	(22-100 $^{\circ}\text{C}$), $\mu\text{m}/\text{m}^{\circ}\text{C}$	11–14
Järnklorid, 1 %	200	E-modul, GPa	45–65
Myrsyra, 88 %	13	Draghållfasthet, Nedox® NH-1, MPa	350–600
Saltsyra, 5 %	24	Duktilitet, % förlängning	
Mjölksyra, 85 %	1*	Nedox® NH-1-skikt på stål	0,5–1,0
Salpetersyra, 1 %	25	Inre spänningar, Nedox® NH-1, MPa	< 0
Oxalsyra, 10 %	3	Friktionskoefficient osmort	
Fosforsyra, 85 %	3	Nedox® FM-5 mot stål	~0,10
Natriumkarbonat, mättad	1	Nedox® FM-5 mot Nedox® FM-5	~0,05
Natriumhydroxid, 45 %	0	Nedox® SF-2 mot stål	~0,15
Natriumhydroxid, 50 %	0,2**	Nedox® SF-2 mot Nedox® SF-2	~0,12
Natriumsulfat, 10 %	0,8	Hårdhet, HV0,05	
Svavelsyra, 65 %	9	Nedox® NH-1	~700
Vatten, destillerat, N_2 -avgasat	0***	Nedox® NH-3	~850
Vatten, destillerat, O_2 -mättat	0**	Nedox® SF-2	~1000
Havsvatten (3,5 % salt)	0**	Vidhäftning, MPa	
		På kolstål	>300
		På rostfritt stål och andra substrat	>140

* Kan ge mörk missfärgning, ** vid 95 $^{\circ}\text{C}$, *** vid 100 $^{\circ}\text{C}$
Korrosion hos Nedox® NH-1 i olika lösningar vid 20 $^{\circ}\text{C}$

Nötningstalet för Nedox® SF-2 vid torr glidning är:

Mot stål 0,3 * 10-14 m2/N
Mot Nedox® SF-2 0,3 * 10-15 m2/N

Även i smorda kontakter som arbetar inom området för gränsskiktsmörjning medför Nedox®-beläggning reducerad friktion och minskat slitage.

Karakteristiskt för Nedox®-skikten är även deras mycket ringa tendens till skärning vid momentana belastningstoppar. Skärningsprov under smorda förhållanden där Nedox® SF-2 jämförts mot sätthärdat respektive karbonitrerat stål har utförts. Vid provet anbringas lasten mycket snabbt och hålls under 0,1-1,0 s. Vid prov där ena eller båda ytorna varit belagda med Nedox® SF-2 har skärning aldrig inträffat trots belastning upp till grundmaterialets sträckgräns.

Korrosionsbeständighet

Nedox®-beläggningar har mycket god

korrosionsbeständighet. Fluorplaster är kemiskt helt resistent i praktiskt taget alla miljöer och kemiskt nickel uppvisar utmärkt korrosionsbeständighet beroende på sin passiva natur. För att Nedox® NH-1, som ej har ett helt tätt skyddande fluorplastskikt, skall ge bästa möjliga korrosionsskydd med minsta möjliga skiktjocklek skall basmetallen vara så jämn, ren och porfri som möjligt. Icke metalliska föreningar i basmaterialet, karbider, sulfider etc. från legeringsämnen, samt en vass eller porig ytprofil kan initiera porer i beläggningen och därmed försämra korrosionsskyddet. Egenkorrosionen hos ytskiktet är dock mycket liten i de allra flesta lösningar (se separat datablad).

Nedox® SF-2 har ett tätare plastskikt och påverkas endast i mindre utsträckning av motsvarande faktorer. För Nedox® U-4 påverkas korrosionsskyddet endast av mycket kraftiga profiltappar och skarpa hörn som kan bryta igenom plastskiktet samt av större

porer som kan medföra "utblödning" av processlösningar som skadar skiktet. Erforderlig skiktjocklek varierar med korrosionsbetingelserna samt påverkan från basmetallen. Prov av låglegerat lågkolhaltigt stål med ytfinhet $R_z < 4 \mu\text{m}$ belagda med 40 μm Nedox® SF-2 eller U-4 klarar mer än 240 h korrosionsprovning i neutral saltdimma enligt ASTM B117 utan angrepp. 40 μm Nedox® NH-1 eller FM-5 klarar 120 h vid motsvarande provning.

Temperatur – användningsområde

Nedox® NH-1 och NH-3 klarar kontinuerlig användning från -200 till +350 $^{\circ}\text{C}$. Nedox® SF-2 och U4 kan användas vid temperaturer upp till 250 $^{\circ}\text{C}$. Vid högre temperaturer sker sönderfall av fluorplaster.

Nedox® FM-5 är avsedd att användas mellan -50 och +160 $^{\circ}\text{C}$. Med ökande temperatur avtar livslängden för de självsörjande egenskaperna.

KRINGTJÄNSTER

- *Blästring*
- *Trumling*
- *Montering*
- *Paketering*
- *HeliCoil® montering*
- *Utbildning*
- *Transport/logistik*
- *Laboratorietjänster**
- *Processkontroll**

* Med önskad dokumentation efter behov.



Bodycote



KONTAKT- INFORMATION

Kontakta oss för frågor
eller ytterligare information:

Bodycote HK
Spadegatan 23
SE-424 65 Angered/Göteborg

+46 31 332 19 00
sales.sverige@bodycote.com
www.bodycote.se

