

## PRÁŠKOVÁ NITRIDACE

Pokud se chcete krátce a účinně poučit, přečtěte si stránku 6.

### 1. Teorie nitridace

Nitridování je syčení povrchu součásti dusíkem v plynné, nebo kapalném prostředí. Výsledkem je tenká vrstva vysoce disperzních tvrdých nitridů slitinových prvků.

Výhody nitridace v porovnání s cementací :

- Vyšší tvrdost povrchové vrstvy
- Nižší deformace vzhledem k nižší teplotě zpracování a tím lze zpracovávat i tvarově složité součásti
- Výsledné tvrdosti je dosaženo bez nutnosti dalšího zpracování
- Vyšší mez únavy
- Tvrdá povrchová vrstva je stálá i za vyšších teplot
- Povrchová vrstva má lepší kluzné vlastnosti a tím i otěruvzdornost

### Nitridace v plynu

Provádí se při teplotách obvykle mezi 500°C až 540°C při kterých dochází k rozpadu plynného čpavku podle rovnice:  $\text{NH}_3 = \text{N} + 3/2 \text{H}_2$

Při této metodě, která je časově náročná (cca 20 hod = tloušťka vrstvy cca 0,3 mm), se dosahuje nitridačních vrstev 0,1 až 0,5 mm.

### Nitridace v lázni

Provádí se v roztavených kyanidových solích při teplotách 540 – 570 °C, přičemž se dosahuje tenčích nitridačních vrstev.

Výhodou této metody jsou výrazně kratší doby zpracování (většinou do 30 min.) Další výhodou je výrazně širší rozsah zpracovávaných materiálů (od nelegovaných cementačních ocelí až po rychlořezné oceli). Pracuje se zde s větší dávkou dusíku, aby se na vnějším okraji difúzní vrstvy dosahovalo výrazné obohacení dusíkem. Přitom se získávají na dusík bohaté tvrdé nitridy, které nezpevňují pouze vnější povrch, ale ovlivňují i nárůst pevnosti zpracovávaného obrobku

### Nitridace v prášku

Tato metoda je založena na stejném principu jako prášková cementace. Nitridační plyn se vytváří uvnitř žáruvzdorné krabice při teplotě kolem 560°C z nitridačního prášku a přidaného aktivátoru (u práškové cementace je aktivátor součástí prášku). Metoda je vhodná především při malém počtu kusů s proměnlivými požadavky na tvorbu nitridované vrstvy. Velkou výhodou je její malá investiční náročnost, rychlost a dostupnost – stačí jakákoliv komorová pec s rovnoměrným rozložením teploty (nejlépe s cirkulací atmosféry), žáruvzdorná krabice, prášek a aktivátor.

### 2. Provozní postup práškové nitridace

Při práškové nitridaci se nitridační prášek nemění. Aktivita procesu se řídí pouze procentem přídavku aktivátoru k používanému nitridačnímu prášku.

Dobře použitelnou směrnicí pro jakoukoliv potřebu nitridačního prášku poskytuje zaměření na celkový obsah nitridotvorných složek ve zpracovávaném typu oceli (viz obr. 1 na poslední straně). Je zjištěno, že :

pro oceli s obsahem nitridotvorných složek do 2% :

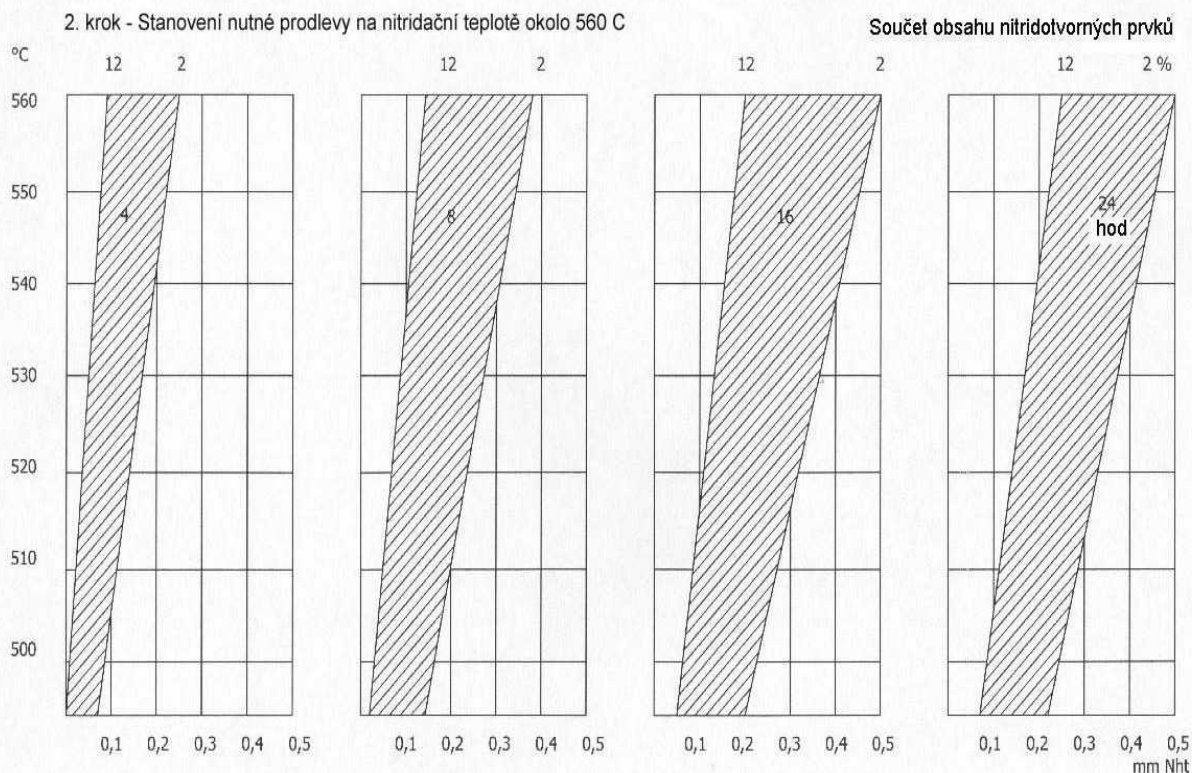
poměr váhového množství nitridačního prášku : aktivátoru = 1 : (0,15 až 0,10)

pro oceli s obsahem nitridotvorných složek od 2% do 5% :

poměr váhového množství nitridačního prášku : aktivátoru = 1 : (0,10 až 0,05)

pro oceli s obsahem nitridotvorných složek od 5% do 12% :  
 poměr váhového množství nitridačního prášku : aktivátoru = 1 : (0,05 až 0,00)

Pro dosažení potřebných vlastností nitridovaných součástí je třeba optimálně zvolit metodu, teplotu i potřebnou dobu nitridace. Vzhledem k tomu, že nitridační teploty jsou v oblasti popouštěcích teplot dochází s prodlužující se dobou nitridace ke snížení pevnosti součástí (dodatečné popouštění). Proto je třeba pomoci nepřímo úměrného vztahu mezi teplotou a dobou



obr 3

popouštění odvodit o kolik musí být vyšší pevnost před dlouhodobou nitridací, aby byla dosažena žádaná hodnota pevnosti součástí.

### 3. Postup přípravy práškové nitridace

Pro stanovení podmínek úspěšné práškové nitridace poskytujeme pomocné údaje v obrázcích 2 až 5.

Zde podávané informace platí za podmínky maximálního přenosu tepla, v peci s oběhem vzduchu a při použití krabic, které přesně odpovídají vsázce a nejsou tedy nadměrně předimenzované.

**Krok 1** z obrázku 2 se v křivkách podle součtu nitridotvorných složek a pro předepsanou sílu nitridačního vytvrzení Nht stanoví čistá doba uskutečnění provozního postupu PULNIEREN<sup>□</sup> při teplotě 560°C, bez vlivu doby ohřívání.

#### krok 2

Obrázek 3 potom opět v závislostech podle parametru součtu nitridotvorných složek umožňuje s prakticky dostačující přesností vymezit ke stanovené hodnotě síly Nht změněné čisté doby uskutečňování provozního postupu PULNIEREN<sup>□</sup> pro ten případ, ve kterém se ukazuje potřeba použití nižších teplot než je hodnota 560°C.

### krok 3

Snadno stanovitelná váha zpracovávaných obrobků určuje podle *obrázku 4a* nejmenší potřebné množství nitridačního prášku. *Obrázek 4b* ukazuje, jaký objem tomuto nejmenšímu množství odpovídá. Oba obrázky je možné používat širším způsobem, pokud se váha zpracovávaného materiálu násobí součinitelem X. Stejný součinitel zvyšuje nebo snižuje údaj množství nitridačního prášku a příslušný objem skříně.

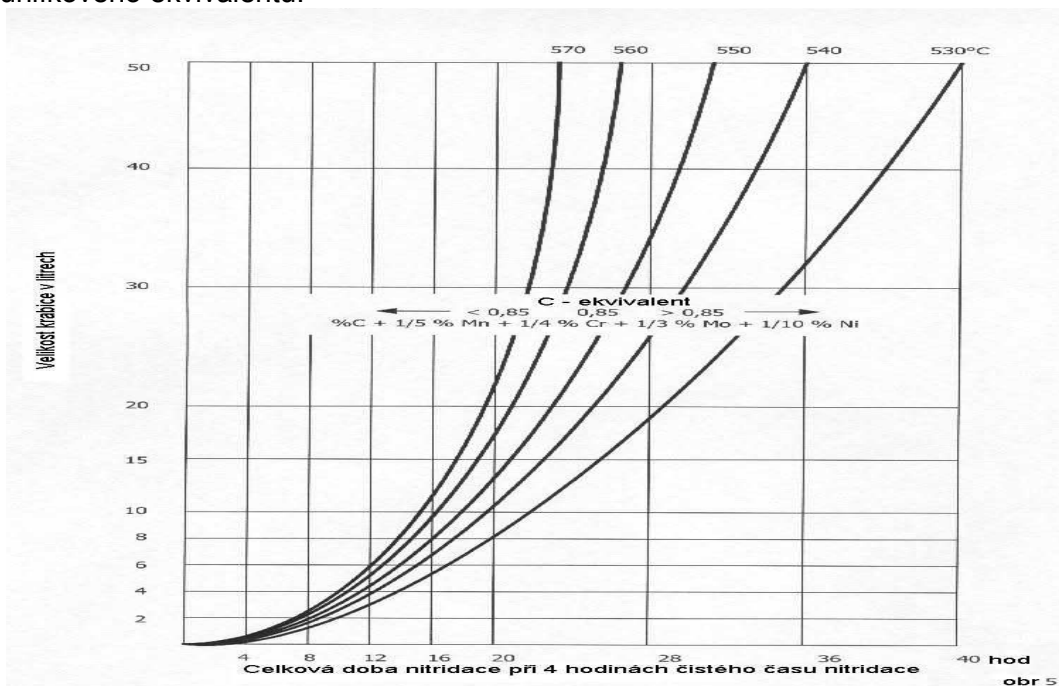
### krok 4

Protože doba vyhřívání skříně včetně jejího obsahu na nitridační teplotu je známá jen ve vzácných případech a často to vede ke značným chybám v odhadech, je důležité se vrátit k zaznamenaným výsledkům. Známemu objemu skříně při rovněž známé teplotě se v *obrázku 5* přiřazuje celkový čas trvání provozního postupu PULNIEREN<sup>□</sup>, při čisté době tohoto postupu 4 hodiny.

Pokud se podle *obrázku 3* zvolené teplotě a požadované hodnotě Nht podle kvality oceli přiřadí čistá doba provozního postupu PULNIEREN<sup>□</sup> odlišná od hodnoty 4 hodiny, potom je potřeba tuto odchylku dopočítat.

K celkové době práškové nitridace, odvozené podle *obrázku 5*. Údaj celkové doby trvání práškové nitridace podle výše uváděných kroků znamená pro praxi dobře použitelnou směrnou hodnotu.

Hodnoty podle *obrázku 5* platí pro střední aktivaci. Pokud se aktivace podle výjimečných charakteristik nitridační vrstvy zesiluje, potom je možné celkovou dobu práškové nitridace poněkud zkrátit, anebo v opačném případě lze tuto dobu prodloužit. Úměrně je možné rovněž zohlednit hodnotu uhlíkového ekvivalentu.



obr 4a obr 4b

#### **4. Práce s granulátem**

Pokud byla před zahájením práce správně zajištěna veškerá nezbytná opatření, je možné přikročit k ukládání do krabice.

Je důležité věnovat pozornost tomu, aby krabice pro ukládání dílů byla vyrobená z austenitického materiálu. S narůstajícím obsahem Ni vzrůstá odolnost proti přijímání dusíku. Na stěnách krabice se navrství nevelké množství nitridačního prášku. Potom se do široka rozmístí připravený aktivátor v propracované konzistenci. Následuje další vrstva nitridačního prášku. Založí se zpracovávané materiály a skříň se zcela zaplní. Víko se rovněž dobře utěsní aktivátorem nebo plastickou ochrannou kalící hmotou

Je možné i místní použití práškové nitridace například ve vývrtech. Zápustky je možné založit tak, že tvarovaná část směřuje dolů a jen v této části se vyžaduje přítomnost nitridačního prášku a aktivátoru. Dále jsou k dispozici ochranné hmoty pro ty plochy, které po nitridaci ještě musejí zůstat měkké.

Pokud se nitridace uskutečňuje v nejvyšší teplotní oblasti, potom je potřeba tyto teploty nastavovat skutečně přesně. Spoléhání na bezchybnou registraci a regulaci nepostačuje. Pokud se v důsledku teplotní chyby částečně dosáhne oblast  $\square_N$ , potom dochází k nevhodné tvorbě nitridované vrstvy. K tomuto rozhodujícímu vlivu se doporučuje, aby se co nejlepší rovnoměrnost rozložení teplot v provozním prostoru pece udržovala použitím pecí se zajištěným pohybem vzduchu. Pro práškové nitridační postupy lze ovšem použít i běžné komorové pece s dobrým rozložením teplot v prostoru.

Na základě nejedovatosti nitridačního prášku i aktivátoru je tato metoda velice šetrná k životnímu prostředí a podle předložených podkladů vyžadují jen nízké provozní náklady.

#### **5. Vhodnost práškové nitridace**

Teoreticky je možné práškovou nitridací zpracovávat veškeré předkládané díly. Pokud jde o malé hloubky nitridace, například pro následnou nitridaci zakalených a popuštěných obráběcích nástrojů, potom má solná lázeň převahu nad veškerými ostatními postupy.

Pro větší počty zpracovávaných dílů nebo pro běžící přísun stejných nebo podobných dílů se při zohlednění požadovaných hloubek nitridačního vytvrzení nasazují zařízení pro provoz metod nitridace v solné lázni nebo plynové nitridace.

Pokud ale přicházejí jednotlivé kusy s výrazně proměnlivými požadavky na tvorbu nitridované vrstvy, potom lze na základě velmi nízkých provozních nákladů doporučit výhodné uskutečňování postupu práškové nitridace ve vlastním provozu, za předpokladu možnosti použití vhodného pecního zařízení.

#### **6. Pasivované plochy**

Těžkosti s tvorbou rovnoměrné nitridované vrstvy vznikají u pasivovaných ploch, které jsou typické pro určité značky legovaných ocelí. V případě nitridace v solné lázni se adhezivně přichycený kyslík snadno odbourá, u plazmové nitridace k tomu dochází takzvaným odprášením.

Zrušení pasivace je obtížnější při používání plynové nitridace. Používají se nejrůznější možnosti s větším nebo s menším úspěchem.

Při práškové nitridaci se používá rychlý předběžný práškový krok bez aktivátoru, s použitím práškového nitridačního prostředku "Effge GO". Dobré výsledky se rovněž získávají bez nutnosti použití dvojího práškového nitridačního postupu, při natření zpracovávaných obrobků depasivačním přípravkem "Effge Epami". Díly s tímto nátěrem se ukládají obvyklým způsobem ke zpracování.

## Stručné informace o provozním postupu práškové nitridace

### 1. Kdy se prášková nitridace používá?

Tento způsob nitridace se používá pro jednotlivé kusy při poměrně značných hloubkách nitridace, pro proměnlivé nároky na tvorbu nitridované vrstvy a rovněž i pro jednotlivé menší objemy.

### 2. Co je pro práškovou nitridaci potřeba ?

- a) Komorová pec s dobrým rozložením teplot v pracovním prostoru s rozsahem od 450°C do 600°C. Používání pohybu vzduchu je výhodné.
- b) Nitridační krabice z legovaného materiálu.
- c) Nitridační prášek a aktivátor .

### 3. Je postup prášková nitridace šetrná k životnímu prostředí ?

Postup pracuje bez jedů a je šetrný k životnímu prostředí.

### 4. Je možné proces práškovou nitridace regulovat ?

Ano ! Poměrnými změnami váhového množství aktivátoru v požadovaném objemu nitridačního prášku při využití přídavných změn mezi teplotou a dobou trvání práškové nitridace.

### 5. Je možné potřebné doby nitridace nějakým způsobem předem závazně stanovit ?

Tuto možnost poskytuje metoda postupných kroků, metodu uvádí popis v tomto prospektu !

### 6. Jak se ověřuje úspěšnost nitridace ?

Výsledky provedeného postupu se mohou ověřit provedením zkoušky povrchové tvrdosti, změřením křivky průběhu tvrdosti, stanovením hodnoty Nht a metalografickým vyhodnocením předložených zkoušek a rovněž i kapkovými zkouškami.

OCEL	Stoupající náchylnost k tvorbě nitridů →								Obsah aktivátoru
	Si	V	W	Mo	Mn	Cr	Al	cel.	
C 45	0,30				0,60			0,90	15 %
16MnCr5	0,25				1,15	0,95		2,35	12,5 %
30CrNiMo8	0,30			0,30	0,50	2,00		3,10	10,0 %
34CrAlMo5	0,30			0,20	0,70	1,20	1,0	3,40	
X40CrMoV51	1,00	1,20		1,30	0,40	5,00		8,90	5,0 %
X165CrV12	0,30	1,00			0,30	12,0		13,6 0	
S6-5-2		1,90	6,40	5,10		4,10		17,5 0	0,0 %

obr 1