

ANOTACE

Teniferace je způsob chemickotepelného zpracování, konkrétně z oblasti metod karbonitridace. Proces sycení dusíkem a uhlíkem probíhá ve zvláštní solné lázni. Umožňuje dosahovat rozličných výsledných vlastností zpracovávaných součástí, kterých běžnými metodami karbonitridace, nebo povrchových úprav nelze hospodárně dosáhnout. V současnosti nachází velkého uplatnění v automobilovém a zbrojním průmyslu. Cílem práce je seznámení s podstatou, možnostmi a využitím této technologie.

KLÍČOVÁ SLOVA

tenifer, teniferace, tufftride, melonite, arcor, karbonitridace, chemickotepelné zpracování, solná lázeň

ANOTATION

Tenifer is a method of thermochemical treatment, concretely comes within the area of carbonitration methods. The saturation with nitrogen and carbon is carried out in special salt bath. Tenifer treatment achieves variety of final properties, which another method of treatment cannot ensure. Method is widely used in automobile and armament industry at this time. The purpose of this retrieval is to inform about principles, options and utilisation of this technology.

KEY WORDS

tenifer, teniferation, tufftride, melonite, arcor, carbonitration, thermochemical treatment, salt bath

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KREJČÍ, M.: Teniferace, metoda karbonitridace. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 28 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Eva Molliková, Ph.D., Paed, IGIP

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Teniferace vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

V Brně, dne 22. 05. 2008

.....

Martin Krejčí

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto Ing. Evě Molliková, Ph.D., Paed IGIP, za cenné rady a připomínky při vedení diplomové práce.

Dále děkuji Ing. Janu Gerstenbergerovi za ochotnou pomoc, rady a poskytnutí potřebných podkladů.

OBSAH

ANOTACE, KLÍČOVÁ SLOVA

PROHLÁŠENÍ

PODĚKOVÁNÍ

OBSAH

1) ÚVOD

2) CHEMICKOTEPELNÉ ZPRACOVÁNÍ

2.1) PODSTATA A ÚČEL TECHNOLOGIE

2.2) ZÁKLADNÍ DRUHY CHTZ

3) KARBONITRIDACE

3.1) PODSTATA PROCESU

3.2) POUŽÍVANÁ PROSTŘEDÍ

4) TENIFERACE

4.1) ZÁKLADNÍ POPIS A ROZDĚLENÍ TECHNOLOGIE

4.2) PRACOVNÍ POSTUP

4.3) NASYCENÁ VRSTVA

4.4) VLASTNOSTI POVRCHU ZPRACOVANÉHO TENIFERACÍ

4.5) EKOLOGIE A ZDRAVOTNÍ HLEDISKO

4.6) OBLASTI APLIKACE METODY V SOUČASNOSTI

5) UPLATNĚNÍ TENIFERACE VE ZBROJNÍM PRŮMYSLU

5.1) SPECIFIKA VÝROBY RUČNÍCH PALNÝCH ZBRANÍ

5.2) POŽADAVKY KLADENÉ NA SLUŽEBNÍ RUČNÍ PALNÉ ZBRANĚ

5.3) VÝVOJ MODERNÍCH RUČNÍCH PALNÝCH ZBRANÍ A PISTOLE GLOCK

5.4) TENIFERACE SOUČÁSTÍ PISTOLÍ GLOCK

6) ZÁVĚR

7) POUŽITÉ ZDROJE A LITERATURA

1) ÚVOD

Téma pro rešerži jsem si vybral z oblasti technologií chemicko-tepelného zpracování, konkrétně patřící do skupiny postupů označovaných souhrně jako karbonitridace. Metoda, na kterou jsem se ve své práci zaměřil, nese označení teniferace. Toto téma jsem si vybral, jelikož mne tato technologie zaujala, když jsem se o ní dočetl několik informací v odborném článku ve spojitosti s vývojem ručních palných zbraní. V následujících kapitolách bude zevrubně popsáno chemickotepelné zpracování všeobecně a oblast, do které teniferace spadá. Následně teniferace samotná, její teoretická podstata, vlastnosti a možnosti této technologie, její využití všeobecně a na závěr využití v oblasti zbrojního průmyslu.

2) CHEMICKOTEPELNÉ ZPRACOVÁNÍ

Následující text slouží jako úvod do problematiky chemickotepelného zpracování (dále jen CHTZ) všeobecně. Na jeho základě se bude dále postupovat do nižších úrovní až k samotné teniferaci.

2.1) PODSTATA A ÚČEL TECHNOLOGIE

Chemickotepelným zpracováním rozumíme procesy, při kterých dosahujeme požadované změny struktury a vlastností tepelným zpracováním provázeným změnami chemického složení zpracovávaného výrobku. Změna chemického složení může probíhat v celém objemu výrobku - tj.: objemové CHTZ (např.: odvodíkování), nebo jen v povrchových vrstvách - tj.: povrchové CHTZ. Povrchové CHTZ je základním typem těchto technologií.

Difúzním sycením povrchu výrobku různými prvky (kovy i nekovy) je možno dosáhnout rozdílných mechanických nebo fyzikálně-chemických vlastností povrchu a jádra. Těchto vlastností je možno v zásadě dosáhnout dvěma způsoby:

- přímo: pouze samotnou úpravou chemického složení, tzn.: obohacením povrchové vrstvy příslušným prvkem za zvýšených teplot a pomalým ochlazováním (např.: nitridace)
- nepřímo: úpravou chemického složení povrchu výrobku a následujícím tepelným zpracováním, kterým bývá obvykle kalení s popouštěním při nízkých teplotách (např.: cementace)

Cílem CHTZ zpracování bývá nejčastěji zvýšení tvrdosti povrchu, odolnosti proti opotřebením, zvýšení odolnosti proti cyklickému namáhání (únavě) a to vše při zachování houževnatého jádra. Řada způsobů CHTZ zvyšuje také (nebo převážně) odolnost výrobků proti korozi a proti žáru (např. hliníkování, difúzní chromování, boridování, apod.).

CHTZ je ve své podstatě kombinovaný proces přenosu hmoty a tepla. Jeho základními dílčími pochody jsou disociace, adsorpce a difuze. Při dostatečně vysoké teplotě a ve styku s povrchem výrobku uvolňují použitá prostředí (tuhá, kapalná, plynná) disociací molekul sloučenin požadovaný prvek v atomárním stavu, který je adsorbován povrchem výrobku a pohybuje se krystalickou mřížkou difúzním mechanismem zpravidla ve směru koncentračního spádu, tj.: ve směru od povrchu součásti k jádru. Intenzita dílčích pochodů závisí na konkrétním materiálu,

chemickém složení použitého prostředí, teplotě sycení a na druhu prvku, kterým je povrch sycen. Obecně při chemicko-tepelném zpracování můžeme rozlišit pět základních etap:

- reakce v reakčním prostředí (chemická tvorba složky zabezpečující přenos difundujícího prvku)
- difúze v reakčním prostředí (přívod difundujícího prvku k povrchu výrobku, odvod produktů reakce vytvářejících se na fázovém rozhraní)
- reakce na fázovém rozhraní kov - reakční prostředí
- difúze v kovu
- reakce v kovu

Chemické reakce v první etapě, kterými se vytváří aktivní přenosové prostředí, mohou být prostorově odděleny od ostatních etap, což je z technického hlediska výhodné. Ve druhé a čtvrté etapě se jedna či více složek transportuje ve stejném směru: nejprve k fázovému rozhraní prostředí-výrobek a potom od tohoto rozhraní. Mechanismus dějů, které probíhají na fázovém rozhraní ve třetí etapě je velmi komplikovaný, ale jejich výsledek lze formálně popsat sytícím (odsycujícím) potenciálem aktivního prostředí. Fázové přeměny v páté etapě jsou důsledkem koncentračních změn (např.: vznik sekundárního cementitu při překročení rozpustnosti uhlíku v austenitu během cementování). Proces, při kterém dochází k rozkladu molekul chemických sloučenin za vzniku aktivních atomů, nazýváme disociací. Přestože aktivní přenosové prostředí mohou být tuhá, kapalná nebo plynná, dochází ve většině případů k přenosu hmoty prostřednictvím plynné fáze. Průběh se řídí zákony chemických reakcí, především zákonem Guldberg-Waagovým, z kterého vyplývá, že všechny reakce směřují k rovnovážnému stavu, ve kterém poměr součinu koncentrace látek do reakce vstupujících a součinu koncentrace látek reakcí vznikajících je stálý. [1], [2], [3]

2.2) ZÁKLADNÍ DRUHY CHTZ

V případě povrchového CHTZ jej můžeme rozdělit podle prvků, kterými je sycen povrch součásti, na tyto základní metody a jejich případné kombinace:

- cementování: sycení povrchu uhlíkem na eutektoidní, nebo lehce nadeutektoidní koncentraci. Sestává z nauhličení a následného kalení a nízkoteplotního popouštění.
- nitridování: sycení povrchu dusíkem. V povrchové vrstvě znikají velmi tvrdé nitridy a karbonitridy, jako sloučeniny dusíku se železem a jinými přísadovými prvky.
- nitrocementování: sycení povrchu uhlíkem a dusíkem při teplotách nižších, než teploty cementační, ale vyšších než teploty A_{C3} . Vrstva se tvoří současně difúzí dusíku a uhlíku v austenitu. Nitrocementované vrstvy jsou obdobou vrstev cementovaných a žádaných vlastností je tedy dosaženo jejich ochlazením z cementační teploty takovou rychlostí, aby nastala přeměna uhlíko-dusíkového austenitu v martenzit.
- karbonitridace: sycení povrchu oceli uhlíkem a dusíkem při teplotách nižších než teplota A_{C1} . Účelem tohoto zpracování je vytvoření homogenní vrstvy karbonitridů (tzv.: bílé vrstvy, nebo mezivrstvy), která je relativně tvrdá, má dobré třecí vlastnosti, vysokou odolnost proti zadírání a zlepšené korozní vlastnosti. Na rozdíl od nitrocementace tento pochod probíhá při nižších teplotách a je analogicky podobný nitridaci.

- sulfinizace/sulfonitridace: sycení povrchu oceli sírou a dusíkem za teplot pod A_{C1} . Účelem tohoto chemickotepelného zpracování je vytvoření povrchové vrstvy obsahující oxikarbonitrid (nitrid s disperzními částicemi FeS), která má dobrou odolnost proti opotřebení a dobré třecí vlastnosti. [1], [2]

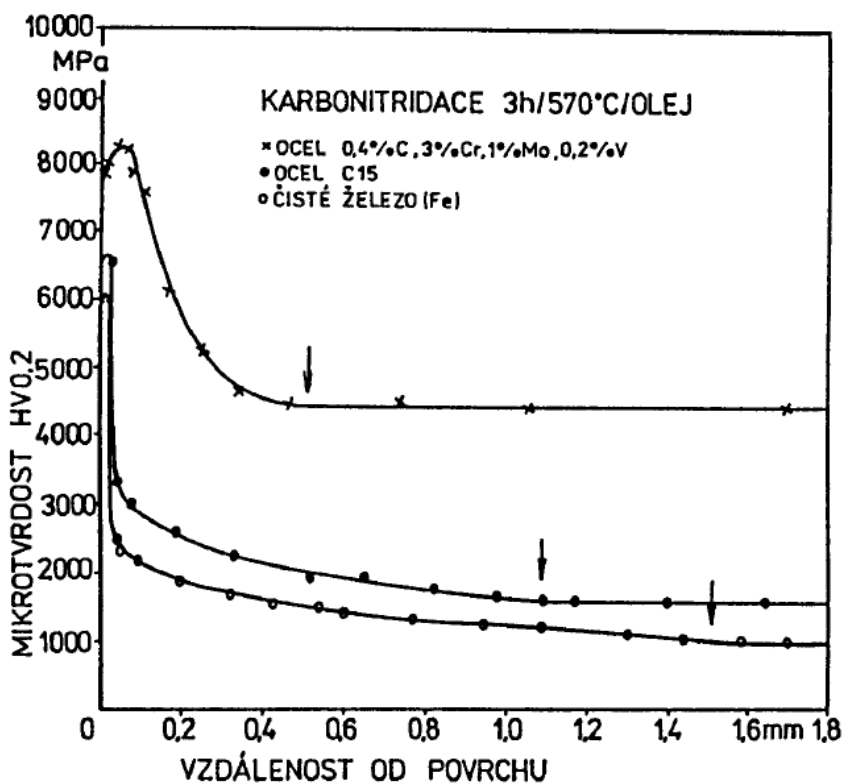
3) KARBONITRIDACE

Tato kapitola je věnována stručnému seznámení se základními charakteristikami karbonitridace, jakožto skupiny technologií CHTZ, do které patří i teniferace.

3.1) PODSTATA PROCESU

Karbonitridace kombinuje účinek sycení povrchu součásti dusíkem i uhlíkem zároveň, přičemž potřebná teplota je nižší než u nitridace a nitrocementace. To má za následek menší tepelné ovlivnění zpracovávané součásti a nižší vnitřní prnutí. Obvykle se užívá rozmezí teplot 500-700°C.

Při běžných nitridacích v suchém plynném amoniaku je zvýšení tvrdosti způsobeno hlavně vznikem nitridů železa a legujících prvků typu γ (Fe_4N). Rozpustnost uhlíku v těchto nitridech je minimální. Zvýšenou rozpustností dalších prvků (uhlík, kyslík apod.) se vyznačuje nitrid ϵ ($Fe_{2,3}N$). Při tomto zpracování se na povrchu součástí vytváří vrstva karbonitridů (oxikarbonitridů) ϵ o hloubce 10-50 μm , která obvykle obsahuje přes 8 %N, přes 2 %C a cca 1 % O_2 . Vrstva má tvrdost blízká se 1000 HV (obr.1-1) a je vysoce odolná proti zadírání a otěru. Pod tuto vrstvu nitridu proniká dusík do feritu až do hloubky 1 mm a zpevňuje jej na 300 až 400 HV. Hloubka průniku je závislá na druhu oceli. U legovaných ocelí se hloubka průniku snižuje. Tato tzv.: difúzní vrstva podporuje nosnost vrstvy karbonitridů a zvyšuje únavovou pevnost karbonitridovaných výrobků. Jestliže proces karbonitridace probíhá za teplot vyšších než eutektoidní teplota v diagramu Fe-N (590°C), je vhodné provádět ochlazování po karbonitridaci do oleje. Tímto způsobem se dosáhne vyššího zpevnění difúzní vrstvy, jež částečně kompenzuje určitou degradaci mechanických vlastností vlivem zvýšené teploty



Obr.1-1: Tvrdost povrchu po karbonitridaci, [1]

depozice. Ochlazováním do oleje se zvyšuje mez únavy karbonitridovaných výrobků. Pro tento způsob chemickotepelného zpracování se používá množství obchodních zkratk a různých názvů jako měkké nitridování, krátkodobé nitridování, nitrocementace při nízkých teplotách apod. Předností tohoto způsobu zpracování je poměrně vysoká efektivnost (doba depozice 2 až 4 hodiny), deformace výrobků jsou velmi malé, případný nárůst rozměrů je nižší než u nitridace (řádově 0,01mm, což odpovídá přibližně 0,4 % hloubky karbonitridované vrstvy). [1], [2], [3], [4]

3.2) POUŽÍVANÁ PROSTŘEDÍ

Co se týče vlastního provedení, obdobně jako u ostatních způsobů CHTZ, lze provádět karbonitridaci v prostředí pevném (kyanid + aktivátor), v solné lázni nebo v prostředí plyném:

- plyné prostředí: je tvořeno obvykle směsnou atmosférou čpavku s dusíkem. Základem čpavek je základem pro všechny vyvinuté technologie s dusíkatou plynou atmosférou, jsou jako zdroj uhlíku používány různé plyny, které se liší podle dodavatele technologie. Např. firma Ipsen používá pod názvem „Nitcmpcr“ směsi čpavku a endoatmosféry 1:1 s disociací 30 až 60% a teploty 570°C. Firma Aichelin používá směsi čpavku a oxidu uhličitého při teplotě 560 °C pod názvem „Nitroc“, firma Degussa uvádí směs čpavku a exoatmosféry event. endoatmosféry s různými disociacemi pod názvem „Deganit“, technologie SVÚM Praha spočívá v přidavku 5 % propanu ke čpavku, při disociaci 60-70 % a teplotě procesu 620°C. Tato forma prostředí je ekologicky nejméně náročná na zázemí technologie.
- solné lázně: tento proces se původně prováděl v kyanidových lázních (25 %NaCN, 75 %KCNO) prodáváných vzduchem. U nás se k nitridování vyrábí sůl NS 350 (dle ČSN 65 4121). Lázeň obsahuje 25 až 35 % kyanidů (NaCN, KCN) a 30 až 40 % kyanatanů (NaCNO, KCNO). Tyto lázně se působením vzdušného kyslíku eventuelně samovolně oxidace rozkládají a uvolňují atomární dusík:
$$2 \text{NaCN} + \text{O}_2 = \text{Na}_2\text{CO} + \text{CO} + 2\text{N}$$
$$2 \text{NaCNO} = 2\text{NaCN} + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO} + 2\text{N}$$
Zpravidla se proces uskutečňuje při teplotě 520-770°C po dobu 60 až 120 minut. Průběh samovolné oxidace kyanidů na kyanatany v klidné stojící nitridační lázni je pochopitelně prakticky nekontrolovatelný, který vyvolává značný rozptyl v dosahovaných výsledcích. Je proto nutno zajistit, aby se stále nová sůl dostávala do styku se vzduchem, toto se děje probubláváním vzduchem nebo účinným mícháním. Požadavek dosažení větší hloubky nitridační vrstvy většinou již není hospodárný. Příliš vysoký obsah kyanatanu v lázni, zpravidla nad 45%, vyvolává již zřetelné naleptávání povrchu ocelových výrobků. Podle nejnovějších zkušeností se pro nitridační lázně osvědčují kelímky vyložené vrstvou titanu.
- pevné prostředí: jedná se o směs cementačního prášku, ke kterému se přidávají drcené organické části obsahující dusík (rohovina, paznehty apod.), nebo pasty na bázi kyanidů. V současnosti tato metoda podle dostupných zdrojů nenachází uplatnění v praxi. [1], [3]

4) TENIFERACE

Následující kapitoly pojednávají o účelu, principech a schopnostech teniferace a možnostech využití této technologie CHTZ v praxi.

4.1) ZÁKLADNÍ POPIS A ROZDĚLENÍ TECHNOLOGIE

Jak již bylo zmíněno výše, patří Teniferace svou podstatou do kategorie karbonitridace. Technologie byla vyvinuta v Německu, v sedmdesátých letech minulého století oddělením Durferrit firmy Degussa AG. Patentovaná jako Tenifer byla firmou Durferrit GmbH v osmdesátých letech a patent je také nyní ve vlastnictví firmy Durferrit GmbH. V současnosti jsou na trhu metody teniferace s různými obchodními názvy a lehce rozdílnými technologickými postupy, základní idea je ale totožná. Odlišnost je dána podle lokality z globálního hlediska - v ČR a Evropě všeobecně se můžeme setkat s označením Tenifer a CLIN proces, ve světě (USA, Asie) TUFFTRIDE, ARCOR, MELONITE, přičemž se jedná o obdobné postupy, obvykle pouze prezentované pod jiným názvem na lokálním trhu, ovšem v návaznosti na společnost Durferrit GmbH, jakožto nositele patentu. Tato práce se bude konkrétně zabývat metodou poskytovanou přímo společností Durferrit GmbH, nesoucí obchodní označení Tenifer a takto bude i dále technologie obecně nazývána v textu.

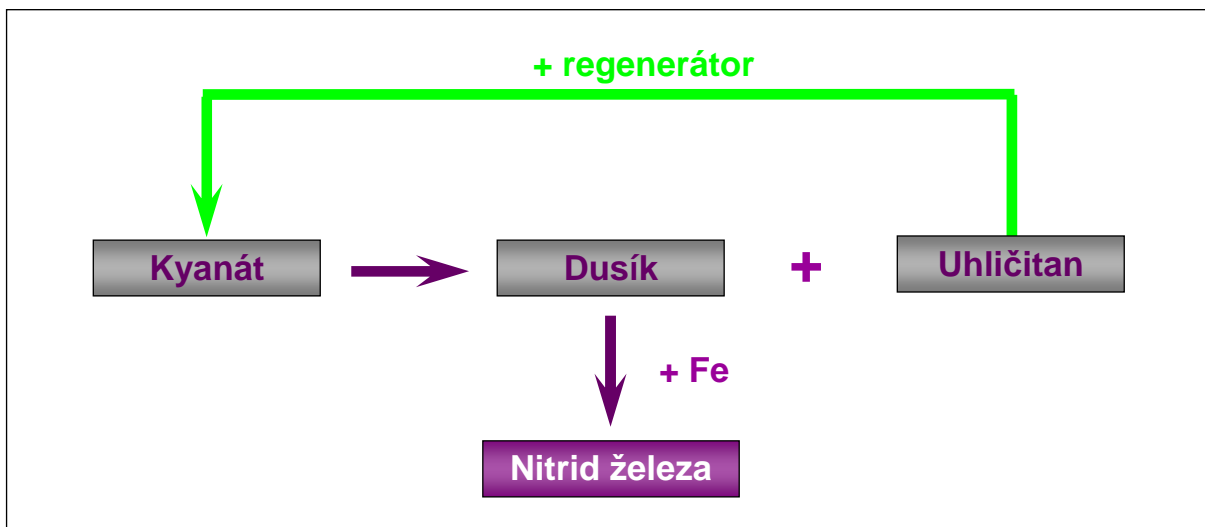
Základní postup sestává z předehřevu, vlastní karbonitridace v solné lázni, ochlazení (obvykle v oxidační lázni a kaskádě), případného obrábění a případně další oxidace v lázni a opět chlazení v kaskádě. Z hlediska složitosti pracovního postupu se proto teniferace vyskytuje ve 3 rozdílných modifikacích:

- Tenifer Q: je základním procesem z této skupiny. Zkratka Q je pro anglické slovo Quench, což znamená česky „kalit“ a naznačuje tím, že se jedná pouze o proces jediného CHTZ, tedy po karbonitridaci následuje jen ochlazení.
- Tenifer QP: zkratka QP neboli Quench & Polish, česky „kalit a leštit“ značí, že po karbonitridaci a ochlazení následuje mechanické opracování. Teniferovanou součást je možné opracovat jen některými metodami obrábění: lapování plátnem o zrnitosti 360 a jemnějším, leštěním nebo průběžným mikro-opracováním speciálními plastovými disky, leštěním ve vibračních bubnech, otryskáváním skleněnými perlami o velikosti 40 – 70 μm tlakem nižším než 400kPa a otryskáváním kovovými broky menšími než 1 mm.
- Tenifer QPQ: nejpokročilejší varianta dosahující nejvyšší jakosti zpracovaného povrchu, avšak také nejsložitější - sestává z karbonitridace a dvojnásobným ochlazením v oxidační lázni a kaskádě, mezi nimiž je umístěnou mechanické opracování ze zmiňovaných variant v minulém bodě. [5], [6], [7]

4.2) PRACOVNÍ POSTUP

K sycení povrchu součásti dochází v solné lázni, která se skládá ve své podstatě z alkalického kyanatanu a z alkalického uhličitanu. Lázeň je umístěná v nádrži ze zvláštního materiálu, který odolává chemikáliím, s odsávacím zařízením. Aktivní složkou je v případě lázně TF1 alkalický kyanatan, přičemž TF1 je základní lázeň pro všechny 3 varianty teniferace. Reakcí s povrchem zpracovávaného obrobku (obr.4-1) se při karbonitridačním pochodu vytváří alkalický uhličitan, lázeň

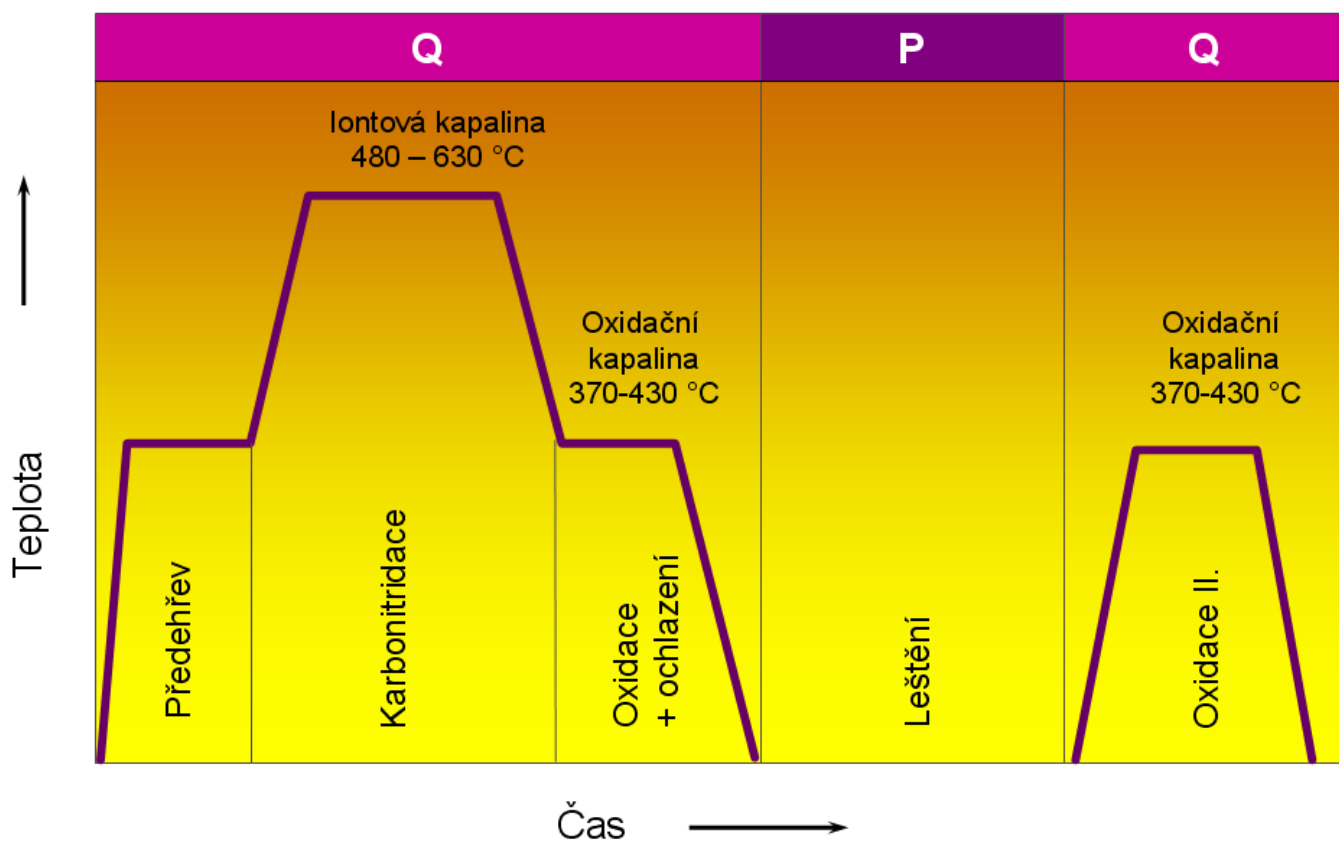
přítom svoje složení mění jen velmi pomalu. Kontinuálním nebo nekontinuálním přidáváním organického regenerátoru se uhličitan, jako reakční produkt, přímo v lázni recykluje zpět do formy aktivního kyanatanu. Nastavování požadovaného složení lázně není spojené se vznikem žádných vyčerpaných solí, proto zde nedochází k žádným objemovým změnám.



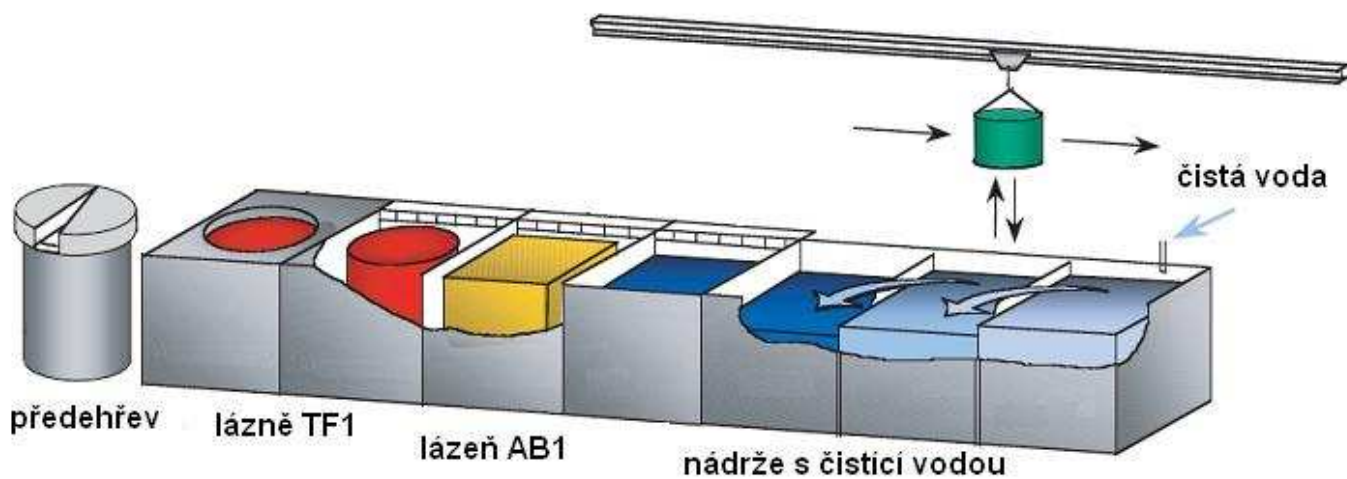
Obr.4-1: Základní reakce v lázni TF1, [7]

Vlastní technologický postup u základní metody Tenifer-Q(obr.4-2):

- Prvně je nutné, aby před vložením do lázně TF1 byly součásti suché. Po krátkém předběžném očištění a po předeřtání na vzduchu na teplotu 350 - 400 °C se obrobky vkládají do solné lázně TF1.
- Vlastní karonitridace probíhá po dobu průměrně 60 - 120 minut v lázni (iontové kapalně) TF1. Teplota zpracování je většinou 580 °C. Ve zvláštních případech je možné používat i nižší nebo vyšší teploty, záleží na materiálu obrobku a požadovaných vlastnostech sycené vrstvy, rozsah těchto teplot je 480 - 630°C. Sůl TF1 se skládá z: CNO- (35-38%), CN- (≤5%), Fe (≤0.02%), přičemž veškerý kyanid se redukuje v regeneračním prostředí REG1.
- Následné ochlazení je možné v různých prostředích: voda, vzduch, dusík, vakuum, olej, avšak nejnepříčtější je oxidační ochlazovací lázeň AB1. Oxidační ochlazování probíhá v teplotním rozsahu mezi 420 až 370 °C. Tato lázeň vedle šetrného ochlazení, které co nejméně ovlivní rozměrové charakteristiky obrobku, poskytuje další výhody - především výrazné zvýšení korozní odolnosti, oxidaci zbytků lázně TF1 na povrchu obrobku na neškodný uhličitan a zlepšení kluzných vlastností povrchu.
- Na závěr následuje ochlazení a očištění vsázky horkou vodou v oplachové kaskádě (obr.4-3).



Obr.4-2: Schéma pracovního postupu TeniferQ/QP/QPQ, [7]



Obr.4-3: Postup výrobku kaskádou, [8]

4.3) NASYCENÁ VRSTVA

Výsledná povrchová vrstva vzniklá v lázni TF1 se dělí na 2 podvrstvy. Vnější spojovací vrstvu (VS), která je zcela na povrchu výrobku a sestává z ϵ -nitridu (FeN), (u legovaných ocelí také jiné nitridy) a difúzní vrstvu (DS), která vyplňuje oblast mezi VS a vlastní strukturou materiálu výrobku. V DS je dusík v atomární formě rozpuštěn v mřížce železa (u nelegovaných ocelí a při pomalém ochlazování také ve formě jehlic nitridů železa).

Struktura a vlastnosti vytvořené povrchové vrstvy nezávisí jen na parametrech zpracování (teplota, obsah kyanatanu a doba zpracování), ale také na použitém základním materiálu a na obsahu legujících prvků. Podle obsahu nitridotvorných legujících prvků v použitém základním materiálu je tvrdost vytvořené vrstvy (měřená v příčném výbrusu) okolo 700 HV u nelegovaných ocelí a asi do 1600 HV u vysokochromových ocelí.

Výraznou charakteristikou celkové karbonitridované vrstvy, vytvářené v solné lázni, je jednofázová vrstva $\epsilon\text{-Fe}_x\text{N}$, s obsahem dusíku 6 až 9 % a obsahem uhlíku 1 až 2 %. V lázni AB1 se na této karbonitridované vrstvě vytváří tenká, ale kompaktní vrstva Fe_3O_4 a současně se oxidem zaplňují póry. Při běžných dobách zpracování (60 – 120 minut) se získává karbonitridovaná vrstva o síle od 10 do 20 μm .

- Spojovací vrstva(VS) (obr.4-4):

- Skládá se ze sloučenin železa, dusíku, uhlíku a kyslíku (obr.4-5). Díky její mikrostruktuře nemá již tato vrstva kovové vlastnosti. Je zvláště odolná proti otěru, zadírání a korozi. Taktéž je odolná proti teplotám, za kterých byla vytvořena. Ve srovnání s karbonitridací v plazmě nebo v plynu může být dosaženo pomocí metody Tenifer vyššího obsahu dusíku ve spojovací vrstvě. Vrstvy s vyšším obsahem dusíku vykazují lepší odolnost proti opotřebení a zvláště proti korozi, než ty, které mají obsah dusíku nižší.

- Při metalografické analýze součástí karbonitridovaných v solné lázni je spojovací vrstva zřetelně odlišitelná od následující difúzní zóny a je slabě leptatelná. Spojovací vrstva je tvořena difúzí atomárního dusíku. Rostoucí obsah dusíku vede k překročení jeho rozpustnosti v povrchové vrstvě, jehož důsledkem je precipitace nitridů a tvorba uzavřené spojovací vrstvy.

- Tloušťka VS klesá s rostoucím obsahem slitinových prvků (obr.4-6), dosažená tvrdost je však poměrně rostoucí k tomuto obsahu slitinových prvků. V závislosti na použitém materiálu, dosahuje spojovací vrstva hodnot tvrdosti dle Vickerse 800 – 1500 HV.

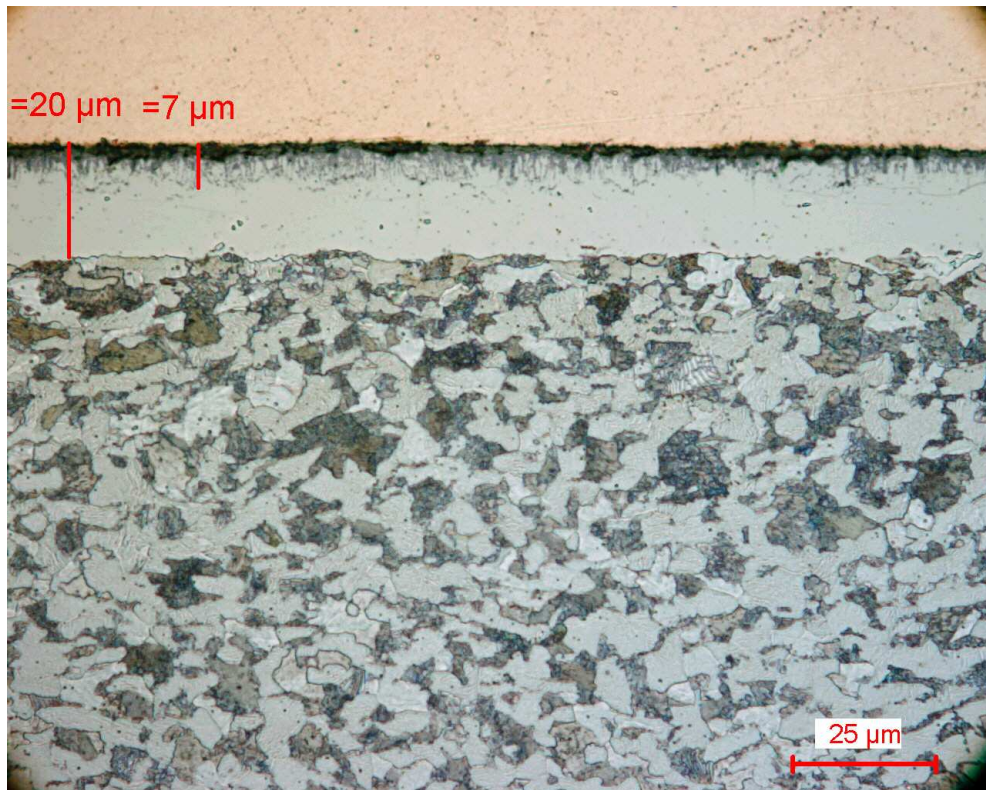
- Difúzní vrstva(DS):

- Do oblasti DS se nadifundovaný dusík dostává v nižších koncentracích. Proto nelze mluvit o vytvoření ohraničené nitridované vrstvy, ale jde o koncentrační spád ve směru od povrchu k jádru součásti.

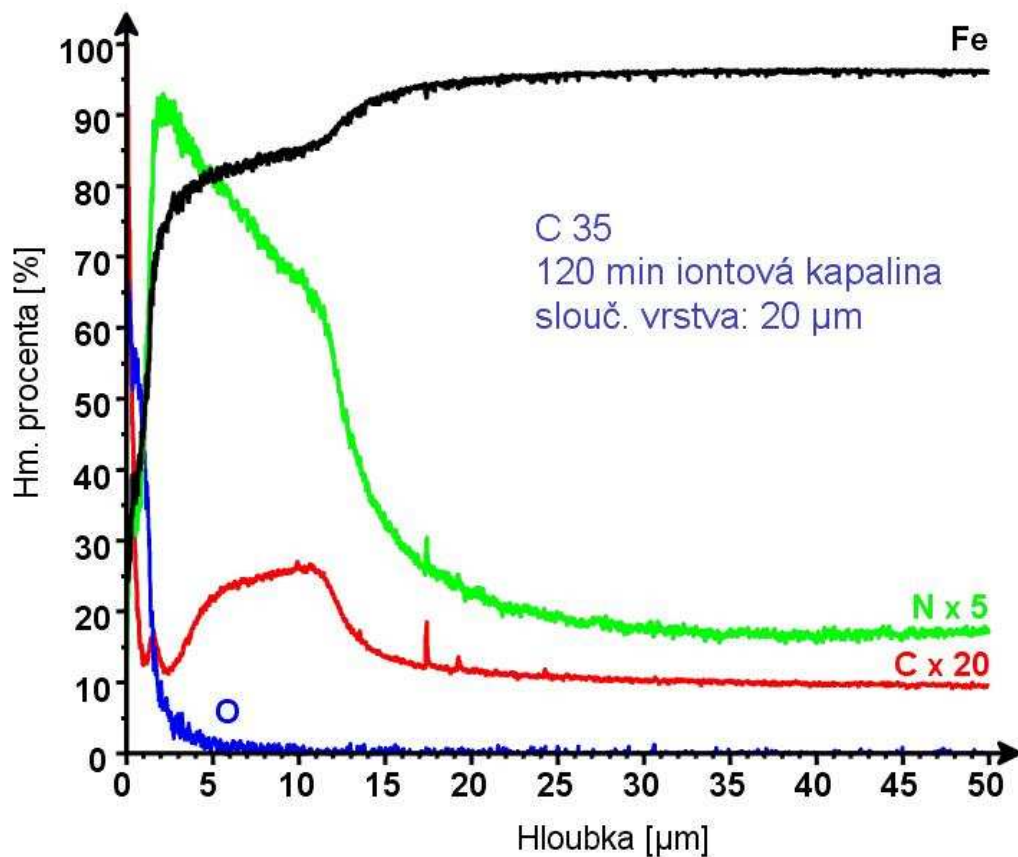
- Hloubka a tvrdost difúzní vrstvy jsou převážně určeny základním materiálem. Čím vyšší je obsah slitinových prvků v oceli, tím nižší je hloubka průniku dusíku při stejné době zpracování (obr.4-7). Na druhé straně se zvyšujícím se obsahem slitinových prvků úměrně roste tvrdost.

- V případě nelegovaných ocelí je krystalická struktura difúzní vrstvy ovlivněna rychlostí ochlazování po karbonitridaci. Při rychlém ochlazení ve vodě zůstane difundovaný dusík v roztoku. Jestliže je ochlazení pomalejší nebo následuje popouštění, může část dusíku precipitovat do jehlic nitridů železa ve vnější oblasti difúzní vrstvy nelegovaných ocelí. Tato precipitace zlepšuje tažnost

karbonitridovaných součástí. Narozdíl od nelegovaných ocelí může část difúzní vrstvy výše legovaných materiálů být lépe rozeznatelná od struktury jádra díky lepší naleptatelnosti. Vlastní průnik dusíku je však také výrazně hlubší než tmavší naleptaná oblast viditelná metalograficky. [5], [6], [8]

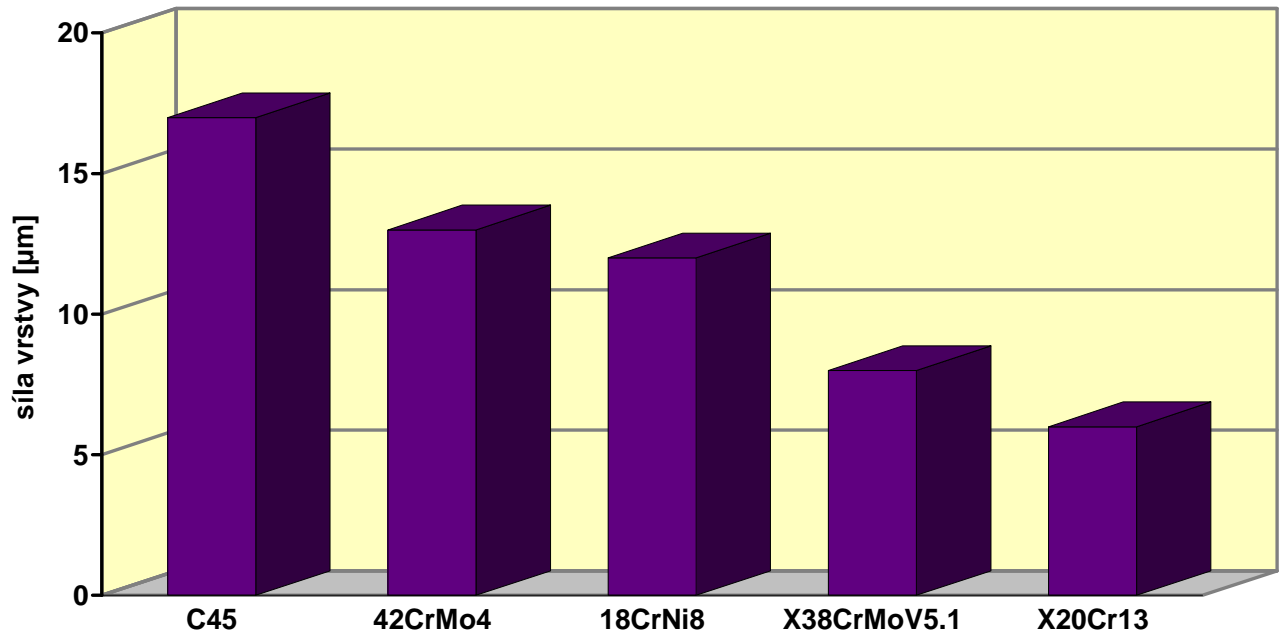


Obr.4-4: Spojovací vrstva s porézní zónou-ocel C35, síla vrstvy 20μm, [7]

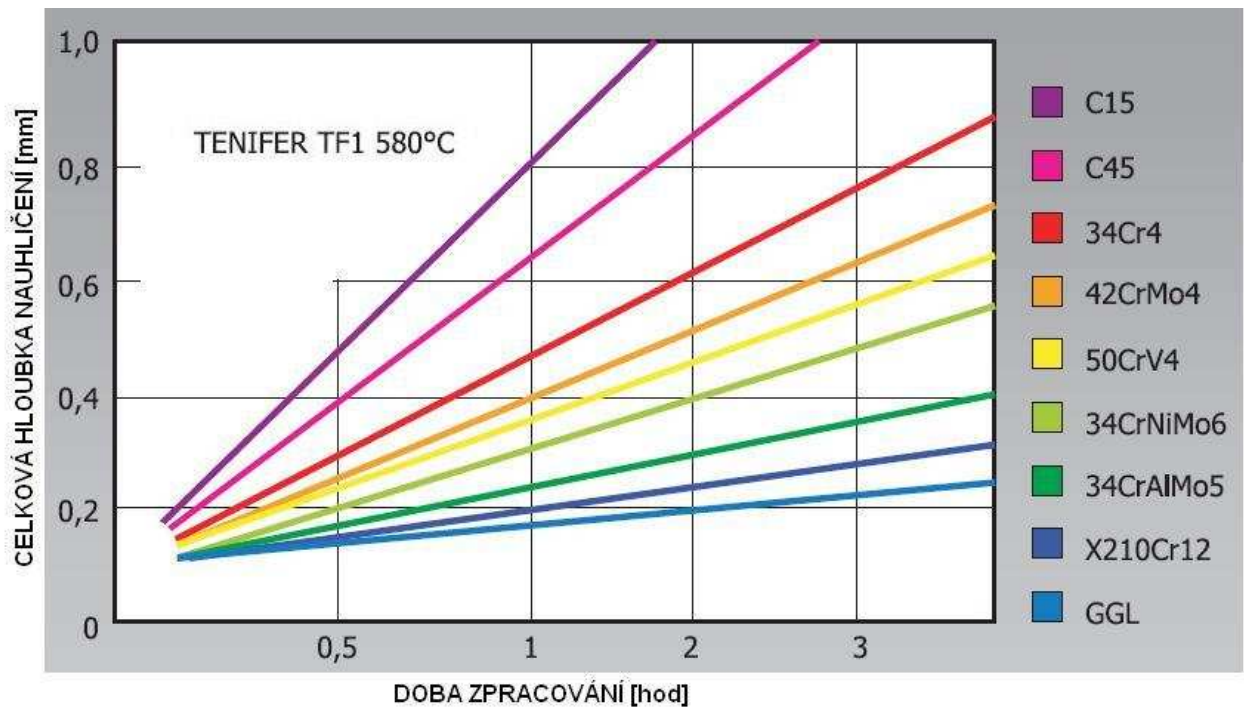


Obr.4-5: Složení spojovací vrstvy-ocel C35, síla vrstvy 20 μ m, [7]

síla spojovací vrstvy pro různé základní materiály



Obr.4-6: Vliv obsahu legujících prvků na sílu spojovací vrstvy, [7]

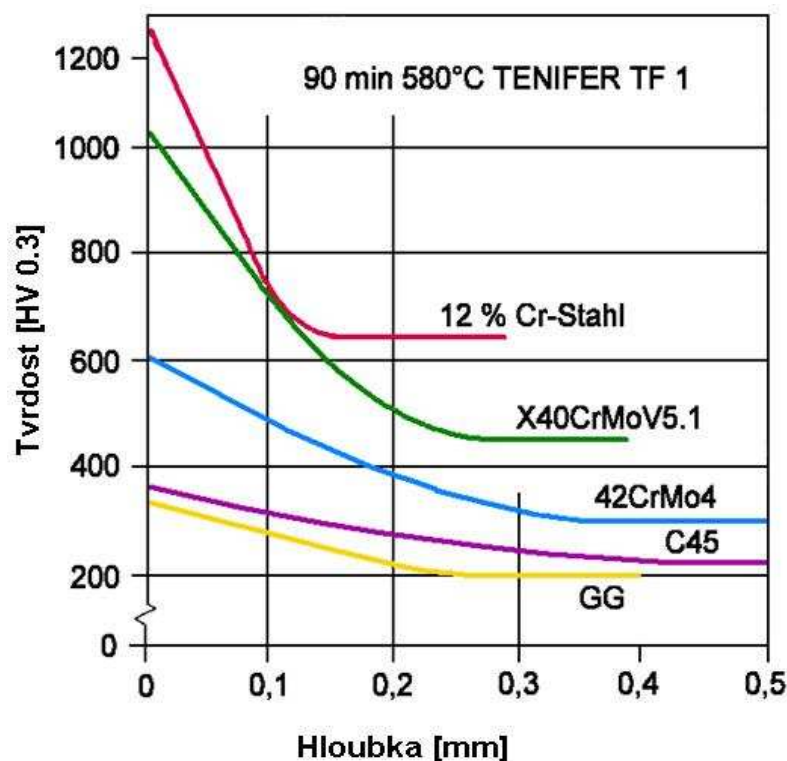


Obr.4-7: Vliv obsahu legujících prvků na celkovou hloubku nauhličení, [9]

4.4) VLASTNOSTI POVRCHU ZPRACOVANÉHO TENIFERACÍ

V této kapitole budou porovnávány vlastnosti výrobků zpracovaných různými metodami CHTZ s vlastnostmi teniferovaných výrobků. Pro tuto potřebu jsou všechny výrobky zpracované teniferací ošetřeny variantou QPQ.

- Tvrdost a pevnost povrchové vrstvy: nejvyšší vliv na tvrdost získanou procesem Tenifer má především složení materiálu. Čím vyšší je obsah nitridotvorných prvků (Cr, Mo, Al, V, Mn, Ti, W), tím vyšší bude následná povrchová tvrdost po karbonitridaci. Průměrné povrchové tvrdosti ocelí karbonitridovaných v solné lázni Tenifer viz obr.4-8.



Obr.4-8: Vliv základního materiálu na dosažitelnou tvrdost, [10]

- Zlepšení korozní odolnosti: významný vliv na vysokou korozní odolnost teniferovaných součástí má oxidace v lázni AB1, kdy se na povrchu a v pórech vnější spojovací vrstvy vytvoří oxidy a nitridy, které nepodléhají korozi a brání jejímu průniku do základního materiálu. Často jsou pro stanovení korozní odolnosti používány zkoušky solnou mlhou podle normy DIN 50 021 a zkouška úplného ponoření podle DIN 50 905/část 4.

V jednoduché zkoušce solnou mlhou jsou dílce vystaveny působení jemné mlhy roztoku soli NaCl o koncentraci 5 % při teplotě 35 °C. Zkouška solnou mlhou v provedení DIN 50 021 byla provedena na pístních tyčkách z materiálu C45. Jedna část byla potažena tvrdým chromem s tloušťkou vrstvy 15 – 20 μm a druhá část vzorků byla karbonitridována 90 minut v solné lázni s výslednou tloušťkou spojovací vrstvy také 15 – 20 μm. V případě karbonitridovaných pístních tyček byly zkoušeny různé varianty tohoto procesu: karbonitridace s oxidačním ochlazením, s následným lapováním nebo bez něj, a také QPQ proces. Po 40 hodinách trvání zkoušky v solné mlze se objevily první korozní skvrny na tyčkách potažených tvrdým chromem. Po 180 hodinách ukazují tyto

tyčky těžké korozní napadení v široké oblasti. Všechny karbonitridované vzorky byly bez známek koroze po čtyřiceti hodinách a dokonce i po ukončení testu (180 hod.) nevykazovaly vzorky zpracované procesem QPQ žádné korozní napadení.

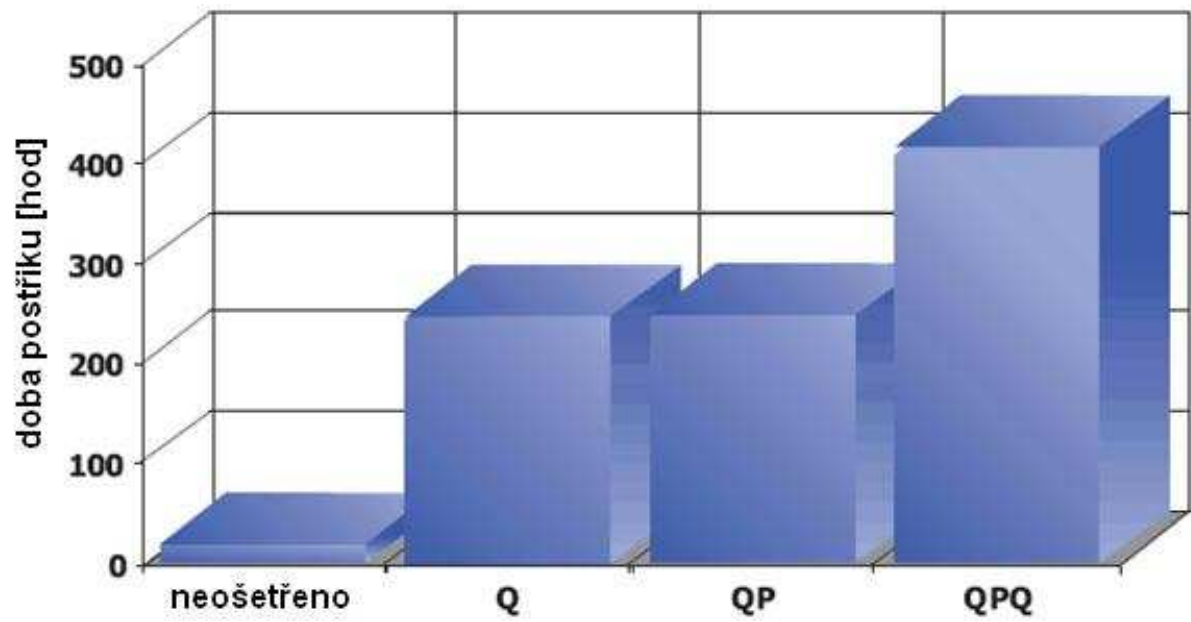
Korozní odolnost byla dále stanovená zkouškou v solné mlze podle DIN 50 021 u vzorků z materiálu C45. Zkouška byla provedena po každém kroku procesu zpracování. V původním stavu se na vzorcích objevila koroze po krátkém čase. Po 90 minutách karbonitridace v solné lázni s oxidačním ochlazováním byla přes 200 hodin. Lapování korozní odolnost vzorků nezměnilo. Po následném oxidačním zpracování v ochlazovací lázni (25 minut, 370 °C), byla dosažena korozní odolnost přes 400 hodin (obr.4-9).

Nejagresivnější korozní test dle DIN 50 021 je CASS zkouška, při které zkušební roztok obsahuje kromě soli ještě kyselinu octovou a chlorid měďnatý a teplota je zvýšena na 50 °C. Obr. 10 ukazuje výsledky získané srovnáním písních tyček zpracovaných procesem TENIFER QPQ, kde spojovací vrstva měla tloušťku 10 – 12 μm a písních tyček potažených tvrdým chromem, kde síla povrchové vrstvy činila 30 – 35 μm. Zkouška byla provedena Institutem materiálových zkoušek v Damrstadt, v Německu, při následujících podmínkách:

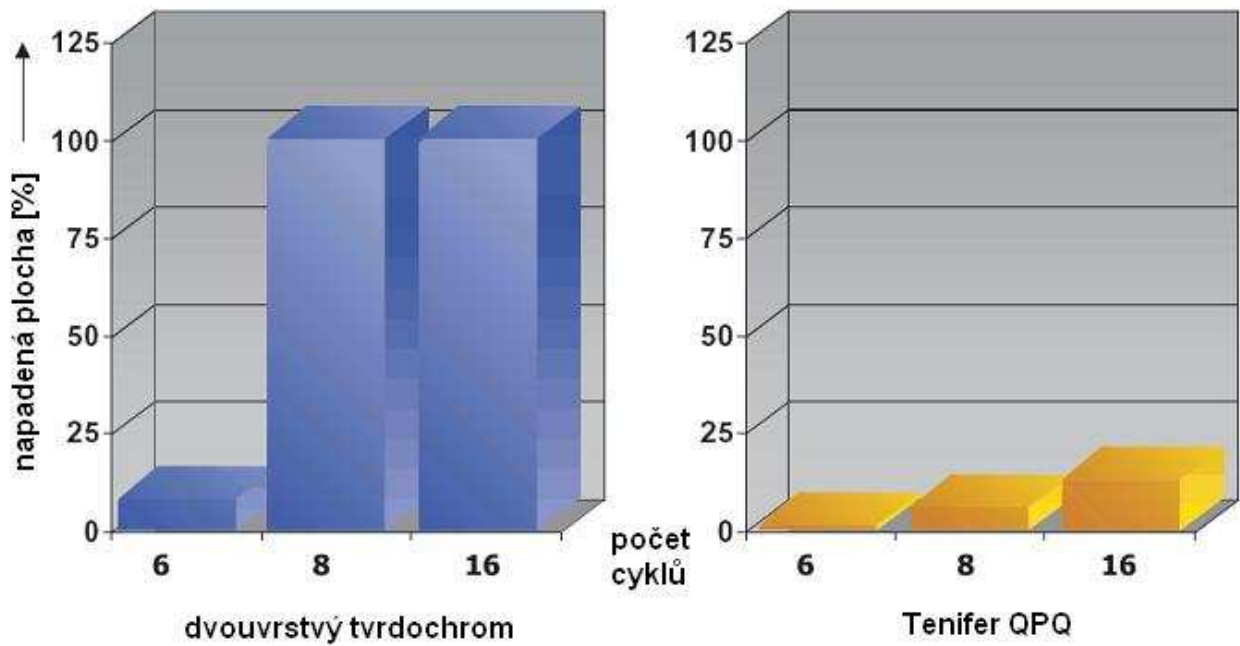
- zkušební roztok 5 % NaCl + 0,26 g CuCl₂/l s pH 3,11 – 3,3,
- teplota 50 °C
- 1 zkušební cyklus = 1 hodina.

Po zpracování metodou Tenifer QPQ je korozní odolnost mnohem vyšší, než při pokovení tvrdým chromem. Po 16 hodinách byla u dílců zpracovaných procesem QPQ korozní napadení pouze 10 % exponované plochy (obr.4-10).

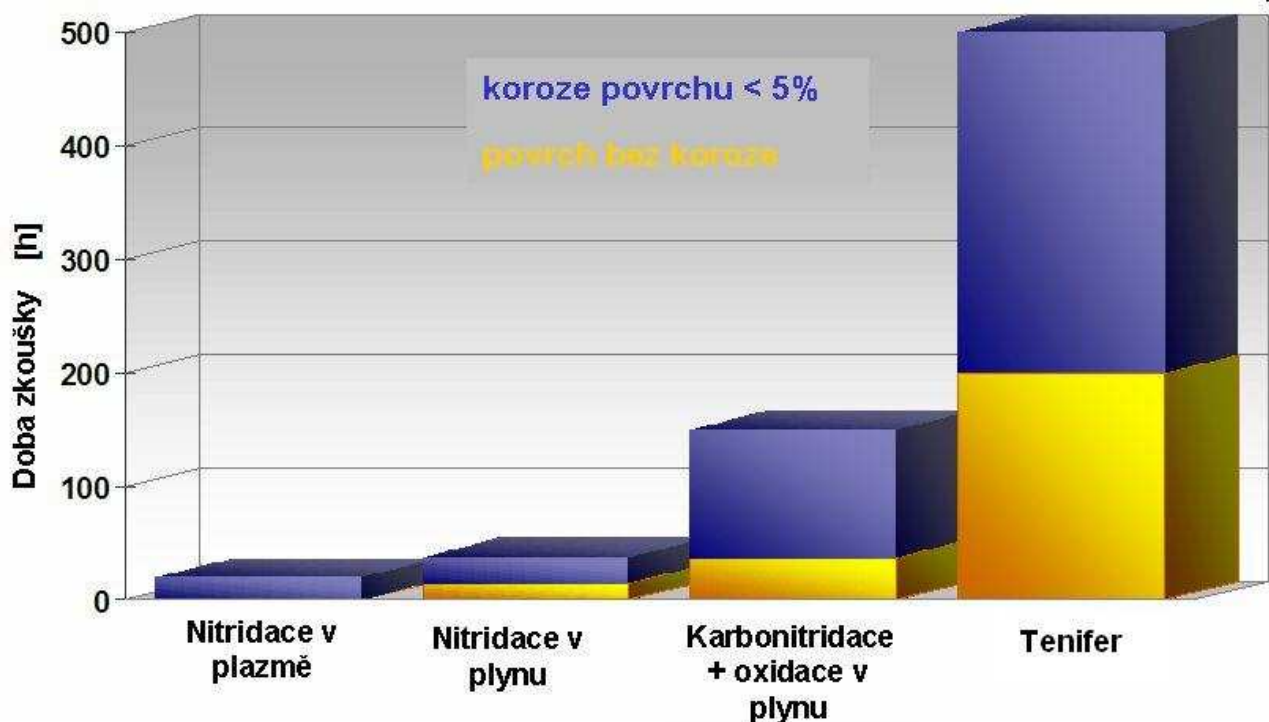
Pro ponořovací test (DIN 50 905 / část 4) se jako korozní medium používá 3 % roztok běžné soli a 1 % roztok peroxidu vodíku. Před ponořením do roztoku jsou vzorky odmaštěny. Ponořovacím testu trvajícím 2 týdny a prováděném ve shodě s normou byly vystaveny vzorky z materiálu C45 s různými druhy povrchových úprav (obr.4-11). Hodnotí se průměrná dvacetičtyřhodinová ztráta hmotnosti na m². S hodnotou 0,34 g/m² dosahují vzorky ošetřené metodou QPQ mnohem lepších výsledků než vzorky ostatních galvanických nebo chemických způsobů zpracování. V případě tvrdého chromu o tloušťce 12 μm a dokonce dvojité vrstvy měkkého a tvrdého chromu o tloušťce 45 μm byla ztráta hmotnosti okolo 7 g/m². Niklová vrstva o tloušťce 20 μm ve vytvrzeném stavu vykazovala průměrnou denní ztrátu hmotnosti 2,9 g/m². Pouze vzorky, které byly pokoveny triplexovou vrstvou skládající se ze 37 μm mědi, 45 μm niklu a 1,3 μm chromu jsou srovnatelné se vzorky karbonitridovanými v solné lázni metodou Tenifer QPQ s hodnotou hmotnostní ztráty 0,45 g/m².



Obr.4-9: Test dle DIN 50021 na vzorcích z materiálu C45, [8]

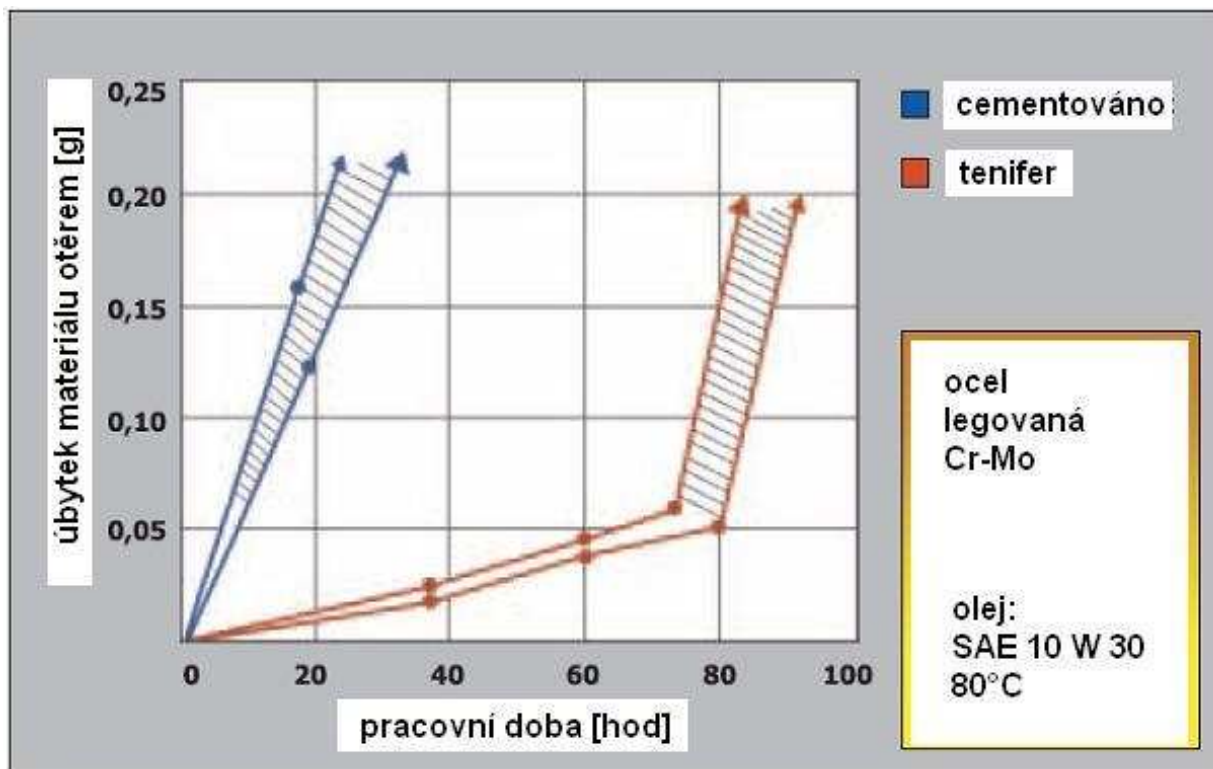


Obr.4-10: Test dle DIN50021 CASS, [8]



Obr.4-11: Test dle DIN 50905-4 na vzorcích zpracovaných karbonitridací v různých prostředích, [8]

- Zvýšení otěruvzdornosti: díky intermetalickému složení spojovací vrstvy je sníženo tření a tendence k navařování s kovovým protikusem. Výtečné kluzné a provozní vlastnosti a vyšší otěruvzdornost jsou velmi známými výhodami součástí, které jsou zpracovány teniferací. Otěrové testy a praktická aplikace opakovaně potvrdily vyšší otěruvzdornost karbonitridovaných součástí oproti tradičním nebo indukčně kaleným povrchům nebo povrchům potažených tvrdým chromem. V mnoha případech je otěruvzdornost spojovací vrstvy dále zlepšena následným oxidačním zpracováním. Například komponenty jako převodové hřídele, měřicí trny nebo hydraulické prvky mají po zpracování teniferací delší životnost, než po pokovení tvrdým chromem. Často se hovoří o otěruvzdornosti difúzní vrstvy. Srovnání otěrových vlastností vahadla zpracovaného dvěma různými chemicko-tepelnými úpravami je znázorněno na obr.4-12, z pohledu opotřebení provozní plochy vahadla, které se pohybovalo proti vačkové hřídeli z tvrzené litiny karbonitridované v solné lázni. Ačkoli povrchová tvrdost cementovaného vahadla byla nepatrně snížena karbonitridací, velké zlepšení otěruvzdornosti o přibližně 80 pracovních hodin, dosažené díky přítomnosti spojovací vrstvy, je jasně viditelné. Po 70 – 80 hodinách je opotřebení profilu rovnoměrné s vahadlem, které je pouze cementované a odpovídá ochraně, kterou poskytuje difúzní vrstva. Náhlé zvýšení opotřebení po opotřebení spojovací vrstvy nebylo pozorováno. Tato zkouška ukázala, že vysoká povrchová tvrdost neznamená automaticky i vysokou otěruvzdornost. Jak ohodnotit materiál nebo sruženou dvojici materiálů záleží tedy vždy na způsobu mechanického opotřebení. Dochází-li k vzájemnému opotřebení dvou karbonitridovaných součástí, pak zvláště při adhézním opotřebení vykazují velmi dobrou odolnost. Jejich sklon k navařování je mnohem menší než u součástí s jinými typy povrchových vrstev.

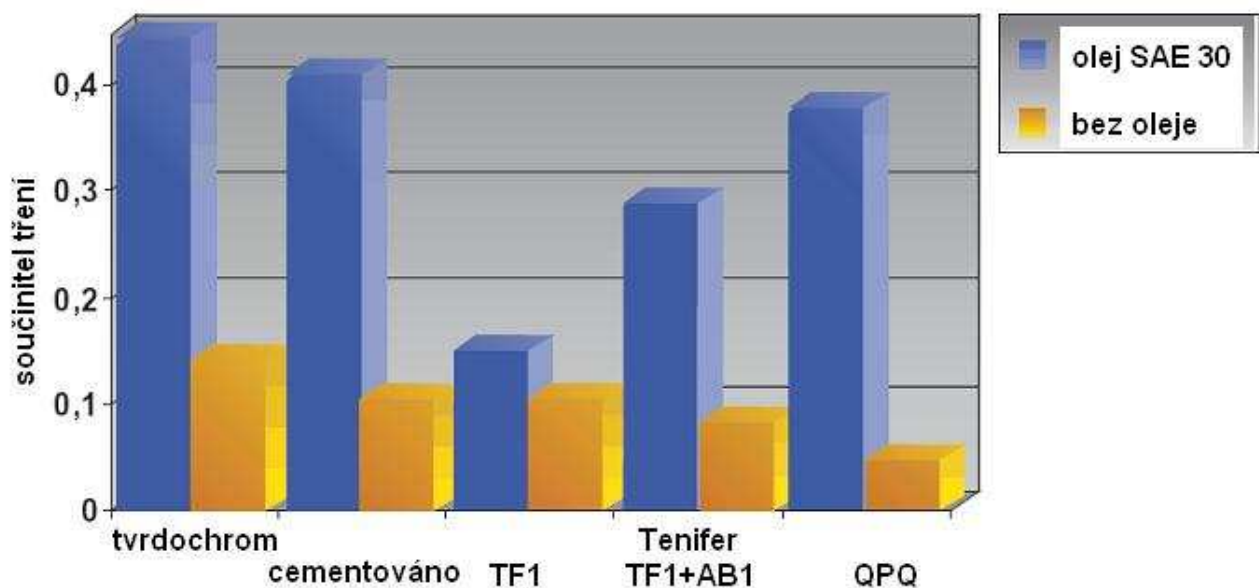


Obr.4-12: Porovnání opotřebení vahadla otěrem, [8]

Další názornou ukázkou je zkouška podle Niemana-Rettiga, tzv. zkouška odírání při limitním zatížení na ozubených kolech. Data byla získána postupným zvyšováním kroutícího momentu na bok zubu, dokud nedošlo k zavaření. Prokázalo se, že teniferace zvýšila mezní zatížení testovaných materiálů 2 – 5 krát.

Zajímavým faktorem, který charakterizuje otěruvzdornost a provozní vlastnosti je součinitel tření vnější povrchové vrstvy. Reakce, ke kterým dochází mezi styčnými plochami při smyku nebo kluzu nejsou určovány tak mnoho absolutní tvrdostí obou materiálů, jako spíše složením mikrostruktury, povrchovou geometrií a použitým mazivem. K určení součinitele tření byly použity zkoušky prováděné na Amslerově přístroji. Během zkoušky byl jeden disk fixován a proti němu běžel druhý disk s oběhovou rychlostí 200 ot./min. Oba kotouče byly zpracovány stejným způsobem. Abychom se vyhnuli adhesivnímu opotřebení, byla zvolena zátěž v rozmezí 5–30 N. V tomto rozmezí zůstával součinitel tření konstantní, ale při vyšším zatížení se úměrně zvyšoval. Přehled o hodnotách součinitele tření různých dvojic disků, zpracovaných různým způsobem, při zkouškách v suchém stavu a s mazivem (olej, typ SAE 30) uvádí obr.4-13. Drsnost povrchu vrstvy tvrdého chromu, cementované vrstvy a karbonitridované vrstvy získané metodou Tenifer Q byla okolo 4 μm . Pouze u vzorku, který byl zpracován procesem Tenifer QPQ byla drsnost povrchu snížena leštěním na 1 μm . Při zkoušce měly karbonitridované součásti mnohem nižší součinitel tření než vzorky potažené tvrdým chromem nebo pouze cementované. Ke zvýšení součinitele tření u karbonitridovaných součástí došlo díky povrchové oxidaci spojovací vrstvy.

Při zkouškách s mazivem musíme brát také v úvahu hydrodynamické zatížení nosného filmu. Kromě vzorků zpracovaných metodou QPQ, vykazovaly ostatní vzorky součinitele tření v předpokládané oblasti, díky podobné povrchové drsnosti. Za těchto podmínek měli vzorky zpracované metodou QPQ nejnižší hodnoty součinitele tření.



Obr.4-13: Test na Amslerově přístroji, [8]

- Další možné důsledky teniferace: zvyšuje se tepelná odolnost, dosahované zvýšení tvrdosti v difúzní vrstvě se v případě tepelného namáhání zachovává i při vyšších teplotách. Nářadí vyráběné z materiálu pro práci za tepla docílí při tepelném zatěžování výrazně lepší provozní životnost. Funkční plochy nářadí zůstávají déle lesklé a podstatnou měrou se omezují nánosy kovu. Po stanovené době používání, dříve než tepelné rozrušování karbonitridované vrstvy postoupí příliš daleko, je možné tento nástroj po pečlivém očištění znovu v lázni Tenifer karbonitridovat.

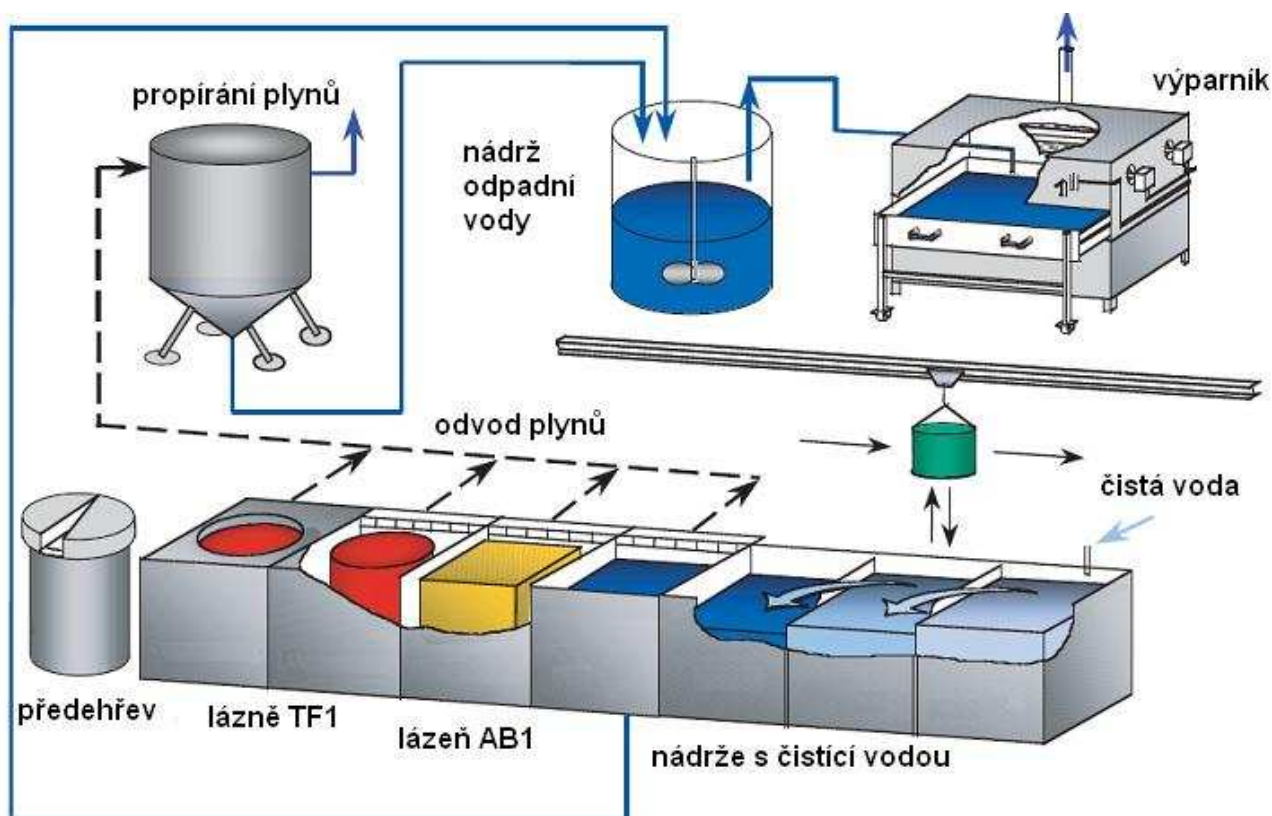
Nasycením difúzní vrstvy dusíkem se zvyšuje mez únavy při střídavém namáhání v ohybu, ale také valivá odolnost obrobků. Na vrubovaných obrobkách z nelegovaných ocelí je možné po 1 až 2 hodiny trvajícím zpracování dosáhnout zvýšení dlouhodobé pevnosti o 100 %. U legovaných ocelí se všeobecně dosahují zvýšení o 30 až 80 %.

Hlavní vlivy na zvýšení pevnosti takto zpracovaných součástí má: obsah dusíku ve spojovací a difúzní vrstvě, síla difúzní vrstvy a u nelegovaných ocelí míra rozpuštění dusíku. V této souvislosti je třeba zdůraznit, že se pevnost při střídavém namáhání u součástí pokovených tvrdým chromem snižuje. Podobná situace nastává při galvanickém pozinkování. Na druhou stranu, karbonitridace vždy mez únavy zvyšuje.

Výsledky zkoušek meze únavy prováděných na vzorcích s vruby z materiálu C45 prokázaly, že zpracováním metodou QPQ došlo k zvýšení meze únavy o 50 %, zatímco u vzorků potažených tvrdým chromem se mez únavy snížila o 20 %. [6], [8]

4.5) EKOLOGIE A ZDRAVOTNÍ HLEDISKO:

Provoz zařízení se solnou lázní je většinou považován za zdoluhavý, neekologický, ba přímo zdravotně nebezpečný pracovní postup. Kyanidová lázeň už svým názvem vzbuzuje obavy, které jsou však de facto neopodstatněné. Je třeba brát zřetel na to, že jak postup Tenifer, tak i potřebné technologické vybavení, jsou vyvíjeny v souladu s respektováním aktuálních požadavků ochrany životního prostředí. Na tomto základě byla lázeň Tenifer TF1 v roce 1985 vyznamenána cenou Océ-van-der-Grinten za ochranu životního prostředí. Protože teniferace vykazuje vysokou ohleduplnost k životnímu prostředí, lze podmínky kladené na ochranu životního prostředí dodržovat bez potíží. Se stupněm poznání životního prostředí a z toho vyvozovaných přísnějších zákonů se současně odvíjí i technika solných lázní a další inovační změny. Největším pokrokem posledních let je omezení objemu vyčerpaných odpadních solí díky využívání regenerátorů a rovněž i omezení objemu odpadních vod. Součásti mohou být zpracovávány jak ručně řízenou linkou, tak linkou řízenou počítačem. Současný typ linky pracuje dnes zcela bez odpadních vod (obr.4-14). Proces je díky tomu charakterizován velmi vysokou šetrností k životnímu prostředí, očemž svědčí porovnání s ostatními metodami karbonitridace v jiných prostředích. [5], [6]



Obr.4-14: Schema technologické linky bez odpadních vod [8]

4.6) OBLASTI APLIKACE METODY V SOUČASNOSTI:

V mnoha ohledech teniferace předčí jiné metody chemickotepelného zpracování, nebo povrchových úprav, z hlediska dosažitelných vlastností takto zpracované součásti. Proto nahrazuje tyto všeobecně známější postupy, především v oblastech, kde je žádána zároveň korozivzdornost, odolnost proti opotřebení a vysoké další mechanické vlastnosti součásti. Podstatnou roli hraje ekonomika a tudíž náklady na toto zpracování. Teniferace umožňuje značně ušetřit již na základním materiálu, je-li žádána vysoká korozní odolnost. V případě ošetření součásti metodou Tenifer je možné nahradit drahé korozivzdorné oceli podstatně levnějšími nelegovanými, nebo nízkolegovanými ocelmi. Byl-li záměr výrobek chránit chromovou vrstvou, v případě teniferace bude výsledná cena taktéž nižší, díky nižším nákladům teniferace oproti chromování, přičemž výsledné vlastnosti jsou u teniferace jednoznačně příznivější, viz příklady v předchozí kapitole. Reprodukovatelnost výsledků je velmi dobrá, díky čemuž se prosazuje tato technologie pro velkosériovou výrobu. Uplatnění v současnosti nachází v masovém měřítku především v oblasti zpracování součástí pro:

- automobilní průmysl
- letecký průmysl
- energetika
- chemický a potravinářský průmysl
- optická, hydraulická a pneumatická zařízení
- konstrukce výrobních strojů
- zbrojní průmysl

Příklady konkrétních výrobků, vyráběných ve velkých sériích a ošetřených karbonitridací jednou z variant metody Tenifer z oblasti automobilového průmyslu:

- pístní tyčky pro pneumatické pružící prvky (obr.4-15), jako například písky zadních dveří u osobních automobilů. Zde je, vzhledem k funkci a pracovnímu prostředí, potřeba především vysoká odolnost proti otěru a korozivzdornost současně.



Obr.4-15: Pístní tyčky, [9]

- čepy řízení osobních automobilů (obr.4-16). Tato součást je vystavena vysokému namáhání a přitom pracuje ve značně agresivním prostředí z hlediska korozní odolnosti. Především v zimním období, kdy je vystavena solícím přípravkům pro údržbu vozovek, musí odolávat vysokému koroznímu napadení. Při zpracování metodou Tenifer jedná se o zvýšení životnosti čepu a jednak k usnadnění jeho výměny, díky udržení lícovaných připojovacích ploch bez koroze.



Obr.4-16: Čepy řízení osobního automobilu, [9]

- vahadlo pro trysky čerpadla dieselového motoru (obr.4-17). Požadována dlouhá životnost, rozměrová přesnost bez ovlivnění nanesenou ochrannou vrstvou, otěruvzdornost a odolnost proti oxidaci při práci za zvýšených teplot.



Obr.4-17: Vahadlo čerpadla dieselového motoru, [9]

- laufrolle pro vstřikovací čerpadla common rail (obr.4-18). Vysoké nároky jsou u tohoto dílu kladeny na dobré třecí vlastnosti, odolnost proti otěru a vysokou životnost při práci za zvýšených teplot. [8], [9]



Obr.4-18: Laufrolle vstřikovacího čerpadla common rail, [9]

5) UPLATNĚNÍ TENIFERACE VE ZBROJNÍM PRŮMYSLU

Následující text se zabývá specifickými požadavky v oblasti výroby ručních palných zbraní a uplatněním karbonitridace v solné lázni metodou Tenifer pro tyto účely.

5.1) SPECIFIKA VÝROBY RUČNÍCH PALNÝCH ZBRANÍ

Z hlediska vývoje ručních palných zbraní jsou největším odběratelem zbrojního průmyslu již odedávna státní bezpečnostní složky, neboli armáda a policie. Zbraně konstruované čistě pro sportovní, či sběratelské účely jsou z hlediska sériové výroby zanedbatelnou položkou. Většina těchto zbraní beztak vychází ze sériových zbraní určených jako nástroj pro ozbrojené složky. Zbrojovky po celém světě tedy vyvíjí zbraně pro potřeby ozbrojených sil a zbraně pro civilní trh jsou povětšinou buďto zcela totožné, nebo pouze lehce upravené, aby odpovídali platným zákonům dané země, z hlediska držení palných zbraní civilními osobami. Pro konstrukci palných zbraní jsou tedy hlavní hnací silou požadavky ozbrojených složek, které na základě výběrových řízení rozhodují o výběru nových služebních zbraní a udávají tak trend ve vývoji těchto zbraní.

5.2) POŽADAVKY KLADENÉ NA SLUŽEBNÍ RUČNÍ PALNÉ ZBRANĚ

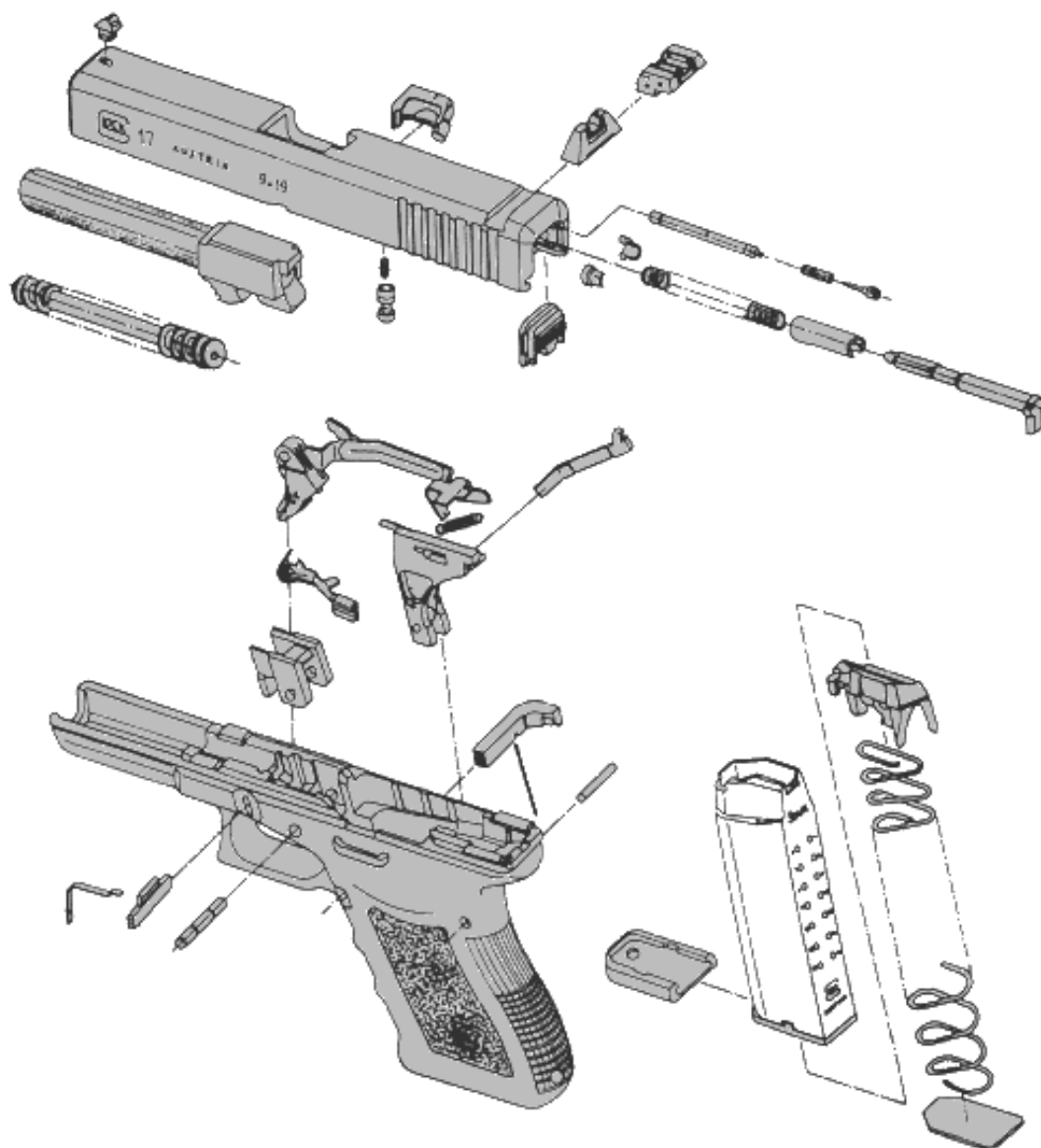
Je třeba pochopit, že palná zbraň je z pohledu ozbrojených sil brána jako pracovní nástroj, který umožňuje jedinci bránit státní zájmy a prosazovat zákony z pozice vyšší síly. Jako každý nástroj i palná zbraň musí splňovat jistá kritéria, aby tuto svoji funkci plnila správně. Nejdůležitější požadavky na služební zbraň jsou:

- spolehlivost a bezpečnost: ikdyž zbraň ve své podstatě má sloužit k působení zranění, je potřeba, aby tyto účinky neměla samovolně a nemohla proto ohrozit bezpečnost jejího držitele, či jiných osob. A to ani v případech, kdy dojde k nehodám, jako je pád zbraně na pevnou podložku, nebo poškození ovládacích prvků vlivem opotřebení. Zbraň proto musí být konstruována tak, aby nebylo možné provést výstřel za jiných podmínek, než cílenou činností jejího držitele.
- přesnost: aby palná zbraň mohla sloužit ke svému účelu, zmiňovaném v předchozím bodě, je potřeba aby byla dostatečně přesná. Tohoto se dá docílit vhodnou konstrukcí, především slícováním a vřemí jednotlivých součástí a technologií výroby těchto součástí.
- ergonomie: držitel zbraně, především jedná-li se o zbraň služební, musí být schopen tuto zbraň ovládat za různých okolností, v různých situacích. Proto je důležitá její koncepce z hlediska intuitivního ovládní a manipulace se zbraní, aniž by to mělo vliv na její spolehlivost a bezpečnost. Důležitá je také její hmotnost, která by měla být, z pohledu držitele, co možná nejnižší. Tohoto lze docílit vhodnou vnější konstrukcí a systémem ovládacích a bezpečnostních prvků.
- životnost: palná zbraň pro účely ozbrojených sil musí mít dlouhou životnost, jak co do počtu výstřelů, tak z hlediska nošení a používání v nepříznivých podmínkách. Jakožto služební nástroj musí vydržet hrubé zacházení v náročných klimatických podmínkách, v prašném a písčitém prostředí a přesto musí stále být spolehlivá a bezpečná pro jejího držitele. Těchto vlastností se opět dá dosáhnout pouze vhodnou konstrukcí a technologickým zpracováním součástí.

5.3) VÝVOJ MODERNÍCH RUČNÍCH PALNÝCH ZBRANÍ A PISTOLE GLOCK

Abyste zbrojovky mohly vyhovět výše zmiňovaným požadavkům, jsou nuceny stále inovovat konstrukci, ale také technologie výroby zbraní. Na poli krátkých ručních palných zbraní, konkrétně pistolí, se před již téměř 30ti lety objevil nováček, který se však velmi rychle prosadil a v současnosti patří k světoznámým výrobcům zbraní, kteří určují moderní trendy na tomto poli. Jedná se o společnost Glock GmbH, pocházející z Rakouska. Tato zbrojovka se poprvé zviditelnila v 80. letech, kdy vyhrála tendr na služební pistoli pro rakouskou armádu. Od té doby jsou pistole Glock rozšířené po celém světě a vysoce ceněné pro svoje kvality nejen u ozbrojených složek. Důvodem, proč jsou tyto zbraně takto úspěšné, jsou nadčasová konstrukce a moderní způsoby, jakými je celá zbraň vyrobena. Oproti svým soupeřům v té době, měly pistole Glock řadu inovací. První z nich byl rám z polymeru, který udělal zbraň lehkou a přitom přispěl k redukci dynamických účinků výstřelu. Dalšími je konstrukce závěru, ovládacích a bezpečnostních prvků, která brání usazování nečistot a zaručuje intuitivní ovládní a spolehlivost, dále hlaveň kovaná v rámci jedné operace s hexagonálním vývrtem a všeobecně jednoduchá koncepce zbraně (obr.5-1), sestávající pouze z 34 součástí včetně zásobníku. To vše jsou faktory, které udělaly tyto palné zbraně oblíbené mezi vojáky, policisty,

sportovními střelci. Pro účel této rešerže je však nejpodstatnější využití technologie Tenifer při zpracování součástí pistolí Glock, přičemž Glock byl první, nebo jednou z prvních zbrojovek, které tuto metodu chemickotepelného zpracování zavedly do výrobního procesu při výrobě palných zbraní. [12]



Obr.5-1: Schema pistole Glock 17, [11]

5.4) TENIFERACE SOUČÁSTÍ PISTOLÍ GLOCK

Pistole Glock jsou proslulé svou odolností, jsou schopné bezpečně a bez poruchy střílet municí i s vysokou laborací po předchozím vystavení písku, ledu, nečistotám všeho druhu a hrubému zacházení všeobecně. Mají vysokou korozní odolnost a životnost i za výše jmenovaných podmínek. O jejich kvalitách svědčí například poskytovaná záruka společnosti Glock, která je co do doby trvání dvojnásobná oproti řadě jiných výrobců. Životnost pistolí Glock je garantována výrobcem na 30.000 výstřelů, nebo 5 let. Ve skutečnosti jsou známy případy, kdy

bylo vystřeleno přes 300.000 výstřelů. Za tyto vlastnosti vděčí pistole Glock i technologii Tenifer.

Při výstřelu z palné zbraně dochází k uvolnění vysokého množství energie, kterou musí zbraň pohltit. Součásti se pohybují a kloužou po sobě vysokými rychlostmi, odolávají rázům a to vše za podmínek, jako je znečištění spaliny hnací složky, pískem, prachem a vodou, jak bylo zmíněno v předchozím odstavci. Aby mohla mít zbraň za těchto podmínek vysokou životnost a spolehlivost, je potřeba, aby všechny díly, které jsou ve vzájemném kontaktu a vzájemně se po sobě pohybují, tvořili dobrou třecí dvojici a přitom měly vysokou pevnost, odolnost proti otěru a také proti korozi. V této aplikaci jsou tedy na výsledné vlastnosti povrchu ošetřeného teniferací kladeny velmi vysoké požadavky. Proto se uplatňuje nejprogresivnější z variant teniferace, metoda Tenifer QPQ. Součásti mají vysokou jakost struktury povrchu, vysokou odolnost proti otěru a korozi, vysokou pevnost a životnost. [12]

6) ZÁVĚR

Teniferace je progresivní metodou chemickotepelného zpracování. Její možnosti ji předurčují k tomu, aby v řadě aplikací nahradila jiné postupy tepelného a chemickotepelného zpracování, povrchových úprav, nebo aby ve spojitosti s méně jakostním základním materiálem nahradila materiály vysokojakostní a snížila tak výrobní náklady. V porovnání s jinými metodami karbonitridace umožňuje kratší zpracovací časy, vyšší hodnoty dosahovaných vlastností a vyšší homogenitu výsledků. Nižší zpracovací teploty také méně ovlivňují rozměry a nezpůsobují taková vnitřní pnutí, jako jiné metody CHTZ. Na druhou stranu je potřeba počítat s černým povrchem součásti, což může být v rozporu s požadavky na design u některých výrobců. Jako nevýhoda může také působit jen omezená možnost následného obrábění.

V oblasti zbrojního průmyslu nachází metoda stále širší uplatnění a v současné době ji využívá již řada jak menších tak i velkých, světových zbrojovek, které kralují tomuto průmyslovému odvětví. Pracuje se zde především s různě vysoce legovanými ocelmi, které jsou pro použití teniferace většinou velmi vhodné, protože podporují její účinky. Jako žádná metoda, ani teniferace nevyklučuje chyby a tak může dojít k problémům, jako se stalo u jedné ze starších sérií pistolí Glock, kde docházelo k vydírání vývrtů hlavně vlivem zkřehnutí po teniferaci. Je-li však výrobní proces teniferace dobře řízen, k takovýmto problémům nedochází a jedná se poté čistě o selhání obsluhy technologie a tedy lidského faktoru.

7) POUŽITÉ ZDROJE A LITERATURA

- [1] KŘÍŽ, ANTONÍN: Chemicko – tepelné zpracování – přednáška SMA
- [2] PTÁČEK, LUDĚK a kolektiv: Nauka o materiálu II, Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno, 2002, ISBN 80-7204-248-3
- [3] KRAUS, V.: Opakování z nauky o materiálu, interaktivní texty pro předmět Tepelné zpracování a slinování, Katedra materiálů a strojírenské metalurgie, Fakulta strojní Západočeská univerzita v Plzni
URL: <http://tzs.kmm.zcu.cz/chemtep.pdf>
- [4] KRAUS, V.: Chemicko-tepelné zpracování, interaktivní texty pro předmět Tepelné zpracování a slinování, Katedra materiálů a strojírenské metalurgie, Fakulta strojní Západočeská univerzita v Plzni
URL: <http://tzs.kmm.zcu.cz/tepel3.pdf>
- [5] BOSSLET, J.: Grundlagen und Anwendung des Salzbadnitrocarburierens, Durferrit GmbH, Mannheim
- [6] GERSTENBERGER, J., BOSSLET, J.: Karbonitridace metodou Tenifer QPQ - vytvoření povrchové vrstvy s lepší odolností proti opotřebení a korozi, EXPROHEF-CZ s.r.o., Praha, Durferrit GmbH, Mannheim
- [7] CLIN-Controlled Liquid Ionic Nitriding, řízená nitridace v iontové kapalině, prezentace, H.E.F. Groupe
- [8] BOSSLET, J., Michael Kreutz: Tufftride-QPQ-process, technical information, Durferrit GmbH, Mannheim
- [9] Nitrocarburieren in Salzschnmelzen, prezentace T.A. Esslingen, 2005
- [10] Basics – Tufftride, prezentace Durferrit GmbH, Mannheim
- [11] Internetové stránky a věnované palným zbraním
URL: <http://www.your-gun.com>
- [12] Internetové stránky a fórum věnované pistolím Glock
URL: <http://www.mujglock.com>