

## Prášková cementace



### 1. Všeobecně k pevným cementačním prostředkům

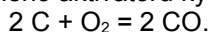
#### Složení

Běžné cementační prostředky se skládají z:

- uhlík - většinou dřevěného uhlí
- aktivátoru - většinou karbonátu zásad nebo zemních zásad
- plnidla - hnědouhelného koksu, plynového koksu a.j.
- pojidla.

#### Účinek

Při zahřátí nad 800°C se vytvoří z uhlovodíku cementačního prostředku, z jím absorbovaného vzdušného kyslíku, ze vzduchu nacházejícího se mezi zrny cementačního prostředku a z části také z přidaného aktivátoru kyslíčník uhelnatý podle vzorečku



Účinek aktivátoru, který posiluje cementační účinek, ještě stále není zcela vyjasněn. Podle našich výzkumů hraje největší roli alkalický nebo zemní alkalický kov, který je obsažen v aktivátoru. CO vyvinutý cementačním prostředkem, odevzdává oceli uhlík podle vzorečku  $2 CO + 3 Fe = Fe_3C + CO_2$

CO<sub>2</sub> vytvářený touto reakcí, je cementačním prostředkem opět regenerován na oxid uhelnatý  $2 CO + C = 2 CO$ , čímž začíná koloběh opět od začátku.

Cementace postupuje tedy přes plynovou fázi a ne přímým stykem s cementačním prostředkem. Dále je důležité vědět, že se CO vyvíjí v dostatečné míře teprve při teplotách nad asi 800°C, při nižších teplotách se spíše vytváří CO<sub>2</sub>. Proto také působí při teplotách pod 700°C všechny použité pevné a plynné prostředky směrem k oduhličení a toto vede k měkkému povrchu součástí, jestliže po cementaci proběhne příliš pomalu teplotní rozsah mezi 800 a 650°C (obr. 3)

#### Cementační stupeň

Pevné cementační prostředky se chovají, co se týká okrajového obsahu uhlovodíků, zásadně jinak než solné lázně. U solných lázní dojde k cementaci pouze po určitou mezní hodnotu, a to také na jemných zubech, ostrých rozích a hranách. Tento obsah uhlovodíků je možné udržovat u solných lázní v dostatečně užších hranicích.

U pevných cementačních prostředků obsah uhlíku okrajové zóny závisí na množství dodaného CO a na tom, kolik dodaného CO proniklo dovnitř do oceli. Proto bývají u pevných cementačních prostředků zcela nutně všechny ostré hrany a rohy a také tenké průřezy silněji karbonizovány než na ostatních místech součástí.

Pro tvrdost minimálně 60 RC postačuje u nelegovaných ocelí již obsah uhlíku 0,5 %, u legovaných ocelí dokonce ještě méně. Použitá vrstva s obsahem okrajového uhlíku 0,5 % potom ale není únosná, je méně stálá a nemůže se také dobrušovat, aniž by příliš nepřípustně neklesla tvrdost.

Z tohoto důvodu je potřebné na povrchu součástí dosáhnout přibližně o eutektoidní obsah uhlíku dané oceli. (u nelegovaných ocelí přibližně 0,9 % C, u legovaných o trochu níže).

Obsah uhlíku však nemá být podstatně vyšší než jsou uvedené hodnoty, protože může jinak dojít ve škodlivé míře k vyloučení karbidů.

Značný vliv na formu vytváření karbidů má rychlost ochlazování po cementaci.

## Vlastnosti běžných cementačních prášků

Postup vlastní cementace podstatně nezmění cementační prostředek. Jistá část uhlíku je vyhoří a podíl aktivátoru je odpovídajícím způsobem zvýšen. Podle okolností se může i část aktivátoru vypařit. Skutečnost ale, že jsou doposud běžné cementační prášky smíchány z různých látek, podmiňuje charakteristické vlastnosti těchto prostředků, na základě kterých je možné zpochybnit několikrát použití.

Dřevěné uhlí, které je důležité pro tvorbu a zpětnou tvorbu cementačního plynu, má nepatrnou pevnost a rozpadne se. Částečný rozpad cementačního prostředku vede k obrovskému vytváření prachu. nejen že je tento prach velmi nepříjemný pro pracovníky kalírny, ale snižuje také cirkulaci plynu uvnitř cementačního prostředku a oslabuje tak jeho cementační účinek. Jestliže se nyní pokusíme prach odstranit přesátím, aby bylo možno dále použít zbytek cementačního prostředku, potom většinou odstraníme i aktivátor, čímž se nekontrolovatelným způsobem změní účinek cementace.

Tyto cementační prášky ze směsi různých součástí se mohou - např. při transportu - částečně rozložit na jednotlivé složky; uhlí a aktivátor potom nejsou v cementačním prostředku rozloženy rovnoměrně.

Těžkosti může přivodit podle okolností také síra obsažená v plnidle, neboť těkavá síra ničí topné spirály i cementační krabice.

Konečně je nutné považovat za velmi rušivé to, že cementační směsi prášků mohou ještě obsahovat těkavé součásti, které při zahřátí krabic nepříjemně zatěžují zápachem a také způsobují na obrobci k dehtové nečistoty, které se musí odstraňovat velmi nákladným dodatečným čištěním - pískovým otryskáváním apod.

Uvedené negativní vlastnosti pevných cementačních prostředků, které se doposud jevily jako nepřekonatelné, jsou v cementačním granulátu DURFERRIT překonány.

## 2. Cementační granuláty DURFERRIT

### Základ

Základní myšlenkou při vývoji cementačního granulátu DURFERRIT bylo spojit uhlík a aktivátor tak, aby se nemohly rozpustit a uvést je do takové formy, která má při velké pórovitosti stále ještě vysokou pevnost.

### Výroba

Cementační granulát DURFERRIT se smíchá bez jakýchkoliv plnidel s obzvlášť vybraným dřevěným uhlím a aktivátorem a pojidlem, pod velmi silným tlakem se stlačí a potom se při vysoké teplotě provede nízkoteplotní cementace. Výsledkem jsou malá válečkovitá jádra o velké pevnosti a vysokém odporu proti otěru.

### Složení

Již shora bylo popsáno, že u pevných cementačních prostředků s jedním jediným produktem není možné splnit všechna provozní přání. DURFERRIT cementační granulát se proto dodává ve dvou druzích, které se liší svým obsahem aktivátoru a tím výší obsahu uhlíku obsaženého v okrajové zóně použité oceli.

DURFERRIT – cementační granulát 6, jemně karbonizovaný

DURFERRIT – cementační granulát 30, silně karbonizovaný.

### Forma dodávky

Jednotlivá zrna cementačního granulátu mají u granulátu 6 průměr od 3 až 3,5 mm a u granulátu 30 od 4 do 5mm. Forma a velikost zrna odpovídají ideálním způsobem požadavkům praktického provozu, protože umožňují pouze při bodovém dotyku součásti bezvadnou cirkulaci cementačního plynu v krabici. Také tenké trubky nebo úzká vyvrtání karbonizují při správné poloze teplotním prouděním plynu lépe a rovnoměrněji, než kdyby byly ucpány cementačními prostředky s příliš jemnými zrny.

### Vlastnosti

DURFERRIT – cementační granulát je plně homogenní produkt. Aktivátor je rovnoměrně rozdělen v jednotlivých zrnech a nemůže se od uhlí oddělit ani při dopravě, ani při použití. Tím je vyloučena nerovnoměrnost a jakékoliv oddělení jednotlivých částí.

V důsledku předchozí nízkoteplotní cementace při vysoké teplotě již neobsahuje DURFERRIT cementační granulát žádné snadno těkavé součásti a dehtové substance. Proto nevzniká při zahřívání krabice žádný zápach a na povrchu cementační látky se netvoří žádné srážky. Části jsou po cementaci v dobře uzavřených krabicích zcela stříbřitě lesklé.

V důsledku použití čistého dřevěného uhlí leží u cementačního granulátu obsah těkavé síry pod 0,1 %. Z toho vyplývá, že zde nedochází k negativnímu působení na topné spirály a krabice z legované oceli.

Vznik prachu je v důsledku vysoké tvrdosti jednotlivých zrn jak u čerstvého tak i u několikanásobně použitého granulátu naprosto nevýznamný. Granulát tedy není nutné před novým použitím prosívat, jestliže se jedná o použití v menším rozsahu.

DURFERRIT- cementační granulát neobsahuje téměř žádné součásti, které by nebylo možné spálit. Jistému propalu proto není možné předejít. Tento je, ale možné pozorovat pouze při prvním použití a činí asi 20 %. Při dalším použití je ztráta velmi malá a činí pouze několik málo procent.

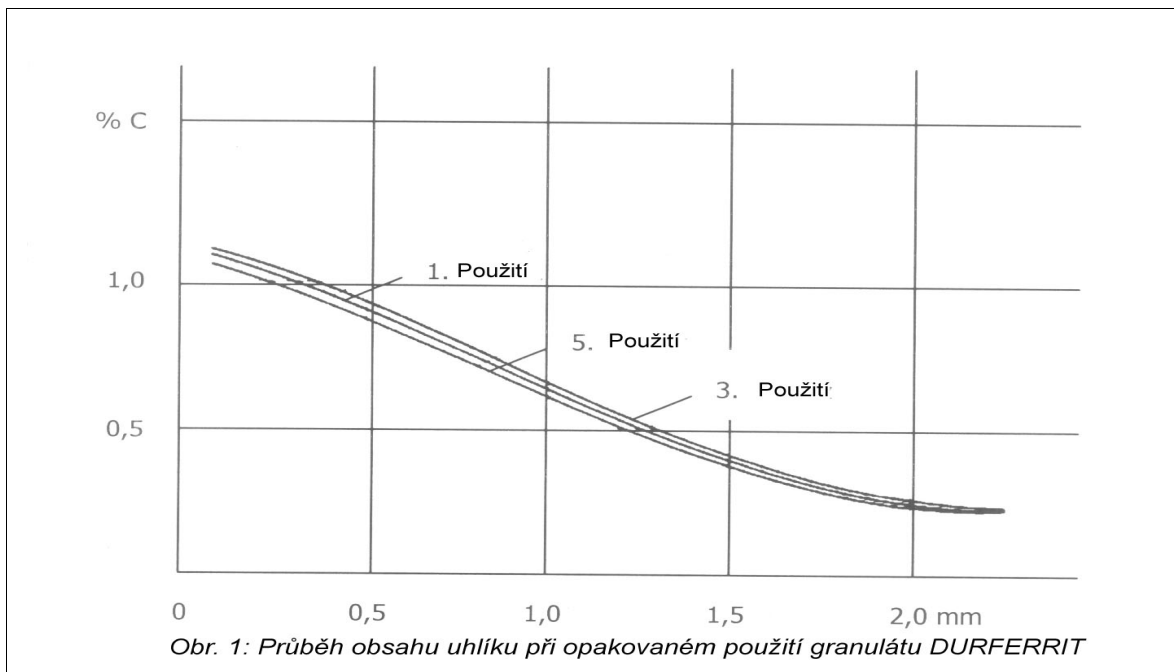
I přes svoji tvrdost je DURFERRIT – cementační granulát velmi aktivním cementačním prostředkem. Jeden kilogram granulátu má účinný „vnitřní povrch“ asi 5.000 m<sup>2</sup>.

Z toho vyplývá, že je možné produkt používat opakovaně, aniž by se snížil jeho cementační účinek. Jestliže do použitého granulátu přidáme po každém použití asi 10 % čerstvého granulátu, potom je možné ho používat dlouhodobě (obr. 1).

Z toho vyplývají podstatně menší koloběh cementačních prostředků v provozu, nižší náklady na skladování a zasilání, menší bunkry a obdobné výhody, které mají pro provoz velký význam.

Křivky ve obr. 3 zobrazují obsah uhlíku v zóně použití oceli 20 MnCr (EC 100), jejíž cementace se provádí DURFERRIT – cementačním granulátem 6.

Cementace byla provedena při 900°C a vícekrát zopakována, aniž by se přidal čerstvý granulát. Také z mnoha jiných pokusů vyplynulo, že se za stejných podmínek a při použití stejné oceli a stejné cementační teploty prakticky kryjí křivky docílených obsahů uhlíků.



### 3. Předpis pro použití cementačního granulátu Durferrit

#### Volba granulátu

Které druhy granulátu se použijí závisí na požadované hloubce cementace, na požadovaném stupni cementace (na max. obsahu uhlíku v okrajové zóně použité oceli) a na legování oceli. Jestliže zohledníme to, že obsah uhlíku ve vnější vrstvě stoupá z dobou cementace a že se ocel legovaná chromem z důvodu odlučování karbidů, ocel legovaná chromniklem z důvodu tvorby zbytkového austenitu nesmí tak vysoce cementovat jako nelegovaná ocel, potom z toho vyplývá následující:

**Cementační granulát 6 se používá** u legovaných ocelí pro hloubky cementace více než 0,6 mm, u součástí s ostrými rohy a hranami již také pro menší hloubky cementace. U nelegovaných ocelí se používá granulát 6 pouze tehdy, jestliže činí hloubka cementace více než 2 mm, u součástí se šikmými hranami již od hloubky cementace 0,6 mm.

**Granulát 30 se používá** u nelegovaných ocelí pro hloubky cementace méně než 2,0 mm, u součástí se šikmými hranami pod 0,6 mm, dále u legovaných ocelí pro hloubku cementace méně než 0,6 mm, jestliže mají součásti hladkou plochu.

**V následující tabulce jsou tyto všeobecné směrnice ještě jednou shrnuty:**

Ocel	nelegovaná, legovaná do				legovaná nad			
	Cr 3% a Ni 6% hladký		Ni 6% hranatý		Cr 3% a Ni 6% hladký		Ni 6% hranatý	
Tvar součásti	<2,0	>2,0	<0,6	>0,6	<0,6	>0,6	<0,6	>0,6
Hloubka nasazení	<2,0	>2,0	<0,6	>0,6	<0,6	>0,6	<0,6	>0,6
Druh granulátu	30	6	30	6	30	6	6	6

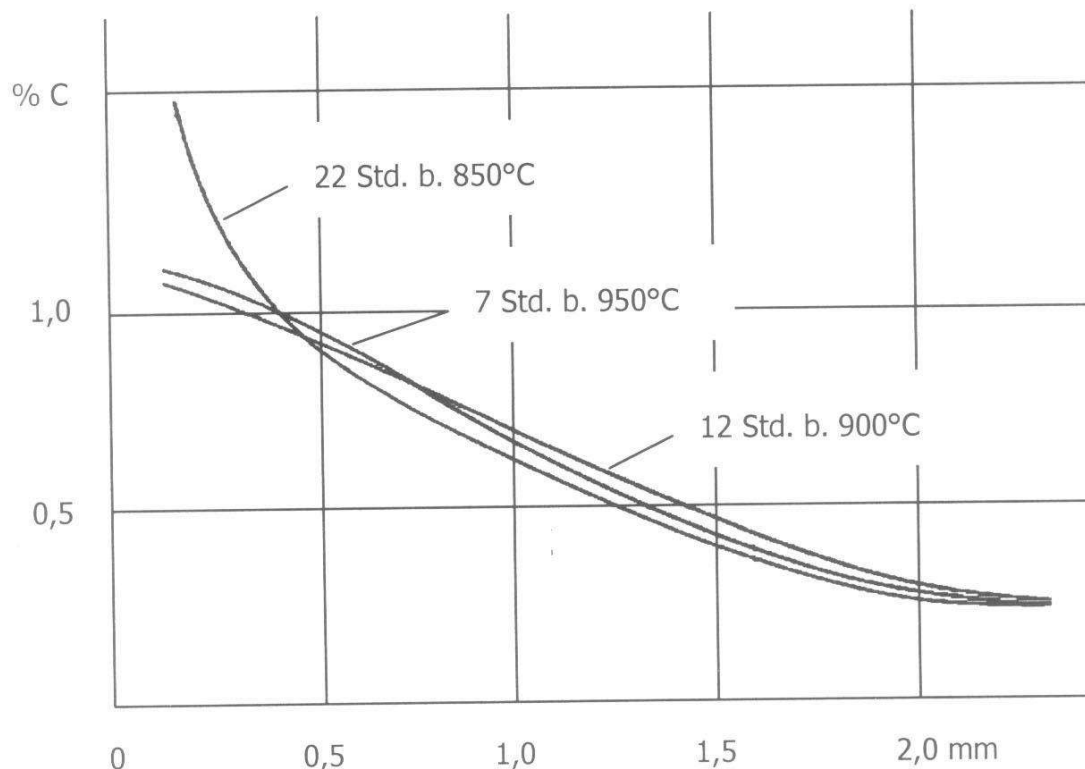
#### Teplota cementace

Jako teplotu cementace všeobecně doporučujeme teploty nad 900°C. Horní hranice je vlastně dána pouze možnostmi pece a krabice. Při vyšších teplotách cementace se nejen zkrátí doba cementace, ale také se sníží okrajová oxidace. Dále je omylem se domnívat, že u nižších teplot cementace nedochází tak snadno k přecementování. Pomalá difúze uhlíku v oceli vede naopak u nižších teplot ke strmějším cementačním křivkám a tak k vyššímu obsahu uhlíku v okrajové zóně (obr. 2)

#### Doba cementace

Doba cementace pro určitou hloubku použití závisí ve velké míře na stavebním provedení a na výkonu pece, velikosti krabice a druhu oceli. DUFERRIT-cementační granulát se v tomto zásadě neliší od smíchaných cementačních prášků, ovšem vyšší váha náplně krabice a lepší cirkulace plynu vede ke zkrácení doby zahřívání a tím celkové doby cementace. Druh použité oceli má velký vliv na docílenou hloubku cementace. U ocelí se stejným normovým označením je možné zjistit opakovaně za naprosto stejných provozních podmínek a nezávisle na druhu cementačního prostředku rozdíly v hloubce cementace v poměru 1:2.

Kde je tedy nutné přesné dodržení určité hloubky cementace, musí se použítá ocel předem přezkoumat a zpracovávat se odděleně po šaržích a postup cementace se musí velmi pečlivě kontrolovat namátkovými zkouškami ze stejného druhu oceli.



Obr. 2 : Průběh obsahu uhlíku pro různé parametry zpracování

### Práce s granulátem

Z důvodu vysokého obsahu účinného uhlí a velkého vnitřního povrchu DURFERRIT-cementačního granulátu je možné všeobecně do krabic umístit mnohem víc zboží k nauhličení než normálně. Tím se uspoří obrovská množství granulátu v kalírně.

Kolik se použije granulátu v poměru k oceli, to je pro proces cementace téměř nepodstatné, pokud se součásti ještě nedotýkají. Přitom je dostačující odstup 10mm.

Granulát se nesmí do krabic pěchovat. Postačuje, jestliže je třesením nebo naražením postaráno o to, aby se předešlo prázdným prostorům.

Krabice se uzavřou dobře pasujícím krytem. Zamazání hlinou nebo podobnou keramickou hmotou nemá žádný účel, protože není možné předejít tomu, aby se tyto těsnicí hmoty nedostaly do granulátu a při opakovaném použití tyto vedou k flekatosti, nataveninám apod. Účelnější je používat lité kryty se silnými stěnami a krabice po naplnění otočit na víko. Granulát potom přesypáním sám utěsní spáru mezi krytem a krabicí a nemůže tak snadno dojít k tomu, že granulát zčásti shoří, jako je tomu u netěsného nebo nepasujícího víka.

Jako hmota pro krabice přichází do úvahy každý materiál, který je odolný proti propalu a který odolává tepelnému namáhání. Je možné také použít krabice z konstrukční oceli, ale jejich životnost je podstatně menší, pravděpodobnost deformace krabic – vznik netěsností a tím i propalu cementačního prášku je větší.

Velikost krabice je třeba přizpůsobit na tvar, velikost a množství zpracovávaných součástí. Dlouhé hřídele se nejlépe karbonizují v trubkách, přitom je nutné dávat pozor na to, aby byly trubky zcela naplněny, aby nedocházelo u součástí vznikajícím propalem prášků k částečnému obnažení. Nejlepší je, jestliže se v tomto případě použije minimálně již jednou použitý granulát. Jestliže jsou součásti příliš těžké, např. kluzné dráhy, dlouhé vačkové hřídele apod., potom se mají cementovat s ohledem na deformace ve svislé poloze.



## Pec

Vzhledem k malému obsahu těkavé síry je granulát obzvláště dobře vhodný pro použití v elektrických komorových pecích. Pec má být opatřena malou odváděcí trubicí, neboť jako u každého použitého prášku, vypařuje se také u granulátu malé množství zásad, které pronikají z krabice do ovzduší v peci a mohli by poškodit by pec, kdyby se v ní nashromáždily.

Prostor pece má být dostatečně vyměřen, aby mezi jednotlivými krabicemi zůstal dostatečně velký meziprostor, který umožňuje lepší a rovnoměrnější zahřátí krabice.

Dále je nutná v celém prostoru pece pokud možno rovnoměrná teplota. Často se krabice v blízkosti dveří nevyhřívají stejně dobře jako krabice uvnitř pece. Cementace částí v této zóně potom samozřejmě postupuje mnohem pomaleji.

## Tepelné ošetření po cementaci

Pro výslednou kvalitu součástí je vhodné po cementaci co možná nejrychlejší ochlazení. Konzistence cementačního prášku Duferrit umožňuje ve většině případů přímé kalení součástí po vyjmutí z krabice. Za předpokladu vhodných ocelí potom docílíme jádro s vynikajícími vlastnostmi a dostatečně velkou a tvrdou povrchovou vrstvou, kterou můžeme použít pro mnoho účelů.

Po kalení je účelné popuštění na asi 180 – 230°C, aby se odstranila pnutí a předešlo se nebezpečí trhlin při broušení.

## Znovopoužití

Ochlazení cementačního granulátu se může bez zvláštních opatření použít znovu. Tvrdost jednotlivého jádra, bezprašnost a velký vnitřní povrch mají za následek, že se velká uhlíková rezerva granulátu může plně využít ke tvorbě cementačního plynu. V praktickém provozu se nejlépe pracuje tak, že se po každém použití přidá k již použitému cementačnímu prostředku v krabici asi 10 % čerstvého granulátu nebo se tento přidá na dno krabice.

Je zcela nevýznamné, jestliže se na to příležitostně zapomene nebo jestliže se čerstvý granulát nesmíchá se starým. Promíchání granulátu při vyprázdnění a novém naplnění krabice úplně postačuje, aby se zachoval rovnoměrný účinek cementace.

I přes tvrdost a odolnost cementačního granulátu proti otěru nelze ovšem dlouhodobě předejít tomu, že vzniká jistý podíl prachu nebo popela, který může cementaci nepříznivě ovlivnit. Tento případ se vyskytuje obzvláště tehdy, jestliže se při zakládání krabic postupuje v rozporu s předpisy.

Granulát se proto musí čas od času prosít, aby se odstranil prach a popel. S tím, ale není spojena změna složení granulátu a tím jeho účinku, obzvláště ne snížení účinnosti aktivátoru.

## 4. Bezpečnostní ustanovení

DUFERRIT-cementační granulát je naprosto neškodlivý. Při cementaci se samozřejmě vyvíjí plyny, které mohou při běžném použití z krabic uniknout

DUFERRIT-granulát je po vyrobení u nás nasycen vzduchem, takže při skladování nemá sklony k samovznícení. Přesto, ale doporučujeme neskladovat čerstvý granulát v pytlích těsně vedle sebe, nýbrž s meziprostorem, aby mohlo vystoupit případně vznikající teplo a nedošlo k samovznícení a také byla možná kontrola skladovaného materiálu na zahřátí.

Při použití se spotřebuje absorbovaný kyslík, takže se již několikrát použitý granulát při skladování na vzduchu v důsledku opětovného načerpání kyslíku může znovu zahřát. Dokud se granulát používá v malých množstvích a ochlazuje se na vzduchu v relativně tenkých vrstvách, nevede toto zahřátí všeobecně k samovznícení.

## 5. Zdroje chyb

### Přecementování

Při příliš vysokém obsahu uhlíku v okrajové zóně se vylučuje nadbytečný cementit, a to u chromem legovaných ocelí, zvláště 20 MnCr 5, již během cementace ve formě kostních karbidů. Nežádoucí je také vznik síťových karbidů na hranicích zrn u všech ocelí z důvodu pomalého ochlazování po cementaci.

U chromových ocelí je možné předejít kostním karbidům zvolením dostatečně slabého cementačního prostředku, tedy např. DURFERRIT-cementačního granulátu 6. Malá množství kostních nebo kuličkových karbidů nejsou na závadu. Síťovým karbidům je možné předcházet co možná nejrychlejším ochlazením po cementaci. Velká část těchto karbidů přechází při zahřátí na teplotu kalení opět do roztoku; k tomuto dochází obzvláště tehdy, jestliže se zahřívá na teplotu kalení na jádro.

### Příliš slabá cementace

Nedostatečná cementace může být způsobena příliš slabým cementačním prostředkem. Potom doporučujeme použít granulát 30. U ocelí, které lze těžko cementovat, např. u automatové oceli, je nutné vždy používat silnější cementační prostředky.

### Nerovnoměrně hluboká cementace

Dosažená hloubka cementace závisí nejen na cementačním prostředku, teplotě a době cementace, ale také na použitém materiálu součástí. Jestliže požadujeme zcela rovnoměrně hlubokou cementaci u velkého počtu součástí, potom se musí provést přezkoušení použité oceli na rovnoměrnou cementaci. Případně se provede zvlášť ošetření jednotlivých šarží oceli, přitom se musí zohlednit různé chování při cementaci v závislosti na nestejných dobách cementace.

Rozdílná hloubka cementace může mít svoji příčinu také v teplotní nerovnoměrnosti pece ve které se cementace provádí. Rozdíl teploty v peci o 20°C může mít již velmi negativní vliv. V kritických případech se proto osazují první krabice hned u dveří méně důležitou vsázkou.

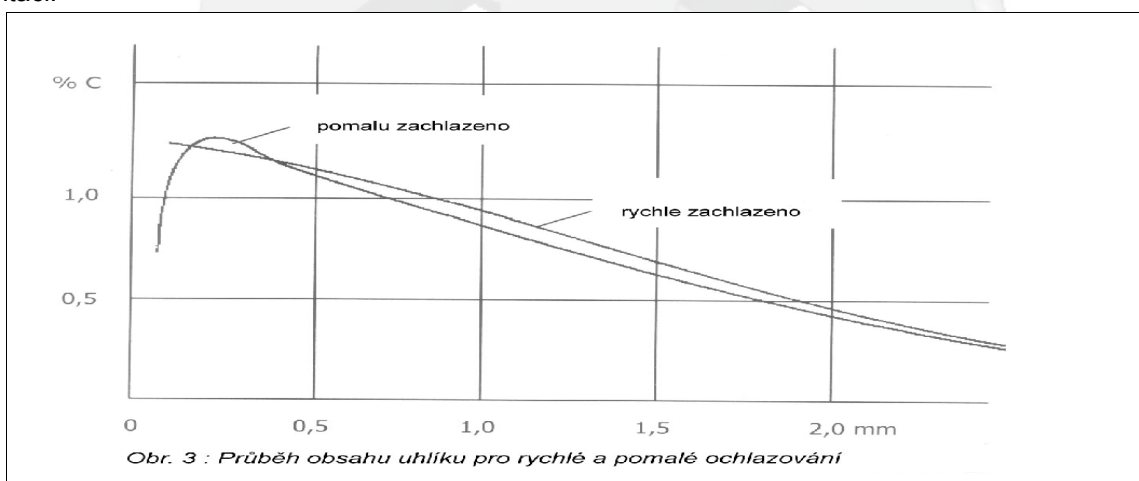
### Měkký povrch / měkké skvrny

Nejčastější příčinou měkkého povrchu je příliš pomalé ochlazování v krabici. Při dosažení teploty mezi 800 a 650°C dojde potom k oduhličení. Toto je možné odstranit použitím menších krabic nebo ochlazení mimo pec (obr. 3).

Jestliže se z granulátu čas od času neodstraní podle předpisů prach a popel, potom mohou tyto frakce nepříznivě ovlivnit cementační účinek. Měkký povrch může být kromě toho způsoben zbytkovým austenitem v okrajové zóně. V tomto případě se doporučuje před konečným kalením žhání při asi 600°C.

Měkké fleky mají svoji příčinu v nevhodných kalicích prostředcích. Vodovodní voda vede především u nelegovaných ocelí k parním bublinám a nedostatečnému ochlazení na daných místech. Proto je nutné všeobecně upřednostnit slanou vodu. Také jinak pomáhá u měkkých fleků použití takového ochlazovacího prostředku, který působí rychle a rovnoměrně.

Dále mohou být měkké fleky způsobeny otisky prstů, jestliže byly součástí na některých místech změkčeny izolační pastou. Malá množství izolační pasty, která se zachytí na prstech, vedou k nedostatečné cementaci.



### Hrubá struktura jádra

Při pomalém ochlazování v krabici po cementaci se zcela nutně vytváří hrubý ferit v jádře a hrubý perlit v okrajové zóně. Je tedy věcí následujícího tepelného zpracování, aby se tato hrubá struktura opět odstranila. Přitom se dělá často ta chyba, že se použije příliš nízká kalící teplota, takže se v jádře nerozpustí všechen ferit, což způsobí špatné mechanické vlastnosti jádra. Téměř u všech součástí je lepší malé přehřátí okrajové zóny a tím beze zbytku rozpuštění feritu v jádře.

### Trhliny

U použitých ocelí mohou mít trhliny příčinu ve špatné volbě oceli, obzvláště jestliže se provádí cementace oceli s příliš vysokým obsahem uhlíku.

Trhliny v okrajových zónách jsou zapříčiněny u ocelí CrMn nevhodně dlouhým ochlazováním po provedené cementaci. Ochlazování součástí na vzduchu vede u těchto ocelí v důsledku napěťových rozdílů mezi okrajovou zónou a jádrem ke tvorbě trhlin. Takové oceli se musí buď pomalu ochlazovat v krabici nebo se rychle ochladí přímo po cementaci.

Také chromniklové a chrommolybdenové oceli, které se používají, mají sklon k trhlinám při neúčelně dlouhém ochlazování po cementaci. U těchto ocelí je, ale ochlazení v krabici obvykle příčinou pro tvorbu trhlin, ovšem svoji roli přitom hraje také velikost krabice. Také všechny vsázky těchto ocelí se nechovají stejně, oceli s řádkovou strukturou a struskovými vměstkami mají obzvláštní sklon k trhlinám. Trhliny po broušení mohou být podmíněny z technického hlediska kalením nebo broušením.

Hrubá zrna v okrajové zóně, příliš vysoká tvrdost, vylučování síťových karbidů nebo příliš velká množství zrnitého karbidu a také zbytkového autenitu mohou vést při porušení k trhlinám. Důvod k tomuto je většinou možné zjistit pouze metalograficky; může ležet jak v tvrzení, tak i v broušení a je nutné mu podle možnosti předcházet podle našeho popisu.

Také samotný proces broušení může způsobit trhliny, jestliže se brousí příliš tvrdými kotouči, s příliš velkým posuvem nebo při nedostatečném chlazení. Leptání obrobku s trhlinou 5 %-ní kyselinou sírovou ukazuje na přehřátých místech tmavé zabarvení, které je důsledkem nevhodného broušení. Pečlivým broušením měkčím brusným kotoučem je možné tuto chybu odstranit.

### Příliš velký propal

DURFERRIT-cementační granulát neobsahuje žádná plnidla, která není možné spálit. Krabice se proto musí zavírat dobře přiléhajícími víky, jestliže se chce předejít příliš velkému propalu granulátu. Obzvláště nápadný je samozřejmě propal u svisle uspořádaných trubkovitých nádob. Zde je nejlepší, jestliže se použije použitý granulát, jehož propal je zanedbatelně malý.

Jestliže se pracuje tak, že se krabice nasouvá do pece krytem dolů, potom je nutné dát pozor na to, aby byly kryty rovné, protože jinak se může granulát v důsledku přístupu vzduchu lehce propálit nebo prohořet.

## **6. Dodávka a obal**

DURFERRIT-cementační granulát se dodává v pytlích po 25 kg. Druh granulátu je vytištěn na pytlích. Každý pytel obsahuje kontrolní číslo, o jehož uvedení prosíme v případech reklamací

## **7. Závěr**

V příručce uvedené rady a doporučení se opírají o naše rozsáhlé výzkumné práce a aplikačně-technické zkušenosti, to ovšem neosvobozuje uživatele od toho, aby je před jejich použitím pro vlastní potřebu ve vlastní odpovědnosti nepřezkoušel.