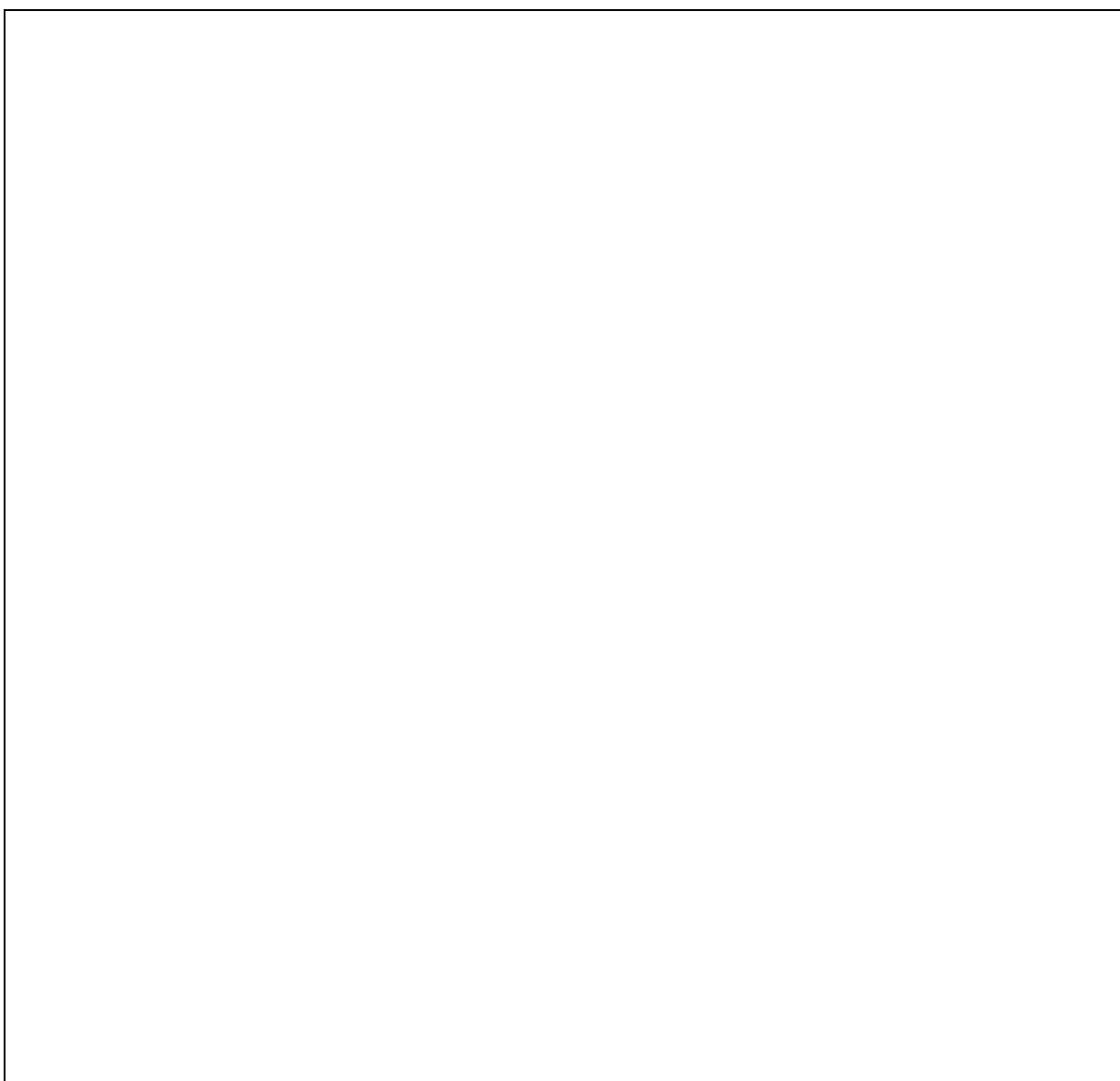




Cementační prášky DURFERRIT



Technické sdělení

Všeobecně k pevným karbonizačním prostředkům

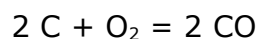
Složení

Běžné karbonizační prostředky se skládají z:

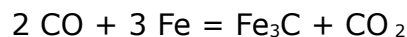
- a) uhlík - většinou dřevěného uhlí,
- b) aktivátoru - většinou alkalického uhličitanu
- c) plnidla - hnědouhelného koksu, plynového koksu a.j.
- d) pojidla.

Účinek

Při zahřátí nad 800°C se vytvoří z uhlovodíku karbonizačního prostředku, z jím absorbovaného vzdušného kyslíku, ze vzduchu nacházejícího se mezi zrnky karbonizačního prostředku a z části také z přidaného aktivátoru kysličník uhelnatý podle vzorce



Účinek aktivátoru, který posiluje cementační činek karbonizačního prostředku, ještě stále není zcela vyjasněn. Podle našich výzkumů hraje největší roli alkalický kov nebo kov alkalických zemin, který je obsažen v aktivátoru. CO vyvinutý karbonizačním prostředkem, odevzdává oceli uhlík podle vzorce:



CO₂ vytvářený touto reakcí, je karbonizačním prostředkem opět regenerován na oxid uhelnatý:



čímž začíná koloběh opět od začátku.

Karbonizace postupuje tedy přes plynovou fázi a ne přímým stykem s karbonizačním 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 CO₂. Proto také působí při teplotách pod 700°C všechny použité pevné a plynné prostředky směrem k dekarbonizaci a toto vede k měkkému povrchu použitého zboží, jestliže po karbonizaci proběhne příliš pomalu teplotní rozsah mezi 800 a 650 °C (obr. 3).

Karbonizační stupeň

Názory na žádoucí obsah uhlovodíků v zóně nasazení ocelových dílů s obsahem uhlovodíků se značně liší. Je možné, že budou stanoveny tolerance, které vůbec nebude možné v provozech dodržet.

Pevné nauhličovací prostředky se chovají, co se týká povrchového obsahu uhlovodíků, zásadně jinak než solné lázně. U solných lázní dojde k nauhličení pouze po určitou mezní hodnotu, a to také na jemných zubech, ostrých rozích a hranách. Tento obsah uhlovodíků, který označujeme pomocí „hodnoty C“ (firemní sdělení DURFERRIT 24, 1951), je možné udržovat u solných lázní v dostatečně užších hranicích.

U pevných karbonizačních prostředků, u kterých je vlastním dodavatelem uhlíku kysličník uhelnatý, může stoupnout tato hodnota C až na přibližně 7. Že se nikdy nedosáhne v praktických podmínkách v okrajové zóně obsah uhlíku podle této hodnoty C je zapříčiněno pouze tím, že dodatečná dodávka CO pomocí karbonizačního prostředku většinou postupuje pomaleji a přijatý uhlík příliš rychle proniká do oceli.

Obsah uhlíku okrajové zóny tedy závisí na množství dodaného CO a na tom, kolik dodaného CO proniklo povrchu oceli. Proto bývají u pevných nauhličovacích prostředků zcela nutně všechny ostré hrany a rohy a také tenké průřezy silněji dekarbonizovány než na ostatních místech obrobků.

Pro tvrdost minimálně 60 HRC 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 nutné usilovat v okrajové zóně přibližně o eutektoidní obsah uhlíku dané oceli. Tento leží u nelegovaných ocelí na přibližně 0,9 % C, u legovaných o trochu níže.

Obsah uhlíku nemá ale také být podstatně vyšší než je uvedená hodnota, protože může jinak dojít ve škodlivé míře k vyloučení karbidů. Co je zde nutné rozumět pod pojmem škodlivé, to je u každého obrobku a namáhání velmi rozdílné, především to ale závisí na formě vytváření karbidů, zda je nebo není nevýhodou určitý podíl karbidů. Není možné předejít jednotlivým karbidům na špičkách a hranách ozubených kol, jestliže chceme současně docílit dostatečný obsah uhlíku na hladkých površích obrobku. Takové vyloučené karbidy se stávají nebezpečnými teprve tehdy, jestliže se vyskytují ve větším množství nebo ve formě sítě. Potom je nutné se obávat vylamování, trhlin od broušení a podobných.

Značný vliv na formu vytváření karbidů má rychlost ochlazování po cementaci. Rychlost ochlazování by po cementaci měla být co nejvyšší proto je nutné se postarat o to, aby teplo po vyjetí krabice z pece co možná nejrychleji vystoupilo.

Z výše uvedeného vyplývá, že u karbonizačních prášků v protikladu k lázním nevystačíme s ohledem na okrajový obsah uhlíku s jedním jediným složením. Na druhé straně toto ale v žádném případě neopravňuje k dlouhé řadě různých prášků a vedlo by to pouze k omylům v provozu.

Vlastnosti běžných karbonizačních prášků

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

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

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

Těžkosti může přivodit podle okolností také síra obsažená v plnidle, neboť těkavá síra ničí výhřevné spirály a krabice.

Konečně je nutné považovat za velmi rušivé to, že karbonizační směsi prášků mohou ještě obsahovat těkavé součásti, které při zahřátí krabic nepříjemně zatěžují zápachem, především ale může díky nim docházet na obrocích k dehtovým srážkám, které se musí odstraňovat velmi nákladným dodatečným čištěním - pískovým otryskáváním apod.

Tyto negativní vlastnosti pevných karbonizačních prostředků, které se doposud jevily jako nepřekonatelné, jsou v karbonizačním granulátu DURFERRIT překonány.

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. Zde bylo možné využít staré zkušenosti a rozsáhlá zařízení k výrobě tvarového uhlí Degussy.

Výroba

Karbonizační granulát DURFERRIT se smíchá bez jakýchkoliv plnidel s obzvláště vybraným dřevěným uhlím, aktivátorem a pojidlem, pod velmi silným tlakem se stlačí a potom se při vysoké teplotě provede nízkotepečná karbonizace. Výsledkem jsou malá kuličkovitá až 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 karbonizační granulát se proto dodává ve dvou druzích, které se liší svým obsahem aktivátoru a tím vyšší obsahu uhlíku, který je jím vyroben v okrajové zóně použité oceli

DURFERRIT – karbonizační granulát 6, jemně karbonizovaný
DURFERRIT – karbonizační granulát 30, silně karbonizovaný.

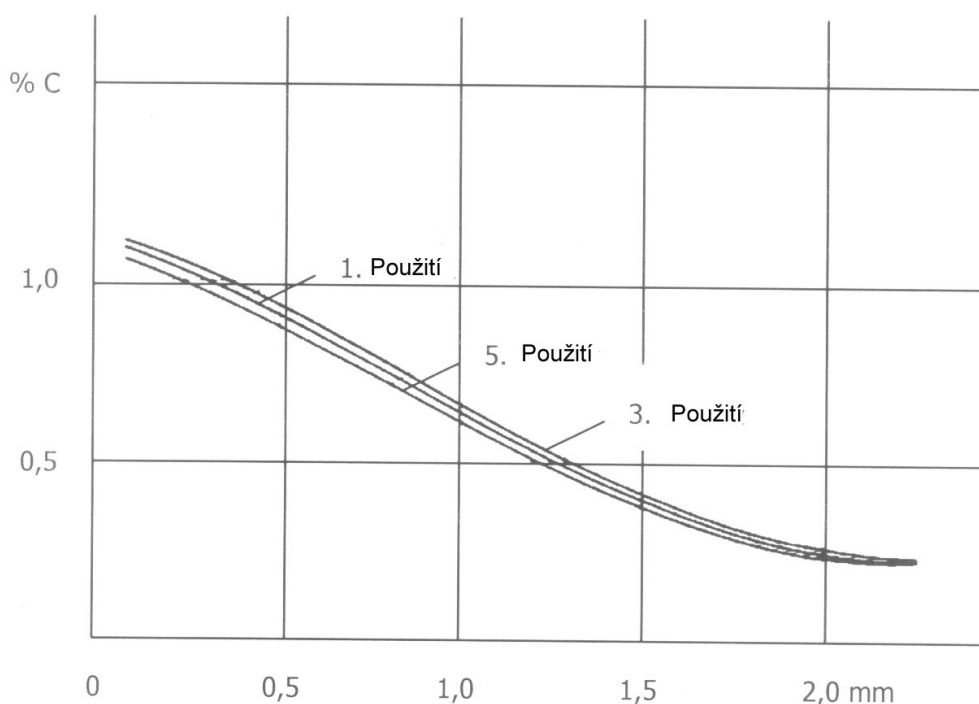
Forma dodávky

Jednotlivá zrna karbonizačního 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 obrobku bezvadnou cirkulaci karbonizačního plynu v karbici. Také tenké trubky nebo úzká vyvrtání karbonizují při správné poloze teplotním prouděním plynu lépe a rovnoměrněji, než kdyby byly ucpány karbonizačními prostředky s příliš jemnými zrny (viz. DURFERRIT – firemní sdělení 24, 1951).

Vlastnosti

- Cementační granulát DURFERRIT je plně homogenní produkt. Aktivátor je rovnoměrně rozdělen v jednotlivých zrnech a nemůže se od uhlí oddělit ani při zaslání ani při použití. Tím je vyloučena nerovnoměrnost a jakékoliv oddělení jednotlivých částí.
- V důsledku předchozí nízkotepečné karbonizace při vysoké teplotě již neobsahuje cementační granulát DURFERRIT žádné snadno těkavé součásti a dehtové substance. Proto nevzniká při zahřívání krabice žádný zápach a na povrchu karbonizační látky se netvoří žádné úsady. 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 výhřevné šroubovice 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. Jestliže ovšem pracujeme s bunkrovými zařízeními, do kterých se materiál dopravuje korečkovými elevátory a ze kterých opět teče plnicími hadicemi do krabice, potom je účelné odsát ventilátorem na vhodném místě korečkového elevátoru prach, který se časem vytvoří, vyfouknout ho do zařízení. V jednotlivých případech jsme rádi k dispozici s návrhy o nejlepším způsobu práce.
- Cementační granulát DURFERRIT 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 cementační granulát DURFERRIT velmi aktivním karbonizačním prostředkem. Jeden kilogram granulátu má účinný „vnitřní povrch“ asi 5.000 m². Z toho zcela nutně vyplývá, že je možné produkt používat opakovaně, aniž by se snížil jeho karbonizační účinek. Jestliže do použitého granulátu přidáme po každém použití asi 10 % čerstvého granulátu, potom je možné ho používat dlouhodobě (obr. 1).



Obr. 1: Průběh obsahu uhlíku při opakovaném použití granulátu DURFERRIT

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

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

Karbonizace 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 karbonizační teploty prakticky kryjí křivky docílených obsahů uhlíků.

Předpis pro použití cementačního granulátu Durferrit

Volba granulátu

Které druhy granulátu se použijí, to 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 karbonizovat jako nelegovaná ocel, potom z toho vyplývá následující:

- Cementační granulát 6 se používá u legovaných ocelí pro hloubky karbonizace více než 0,6 mm, u obrobků s ostrými rohy a hranami již také pro menší hloubky karbonizace. U nelegovaných ocelí se používá granulát 6 pouze tehdy, jestliže činí hloubka karbonizace více než 2 mm, u obrobků se šikmými hranami již od hloubky karbonizace 0,6 mm.
- Granulát 30 se používá u nelegovaných ocelí pro hloubky karbonizace méně než 2,0 mm, u obrobků se šikmými hranami pod 0,6 mm, dále u legovaných ocelí pro hloubku karbonizace méně než 0,6 mm, jestliže mají obrobky hladkou plochu.

Legované oceli uvažujeme od 15Cr3 / 14Ni6.

Stupeň karbonizace

Při posuzování okrajového obsahu uhlíku je nutné zohlednit všeobecná ustanovení obsažená v prvním odstavci. Je nutné uvážit také, že při kalení obrobků přejde do roztoku také pozdější část případně vyloučených karbidů. Proto má posuzování použité vrstvy na její vytváření karbidů smysl pouze tehdy, jestliže se provádí na kaleném obrobku. Pro posuzování obsahu karbidů a vytváření karbidů jsou velmi cenné Diergartenovy normativní řady.

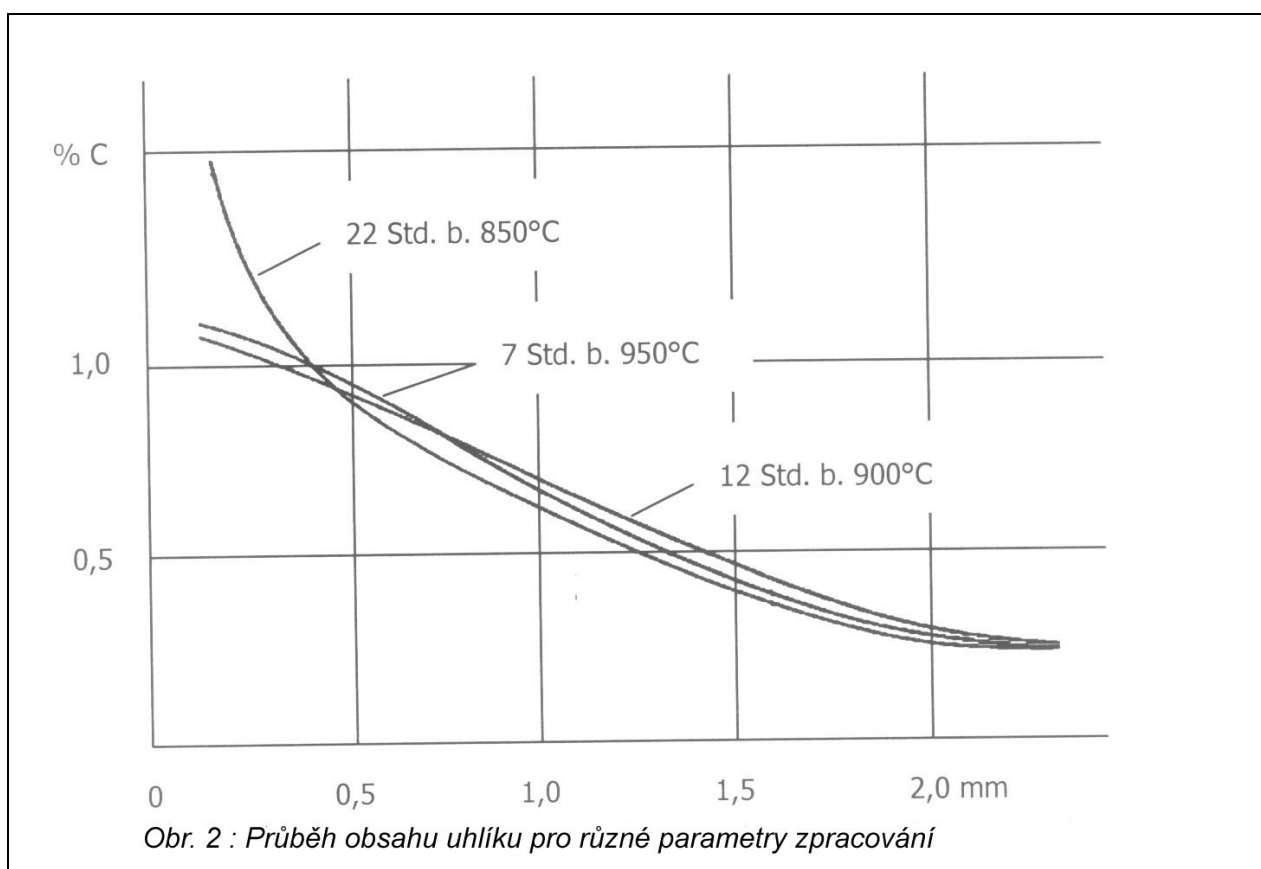
Teplota cementace

Jako teplotu cementace všeobecně doporučujeme teploty nad 900°C. Horní hranice je vlastně dána pouze trvanlivostí pece a krabice. Při vyšších teplotách cementace se nejen zkrátí doba použití, nýbrž se také sníží povrchová 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 karbonizačním 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. Cementační granulát DUFERRIT se v tomto zásadně neliší od smíchaných karbonizačních 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 karbonizace. U ocelí se stejným normovým označením je možné zjistit reprodukovatě za naprosto stejných provozních podmínek a nezávisle na druhu cementačního prostředku rozdíly v hloubce karbonizace 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.



Práce s granulátem

Z důvodu vysokého obsahu účinné složky a velkého vnitřního povrchu cementačního granulátu DURFERRIT 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 obrobky 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 postavit na hlavu. Granulát potom přesypáním sám utěsni spáru mezi krytem a krabicí a nemůže tak snadno dojít k tomu, že granulát zčásti shoří, jako je tomu u netěsného nebo nepasujícího uzávěru krytu.

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 plávkové oceli. Ale jejich trvanlivost je podstatně menší, pravděpodobnost deformace krabic při použití je větší a není možné vyloučit, že propal, který se vytváří, poškodí tepelné vinutí pece.

Naše firma dodává ve spolupráci s českým výrobcem kvalitní cementační krabice z materiálu 17 255, které mají po obvodu výztuhy proti deformacím a s krytem, který zajišťuje minimální propal cementačního granulátu.

V ostatním se mají zvolit již ze zmíněných důvodů krabice tak malé, jak je to jen možné a mají být přizpůsobeny formě obrobku. Dlouhé hřídele se nejlépe cementují v trubkách. Jestliže jsou tyto obrobky příliš těžké, např. kluzné dráhy, dlouhé vačkové hřídele apod., potom se mají cementovat s ohledem na zkřivení účelně ve svislé poloze. Přitom je nutné dávat pozor na to, aby byly trubky zcela naplněny, aby nedocházelo u obrobků vznikajícím propalem prášků k částečnému obnažení. Nejlepší je, jestliže se v tomto případě použije granulát minimálně již jednou použitý, tedy nikdy ne zcela čerstvý granulát, neboť potom se karbonizační prostředek již téměř více nesesype.

Pec

Pro cementaci v granulátu je vhodná každá vypalovací komorová pec. V důsledku malého obsahu těkavé síry je, ale granulát obzvlášť dobře vhodný pro použití v elektrických vypalovacích komorových pecích. Pec je opatřena malou odváděcí trubkou, neboť jako u každého použitého prášku, vypařuje se také u granulátu malé množství zásad, které pronikají z krabice do ovzduší v peci a poškodily by pec, kdyby se v ní nashromáždily.

Prostor pece má být dostatečně vyměřen, aby mezi jednotlivými tvrdicími 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. Karbonizace částí v této zóně potom samozřejmě postupuje mnohem pomaleji.

Naše firma Vám ráda poskytne cenovou a technickou nabídku na dodávku vhodné komorové pece pro Vaše použití.

Tepelné zpracování po cementaci

V úvodu tohoto Technického sdělení jsme již poukázali na význam a účelnost co možná nejrychlejšího ochlazení po karbonizaci. V mnoha případech již není nutné další tepelné zpracování, jestliže se obrobky okamžitě po cementaci prudce zchladí. Potom se pouze provede popouštění. Za předpokladu vhodných ocelí tak docílíme jádro s vynikajícími vlastnostmi a vrstvu, kterou můžeme použít pro mnoho účelů. U legovaných ocelí, které obsahují po tomto TZ příliš mnoho zbytkového austenitu v okrajové zóně, ovšem tato metoda není vhodná.

Další tepelné ošetření po vybalení se uskutečňuje nejlépe v solné lázni. Předpisy k tomuto se nacházejí v naší tiskovině „žíhací lázně“. Pro obrobky, jejichž cementace se provádí v cementačním granulátu obzvláště platí, že se kalení musí provádět při co možná nejvyšších teplotách, aby se do roztoku dostal ferit, který se při ochlazování v krabici vylučuje přirozeně dost pomalu a i karbidy, které se mohou vyskytovat. Jedno kalení z krajní teploty jádra je ve většině případů nedostatečné pro obrobky, které byly v krabici pomalu ochlazeny. Jádro je po tomto ošetření hrubozrnné – feritické a vykazuje špatnou dlouhodobou pevnost. Okrajová zóna může obsahovat karbidy v nepříznivém nahromadění. Účelné je jedno kalení z kalící teploty jádra, při kterém má být ovšem doba zahřátí co možná nejkratší, aby se předešlo vytváření hrubých zrn v okrajové zóně. V ostatním odkazujeme na platné předpisy pro ocel, která se použije.

Po kalení je účelné popouštění na asi 180 – 230°C, aby se odstranila pnutí a předešlo se nebezpečí trhlin při broušení a to nejlépe v solných lázních Durferit AS 140.

Znovupoužití

Ochlazený cementační granulát 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 karbonizačního plynu. V praktickém provozu se nejlépe pracuje tak, že se po každém použití přidá k již použitému cementačnímu granulátu v silu 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 nebo se s tímto smíchá pouze na povrchu. Promíchání při vyprázdnění a nové naplnění úplně postačuje, aby se zachoval rovnoměrný účinek karbonizace, protože výkonnost cementačního granulátu zajišťuje při současném přimíchání čerstvého granulátu minimálně pětinasobné použití při stejném karbonizačním účinku.

I přes tvrdost a odolnost cementačního granulátu proti otěru nelze ovšem dlouhodobě předejít tomu, že vzniká jistý podíl prachu nebo popele, který může cementaci nepříznivě ovlivnit. Tento případ se vyskytuje obzvláště tehdy, jestliže se při balení krabic postupuje v rozporu s předpisy nebo jestliže dopravní zařízení pro granulát z a do bunkru má za následek příliš velký otěr.

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. Jestliže se použijí pro čerstvý a použitý granulát mechanická dopravní zařízení (korečkové výtahy), potom je možné umístěním ventilátoru na vhodném místě prach vyfouknout a zachytit ho v pytlových filtrech apod.

Bezpečnostní ustanovení

Karbonizační granulát DUFERRIT je naprosto neškodlivý. Vyvíjí samozřejmě při karbonizaci plyny, které ale mohou při běžném druhu zabalení v krabicích bez dalšího uniknout. Jestliže oproti tomu balíme obrobky do dlouhých štíhlých trubek, potom bychom radili, abyste nestáli bezprostředně u otvoru pece, neboť není možné vyloučit, že např. rozpojením některého krytu trubky dojde v důsledku rozpínání karbonizačních plynů k vystřelení části granulátů. Jestliže již v krabici probíhá žíhání, potom již toto nebezpečí neexistuje.

Granulát DUFERRIT 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 takto je také kdykoliv 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.

Při skladování velkých množství použitého granulátu v bunkrech je ovšem nutné dát pozor na následující:

1. Bunkry mají být proudově-technicky konstruovány tak, aby se granulát rovnoměrně dostal na místo výtoku a nezdržoval se v rozích v horní části bunkru déle než granulát ve středu bunkru.

2. Bunkr má být opatřen na spodním konci těsně uzavíracím kohoutkem. Granulát protéká běžnými plynovými kohoutky o průměru minimálně 50 mm. Proti tomuto protékání nemají šoupátka žádný účel, protože nejsou vzduchotěsná. Vzduch vnikající na tomto místě vede potom k zahřátí granulátu. Teplo, které se přitom uvolňuje, vede k určitému druhu komínového efektu a tím k silnějšímu provětrávání, takže granulát začne nakonec hořet v blízkosti netěsného šoupátka.

3. Bunkr má stát pokud možno ve volném prostoru tak, aby byl také zvenku chlazen vzduchem. Není např. vůbec účelné zřizovat bunkrová zařízení pod střechou kalírny, protože se tam mohou velmi zvýšit teploty, a to především v létě, což pouze podporuje sklon granulátu k samovznícení. Je vhodné, jestliže se např. bunkr umístí na vnější stěně budovy kalírny, tedy smontuje se ve vnějším prostoru a pouze postup se přeloží dovnitř.

4. Sklon k samozahřátí se zvyšuje s teplotou karbonizačního prostředí. Je proto chybou, jestliže se granulát vyprazdňuje v teplém stavu a okamžitě dopravuje do bunkru. Mělo by se stát pravidlem, že se krabice nechají po karbonizaci úplně vychladit.

5. Velmi důležitá je doprava granulátu z místa vyprazdňování do bunkru. Není např. správné dopravovat granulát pneumaticky, protože při tomto způsobu dopravy přichází samovznícení v bunkru. U pneumatické dopravy se granulát naráží velkou silou proti ohybům a zakřivením potrubí. Tím dochází nejprve ke zmenšení granulátu a padající prach vede ke zvýšené možnosti samovznícení. Kromě toho se kolena velice brzy zničí tvrdým granulátem.

6. Sklon granulátu k samozahřívání jako důsledek adsorpční schopnosti uhlí se může odstranit tak, že se granulát pod chlazením nasytí vzduchem – jedná se o proces, který ovšem trvá velmi dlouho. Ukázalo se ovšem, že se schopnost samovznícení může odstranit tím, jestliže se materiál nenasytí vzduchem, nýbrž postřikováním vodou. Karbonizační účinek tím nebude ani v nepatrné míře snížen. Již spotřebovaný granulát bude při dopravě na vhodném místě postřikán vodou z trysky, která se nastaví tak, aby granulát vstřebal asi 3 % vody. Vodní ventil této trysky bude účelně spojen s dopravním zařízením tak, že tryska začne fungovat pouze tehdy, jestliže je dopravní zařízení v prostoru.

Zdroje chyb

Překarbonizování

Při příliš vysokém obsahu uhlíku v okrajové zóně se vylučuje nadbytečný cementit, a to u chromem legovaných ocelí, zvláště 20MnCr5, již během karbonizace ve formě jehlicovitých karbidů, u všech ocelí kromě toho během pomalého ochlazování po karbonizace ve formě síťových karbidů na hranicích zrn.

Z těchto důvodů se uskutečňuje toto vylučování karbidu především na hranách a rozích obrobků. U chromových ocelí je možné předejít vzniku karbidů zvolením dostatečně slabého karbonizačního prostředí, tedy např. DURFERRIT KG 6. Malá množství jehlicovitých 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 jader.

Příliš slabá cementace

Nedostatečná cementace může být způsobena příliš slabým cementačním granulátem. Potom doporučujeme použít KG 30. U ocelí, které lze těžko cementovat, např. u automatové oceli, je nutné vždy používat silnější karbonizační prostředky. Protože se obsah uhlíku okrajové zóny zvyšuje s dobou cementace, nachází se příliš slabá karbonizace také u malých hloubek nasazení, pro které se v každém případě doporučuje granulát 30.

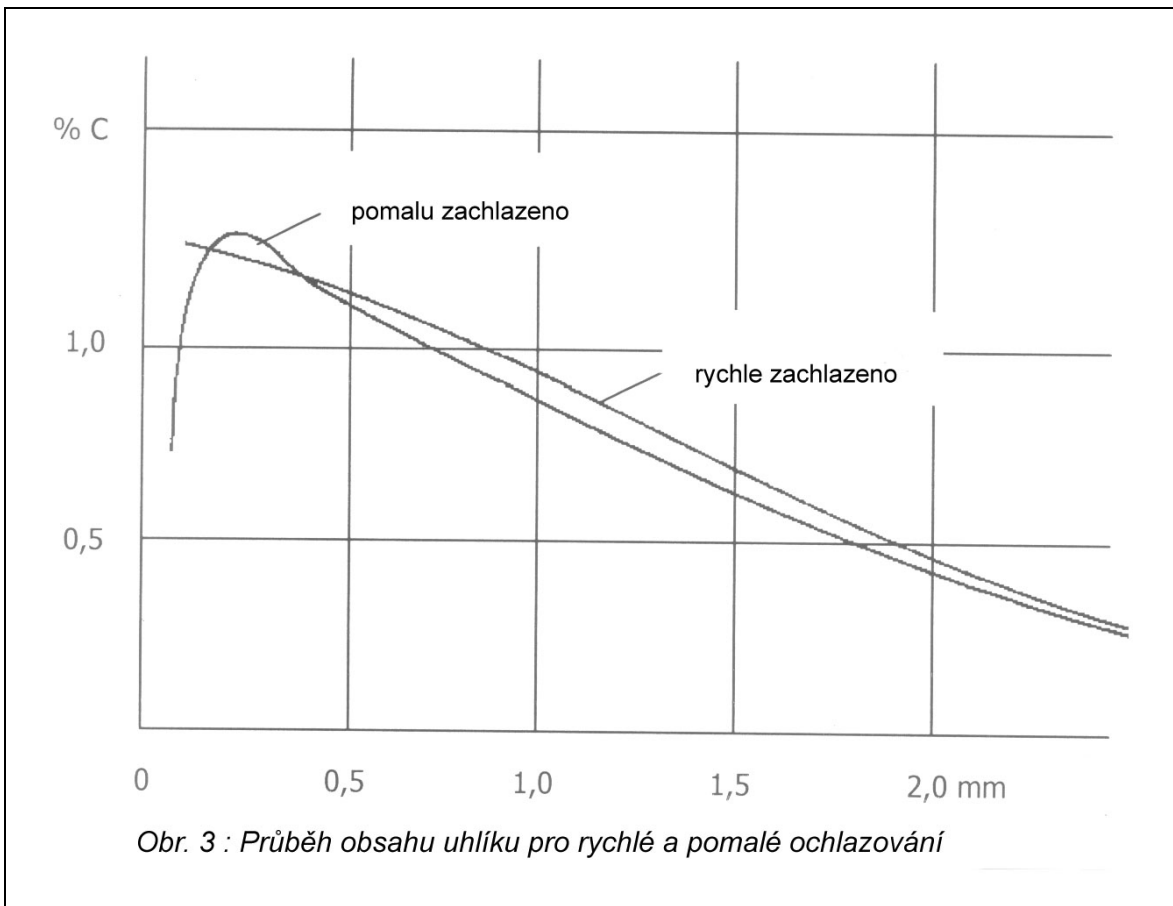
Nerovnoměrná hloubka cementace

Dosažená hloubka cementace závisí nejen na cementačním granulátu, teplotě a době cementace, nýbrž také na použité oceli. Jestliže požadujeme zcela rovnoměrnou hloubku cementace u velkého počtu obrobků, 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 různých dobách cementace.

Rozdílná hloubka cementace může mít svoji příčinu také v tom, že je vypalovací komorová pec, ve které se cementace provádí, nerovnoměrně teplá. Rozdíly teplot ca. 20°C mohou mít již velmi negativní vliv. V kritických případech se proto osazují první krabice hned u dveří méně důležitými látkami.

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 předejitím ochlazení v peci (obr. 3).



Jestliže se z granulátu čas od času neodstraní podle předpisů prach, potom mohou karbonizační účinek granulátu nepříznivě ovlivnit prach a popel. Obzvláště budou znevýhodněny horní plochy obrobků ležících v krabici, na kterých se může ukládat prach a popel; vysoce legované oceli mohou dokonce korodovat.

Měkký povrch po tvrzení obrobků může být také způsoben oduhličením při tepelném zpracování. Tuto chybu vylučuje použití GS 540/C3 k tepelnému zpracování. 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 prostředcích na prudké ochlazení. Vodovodní voda vede v důsledku svého obsahu plynu 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 otiskem prstů, jestliže byly obrobky 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 ošetření, aby se tato hrubá struktura opět odstranila. Přitom se dělá často ta chyba, že se použije příliš nízká závěrečná teplota kalení, takže se v jádře nerozpustí všechen ferit. Důsledkem toho jsou špatné mechanické vlastnosti jádra. Podle dnešního stavu znalostí je téměř u všech obrobků lepší, jestliže se provede malé přehřátí okrajové zóny a tím se docílí beze zbytku přeměna jádra a dobré mechanické vlastnosti jádra. Tepelným zpracováním v solné lázni je možné tohoto zcela bezpečně dosáhnout, aniž by bylo nutné se obávat příliš hrubozrnné okrajové zóny v důsledku přehřátí.

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 chrom-manganových ocelí nevhodně dlouhým ochlazováním po provedené cementaci. Ochlazování obrobků 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 chrom-niklové a chrom-molybdenové 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 typy 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 austenitu 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

Cementační granulát DURFERRIT neobsahuje žádná plnidla, která není možné spálit. Krabice se proto musí zavírat dobře přiléhajícími kryty, 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.

Dodávka a obal

Cementační granulát DURFERRIT se dodává v pytlích po 25 kg. Druh granulátu je vytištěn na pytlích. Pytle s granulátem 30 jsou kromě toho opatřeny červeným pruhem, aby se vyloučila záměna na skladu.

Každý pytel obsahuje kontrolní číslo, o jehož uvedení prosíme v případech reklamací.

Naše údaje o našich výrobcích a přístrojích jako také našich zařízeních a postupech se zakládají na rozsáhlé výzkumné práci a aplikačně-technické zkušenosti. Předáváme tyto výsledky, které neznamenaají žádné příslibení vlastností našich výrobků, slovem i písmem podle našeho nejlepšího vědomí, vyhrazujeme se ovšem technické změny v důsledku vývoje výrobku. Kromě toho je na přání k dispozici naše aplikačně technická služba, která poskytne další rady jako také součinnost při řešení výrobně a aplikačně technických problémů.

Toto ovšem neosvobozuje uživatele od toho, aby naše údaje a doporučení před jejich použitím pro vlastní potřebu ve vlastní odpovědnosti nepřezkoušel. To platí – obzvláště pro dodávky do zahraničí – i co se týká zachování ochranných práv třetích osob jako také pro aplikace a postupy, které námi nejsou výslovně písemně uvedeny. V případě škody se omezuje naše ručení na náhradní dodávku stejného rozsahu, jako je to předpokládáno v našich všeobecných prodejních a dodacích podmínkách.