

# 450 BRINELLU – NOVÝ STANDARD OTĚRUVZDORNÝCH OCELÍ

Proč se oceli s nominální tvrdostí 400 HB staly standardem v otěruvzdorných ocelích? Je to pouze „marketingové kouzlo“ čísla končícího dvěma nulami? Proč vedle sebe běžně neexistují ocelové plechy s tvrdostmi např. 370 HB, 410 HB, 430 HB ....?

Základním důvodem, proč se otěruvzdorné oceli používají je, „aby výrobek, resp. jeha část, v abrazivním prostředí déle vydržela“. Vyšší otěruvzdornost znamená delší životnost. Otěruvzdornost je pak, s určitým zjednodušením, definována tvrdostí oceli. Čím vyšší tvrdost, tím vyšší otěruvzdornost.

V zájmu uživatele by tedy mělo být používání co nejtvrdsí otěruvzdorné oceli (samozřejmě při přijatelné ceně). Nicméně, i když v současné době existují otěruvzdorné plechy zhruba v rozmezí tvrdosti 400 až 600 HB, přesto je výrazně nepoužívanější nejměkčí z nich, 400 HB. Důvody jsou dva. Technologičnost a houževnatost. Technologičnost znamená schopnost z oceli daný díl vyrobit. To znamená dělitelnost (plamen, plasma, laser atd.), svařitelnost, obrobitelnost a ohýbatelnost. Houževnatost pak znamená odolnost proti lomům, trhlinám a prasklinám. Tvrdsí plech pak skutečně znamená vyšší otěruvzdornost, ale současně i horší technologičnost a nižší houževnatost.

Nejrozšířenější „400 HB“ je tudíž současným kompromisem právě mezi tvrdostí, houževnatostí a technologičností. Proč ale zrovna 400 HB, proč ne 420 HB nebo např. 360 HB? Hlavní důvod je zřejmě opravdu marketingový. Číslo zakrouhlené na stovky se ve značce oceli dobře vyjímá. Je dobré si ale uvědomit, že číslo za značkou oceli (ať už 400, 500 nebo 600) ne vždy znamená průměrnou tvrdost dané oceli. Velmi zajímavým „cvičením“ je vypsát si jednotlivé značky otěruvzdorných plechů, ale číslo „tvrdosti“ používané ve značce oceli nahradit minimální hodnotou tvrdosti jakou ocel podle svého materiálového listu zaručuje. Pro oceli řady „400 HB“ pak tento „přepis“ může vypadat například takto: HARDOX 370, Dillidur 370, XAR 360, Brinar 340 Cr apod. Podobné, nebo i větší rozdíly pak najdeme i pro řadu 450 HB nebo 500 HB. Je otázkou, nakolik je „400 HB“ i nyní

## HARDOX®

ONLY BY SSAB OXELÖSUND

pořád ještě optimálním kompromisem mezi tvrdostí (otěruvzdorností), houževnatostí a možnostmi zpracování. Houževnatost otěruvzdorných ocelí více méně plynule roste a dnešní oceli mají až o desítky procent vyšší houževnatost, než měly stejné značky před 10 až 20 lety. To by umožňovalo jít na vyšší tvrdost bez „ztráty“ odolnosti proti lomům a trhlinám. Udržení dostatečné „technologičnosti“ se zvýšením tvrdosti je poněkud komplikovanější. Svařitelnost a dělitelnost se zhorší vždy se zvýšením obsahu legur a uhlíku v oceli. Pokud chceme vyrobit tvrdší ocel, musíme většinou právě zvýšit obsah uhlíku a legujících prvků. Nicméně jsme schopni částečně kompenzovat zhoršení dělitelnosti a svařitelnosti čistotou oceli a změnou kombinace legujících prvků. Zhoršení těchto vlastností tudíž může být, zvláště při relativně malém zvýšení tvrdosti – řádově v desítkách HB, malé až zanedbatelné. Obrobitelnost je se zvýšením tvrdosti vždy horší. Pokud chceme, aby nám tvrdší ocel lépe odolávala proti opotřebení minerály nebo horninami, bude automaticky „lépe“ odolávat i proti vrtákům nebo frézám. V případě obrábění se lze ale opírat o pokrok, který za posledních desetiletí dosáhli výrobci nástrojů. Opět se dá říci, že pokud zvýšení tvrdosti není příliš velké, je možno zhoršenou obrobitelnost kompenzovat zvýšenou kvalitou moderních nástrojů.

Kde tedy leží „nová“ optimální hodnota tvrdosti standardních otěruvzdorných ocelí? Domníváme se že je to 450 HB. Důvodů je několik.

Nárůst tvrdosti o 50 HB znamená zajímavé zvýšení životnosti. Jelikož nárůst životnosti se zvyšující se tvrdostí není lineární a je různý pro různé minerály a horniny /viz. Strojní kaleidoskop, květen 2004, str. 29/, je možné jej kvalifikovaně odhadnout jen pro konkrétní horninu nebo minerál. Z tabulky 1 je zřejmé, že odhadovaný nárůst životnosti, pro třecí abrazi je u oceli „450 HB“ o 15 až 75 % vyšší oproti oceli tvrdosti 400 HB. Nejnižší, 15 % nárůst životnosti, platí pro křemen a dal-

ší extrémně tvrdé minerály, kde se již většinou používají oceli o tvrdosti 500 HB nebo dokonce 600 HB. Pro skupinu nejčastěji se vyskytujících, měkčích a středně tvrdých hornin a minerálů, je pak nárůst životnosti 40 až 75 % (přičemž cenový rozdíl mezi ocelí „400“ a „450“ je pouze cca 5 procent). Zajímavé je, že další nárůst životnosti, při zvýšení tvrdosti z 450 HB na 500 HB je již zhruba pouze poloviční než při zvýšení z 400 HB na 450 HB.

Dalším důvodem proč právě „450 HB“ by mohlo být novým standardem otěruvzdorných plechů je, že nárůst tvrdosti o 50 HB není tak veliký, aby významně ovlivnil houževnatost a zpracovatelnost (technologičnost) oceli. V další tabulce 2 je pro oceli HARDOX vidět srovnání technologických vlastností a houževnatosti pro tvrdosti 400 HB, 450 HB a 500 HB.

V neposlední řadě je samozřejmě výhodou, že otěruvzdorné plechy s tvrdostí 450 HB již existují. V současné době se používají především v tloušťkách 4 až 12 mm na korby nákladních aut nebo dumpřů. V těchto aplikacích musí běžně odolávat rázovému namáhání a jejich houževnatost se ukazuje být dostatečnou. Některé typy koreb, vyráběných z těchto plechů, jsou bez výztuh, v podstatě samonosné, a ani v těchto případech nejsou svarové spoje zdrojem problémů. Dá se říci, že se jedná o vyzkoušený materiál. Nicméně, stejně jako v případě stávajícího standardu „400 HB“, budou hodnoty houževnatosti a zpracovatelnosti různé pro různé výrobce, respektive značky ocelí. Také, ako u ocelí 400 HB, nebude číslo „450“ za značkou oceli vždy znamenat, že ocel má průměrnou tvrdost 450 HB!

Vývoj otěruvzdorných ocelových plechů za poslední desetiletí, spolu s rozvojem technologií jejich zpracování, umožňuje opustit stávající standard tvrdosti těchto ocelí „400 HB“ a přijmout standard nový, který zaručí vyšší životnost bez citelné ztráty houževnatosti a zpracovatelnosti. Je pravděpodobné, že novým standardem by mohla být ocel „450 HB“.

ivan.mika@ssab.com  
www.hardox.cz

TAB. 1	Životnost oceli	
	„450 HB“ oproti „400 HB“	„500 HB“ oproti „450 HB“
Vápenec	+ 40 %	+ 24 %
Čedič	+ 40 %	+ 36 %
Žula	+ 75 %	+ 21 %
Křemen	+ 15 %	+ 13 %

Platí pro třecí abrazi

TAB. 2	Houževnatost	Svařitelnost	Poloměr ohybu	Přehřev při dělení plamenem
	KV, -40°C	CEV	r / tl.plechu	Prof. 30mm
HARDOX 400	45 J	0,37	4,5	Ne
HARDOX 450	35 J	0,47	5,0	Ne
HARDOX 500	30 J	0,60	7,0	100 °C

Pro tl. plechu 20 mm (kromě přehřevu)