



Podľa normy EN ISO 4957 : 1999 sú ocele pre prácu za studena definované nasledovne:

Nelegované alebo legované nástrojové ocele pre účely použitia pri ktorých vo všeobecnosti teplota povrchu je pod teplotou 200 °C.

BÖHLER TOP PRODUKTY POUŽÍVANÉ V OBLASTI PRE PRÁCU ZA STUDENA

MICROCLEAN®

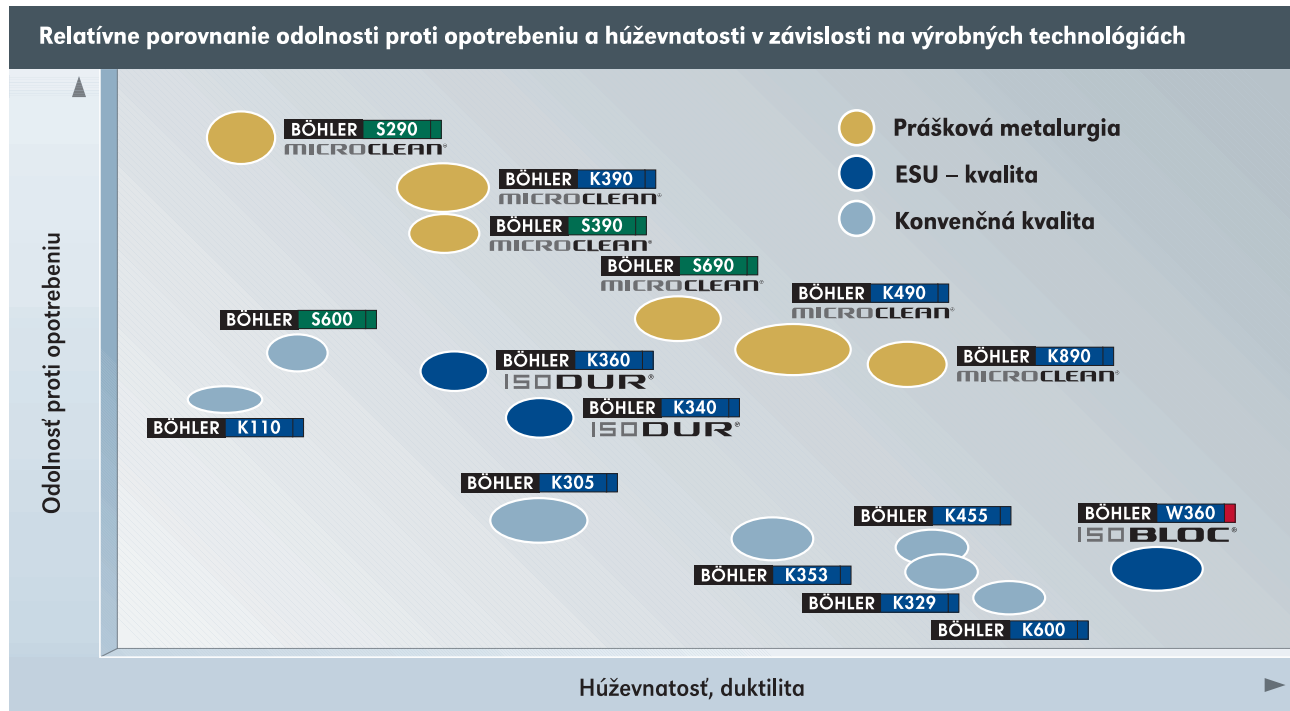
Ocele vyrábané práškovou metalúgiou 3. generácie

ISODUR®

Ocele pre prácu za studena v ESU – kvalite (Elektrotroskové pretavovanie)

ISOBLOC®

Ocele pre prácu za tepla v ESU – kvalite (Elektrotroskové pretavovanie)



HLAVNÉ VLASTNOSTI OCELÍ PRE PRÁCU ZA STUDENA VPLYVAJÚCE NA VÝKON NÁSTROJA

- **Odolnosť proti opotrebeniu** (tvrdosť; tvar, množstvo a rozloženie karbidov)
- **Húževnatosť**
- **Odolnosť proti tlakovému zaťaženiu** – medza klzu v tlaku – odolnosť proti plastickej deformácii
- **Odolnosť proti popusteniu**
- **Malá náchylnosť na deformáciu pri tepelnom spracovaní** (rozmerová stabilita)

Odolnosť proti opotrebeniu

Pri tvárnení kovov obvykle spolupôsobí viac druhov opotrebenia (adhezívne, erozívne, únavové a iné). **Odolnosť proti opotrebeniu** je vo veľkej miere úmerná tvrdosti a odolnosti proti plastickej deformácii a taktiež je závislá na odolnosti proti dodatočnému popusteniu, ale predovšetkým ju ovplyvňuje množstvo, druh, tvar a rozloženie karbidov. Odolnosť proti opotrebeniu závisí od obsahu uhlíka a karbidotvorných prvkov, najmä od V, ale taktiež aj od Mo, W a Cr.

Húževnatosť

Húževnatosť nástrojových ocelí a ich odolnosť proti krehkému porušeniu výrazne ovplyvňuje:

- Chemické zloženie ocele
- Stupeň čistoty
- Stupeň prekovania
- Veľkosť austenitického zrna
- Množstvo, veľkosť a rozloženie karbidických a iných fáz
- Vnútorne napätia

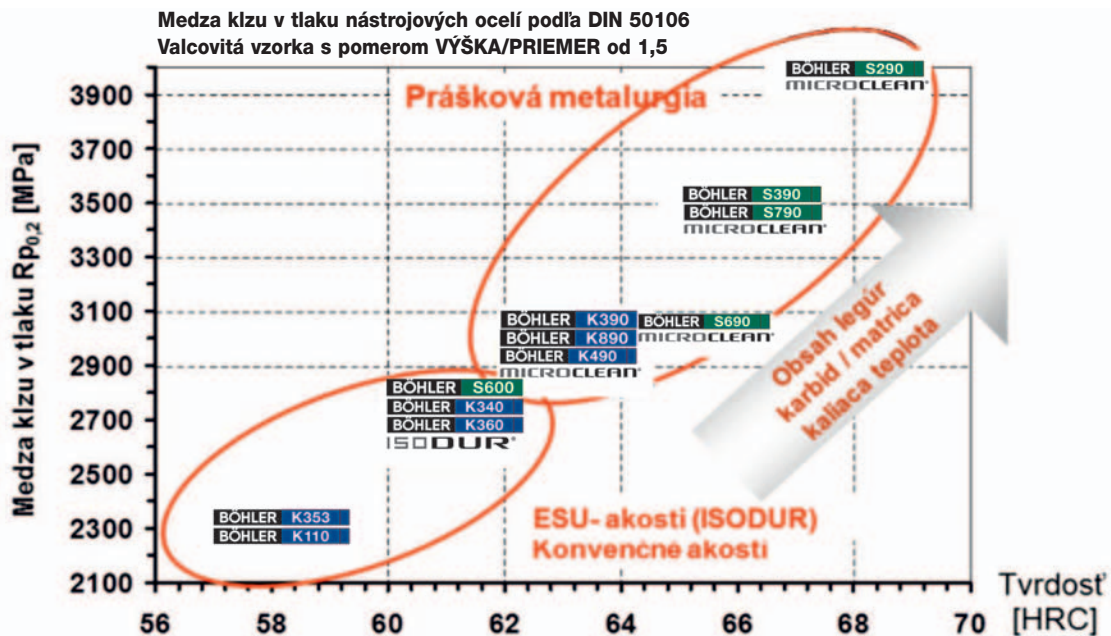
Húževnaté nástrojové ocele sa okrem vysokej pevnosti vyznačujú aj vysokou **duktilitou**. Pod duktilitou sa rozumie schopnosť materiálu znášať deformácie pri cyklickom zaťažení plasticke bez krehkého porušenia. Ťažnosť je charakteristická materiálová vlastnosť a používa sa k určaniu duktility. Materiál s vyššou ťažnosťou má vyššiu bezpečnosť proti vzniku lomu.

Odolnosť proti tlakovému zaťaženiu

Po prekročení medze klzu v tlaku nástrojovej ocele nastáva **plastická deformácia**, čo u nástrojov spôsobuje zmenu tvaru resp. poškodenie. Odolnosť proti tlakovému namáhaniu zvyšuje tvrdosť. **Tvrdosť** pri nástrojových oceliach závisí od popustenej martenzitickej matrice, od tvrdosti prítomných karbidických fáz a ich vytvrdzovacieho účinku.



Porovnanie odolnosti vybraných ocelí Böhler proti tlakovému namáhaniu



Odolnosť proti popusteniu

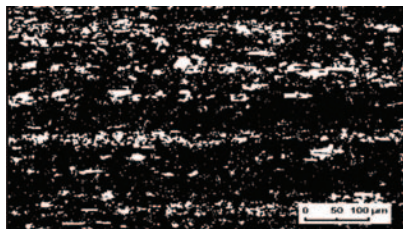
Zvýšená odolnosť proti popusteniu sa dosahuje legovacími prvkami, ktoré posúvajú jednotlivé deje prebiehajúce pri popúšťaní zakalených ocelí k vyšším teplotám.

VPLYV TECHNOLOGIE VÝROBY NÁSTROJOVEJ OCELE NA ŽIVOTNOSŤ NÁSTROJOV

Konvenčná metalurgia

Nástroje vyrábané z materiálov konvenčnej kvality dosahujú nižšie životnosti ako nástroje z materiálov ESU kvality (elektrotroskovo pretavované), či PM materiálov (vyrábané práškovou metalurgiou). Je to spôsobné nasledovnými dôvodmi:

- Materiály vyrábané konvenčnou metalurgiou majú hrubozrnnú štruktúru, tvorenú hrubými karbidmi.
- Karbidy sa ukladajú v smere valcovania do riadkov. Riadkovitosť je najvýraznejšia v strede veľkých priemerov.
- Nehomogénne vlastnosti a tým aj rozdielne rozmerové zmeny v pozdĺžnom a priečnom smere.
- Nižší stupeň čistoty.
- Nižšia húževnatosť vyplývajúca z nízkej homogenity štruktúry.

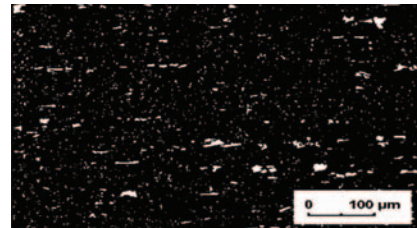


Mikroštruktúra ocele vyrábanej konvenčnou metalurgiou (ocel 1.2379)

Elektrotroskové pretavovanie (ESU-kvalita)

Nástroje vyrábané z materiálov ESU kvality (elektrotroskovo pretavované) sa vyznačujú nasledovnými vlastnosťami:

- Vynikajúca čistota štruktúry – minimálny obsah síry a nekovových vmestkov.
- Homogénna štruktúra v celom priereze aj pri veľkých priemeroch.
- Rovnomerné rozmerové zmeny v pozdĺžnom a priečnom smere.
- Vďaka homogénnejšej štruktúre ocele ESU kvality majú zároveň oproti oceliam vyrobených konvenčnou metalurgiou výrazne vyššiu húževnatosť pri porovnateľnej odolnosti proti opotrebovaniu.

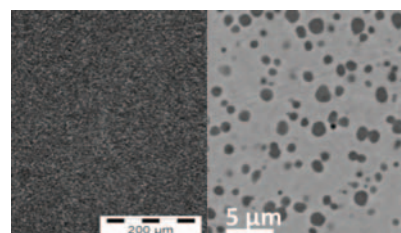


Mikroštruktúra ocele vyrábanej konvenčnou metalurgiou (Böhler K340 ISODUR)

Prášková metalurgia 3. generácie – MICROCLEAN

Ocele pre najvyššie požiadavky:

- Jemné, rovnomerne rozložené karbidy
- Najvyššia metalurgická čistota
- Izotropné vlastnosti
- Maximálna odolnosť proti opotrebovaniu pri súčasnej vysokej húževnatosti
- Vysoká tvrdosť
- Veľmi dobrá rozmerová stabilita
- Vysoká tlaková odolnosť
- Dobrá leštiteľnosť



Mikroštruktúra ocele vyrábanej práškovou metalurgiou (Böhler K390 MICROCLEAN)



MECHANIZMY POŠKODENIA NÁSTROJOV PRE PRÁCU ZA STUDENA A MOŽNOSTI VYHNÚŤ SA ICH VZNIKU

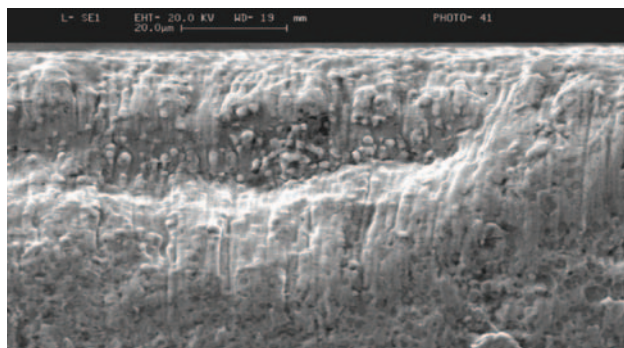
Abrázívne opotrebenie

Pri abrázii (abrazívnom opotrebovaní) dochádza v dôsledku pohybu dvoch povrchov v kontakte (napr. strižný nástroj, strihaný materiál) k oddeľovaniu a premiestňovaniu častí materiálu. Pri nástrojoch pre prácu za studena dochádza hlavne k erózii matrice nástroja. Tento proces spomaľujú karbidy.

Abrázívne opotrebovanie – erózia matrice

Riešenie:

Materiály s vysokopevnou matricou s tvrdou karbidickou zložkou.



Abrázívne opotrebenie na strižnej hrane

Adhezívne opotrebenie

Adhezívne opotrebenie je charakterizované oddeľovaním a premiestňovaním častíc materiálu v miestach, v ktorých dochádza pri vzájomnom pohybe k tesnému priblíženiu a k mikronávaru na stykovej ploche. Častice vytrhávané z materiálu môžu naspäť priľnúť k jednému, alebo k druhému funkčnému povrchu, alebo sa môžu medzi funkčnými povrchmi pohybovať.

Adhézia obzvlášť vzniká, keď medzi vzájomne pohybujúcimi povrchmi nie je žiadna oddeľujúca vrstva.

Jedným z riešení pre vznik, respektíve zmiernenie adhezívneho opotrebovania je povlakovanie nástroja, prípadne použitie nástrojovej ocele s prídavkom hliníka, ktoré vytvárajú na povrchu nástroja jemnú oxidickú vrstvu. Patria sem materiály Böhler K340 ISODUR a Böhler K360 ISODUR.

Zároveň sú tu riešením nástrojové ocele s vysokopevnou matricou s vysokým podielom jemných karbi-

dov, s pravidelným rozdelením. Takéto vlastnosti ponúkajú ocele vyrábané práškovou metalurgiou

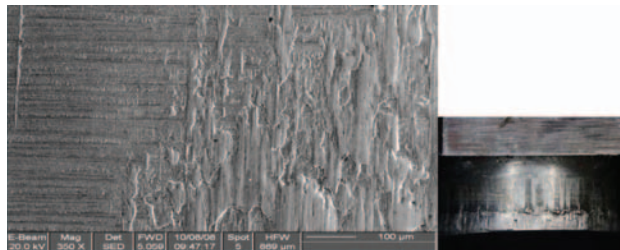
Adhezívne opotrebenie – mikronávary, oddeľovanie a premiestňovanie častíc materiálu na nástroji

Riešenie:

Povlakovanie.

Použitie ocelí s obsahom Al (Böhler K340 ISODUR, Böhler K360 ISODUR).

Použitie ocelí vyrábaných práškovou metalurgiou (PM Materiály).



Adhezívne opotrebenie na strižnej hrane

Únava

Pod únavou materiálu sa rozumie vznik a rast trhliny v dôsledku cyklického namáhania. Únavová trhlina vzniká v prechodovej zóne medzi silne plasticky a slabo plasticky až elasticky namáhanou časťou nástroja, v dôsledku ťahových napätí.

Typickým poškodením nástroja v dôsledku únavy sú vyštiepenia na činnej časti.

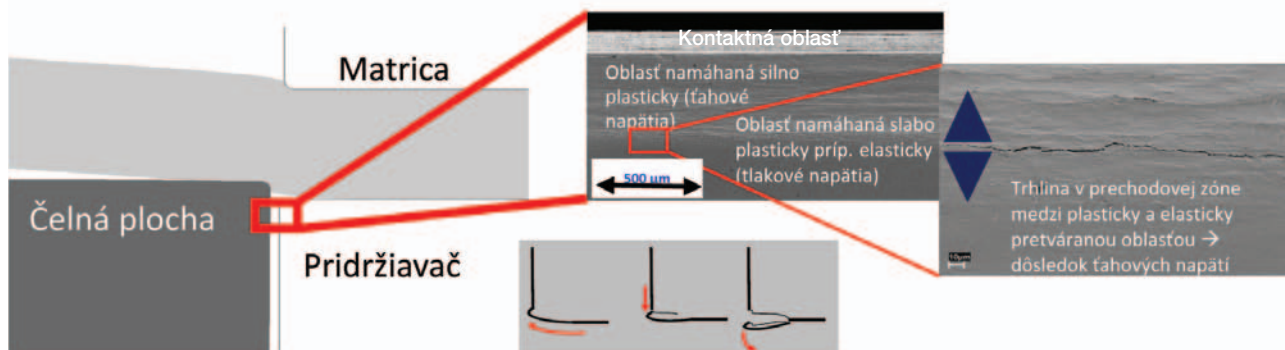


Príklad poškodenia strižníka pre presné strihanie – vyštiepenia na činnej časti

Únavové opotrebenie – vyštiepenie, plastická deformácia

Riešenie:

Pre nástroje používať materiály s vysokou homogénnou štruktúrou, s minimálnou veľkosťou vnútorných chýb (malé karbidy, minimálny obsah nekovových vmestkov), s vysokou medzou kluzu a duktilitou.

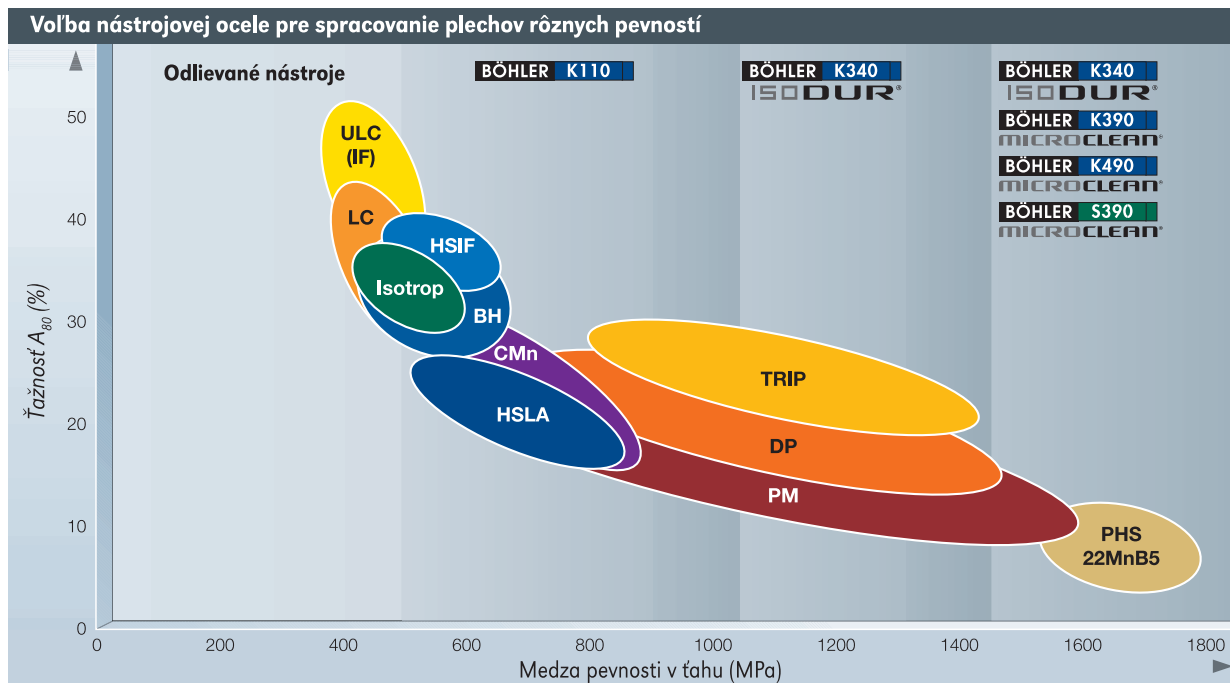


Mechanizmus poškodenia nástroja v dôsledku únavového opotrebenia



STRIHANIE/DIEROVANIE VYSOKOPEVNÝCH PLECHOV

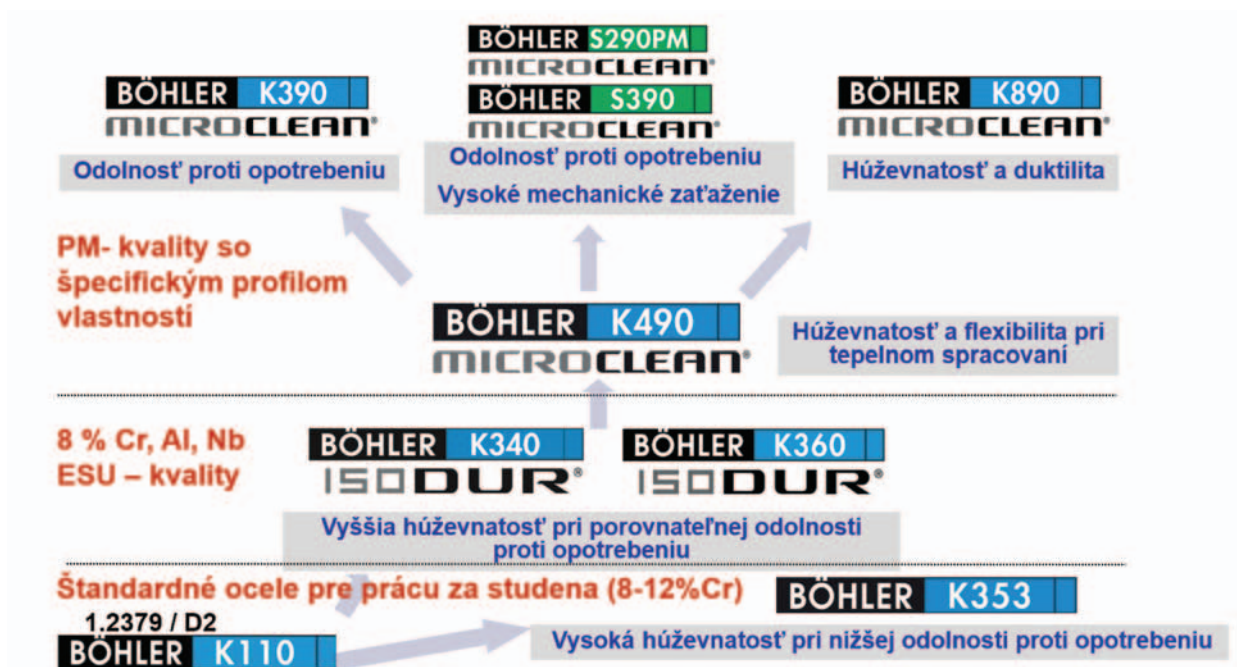
Z dôvodu úspory váhy, zmenšovaniu nosných priereзов namáhaných dielov a zvyšovania tuhosti karosérie sa stále viac používajú vysoko pevné materiály. Súčiastky tak dosahujú medzu pevnosti v ťahu až nad 1500 MPa.



- ULC Ultra low carbon steels
Super nízko uhlíkové ocele
- LC Low carbon steels
Nízko uhlíkové ocele
- HSIF High strength IF steels
Vysoko pevné IF ocele
- Isotrop Isotropic steels
Izotropné ocele
- BH Bake-hardening steels
BH ocele
- HSLA High-strength low alloyed steels
Vysoko pevné nízko legované ocele
- TRIP Transformation induced plasticity steels
Ocele s transformačne vyvolanou plasticitou
- CMn Carbon manganese steels
Uhlíkové mangánové ocele
- DP Dual phase steels
Dvojfázové ocele
- PM Partial martensitic steels
Čiastočne martenzitické ocele
- PHS Presshardened steels
Termo-mechanicky spracované ocele

VOĽBA VHODNEJ NÁSTROJOVEJ OCELE PRE PRÁCU ZA STUDENA

Orientačná schéma pre správny výber Böhler ocelí pre prácu za studena





VOLBA VHODNEJ NÁSTROJOVEJ OCELE PRE RÔZNE OBLASTI PRE PRÁCU ZA STUDENA

Ocele pre prácu za studena je možné použiť v rôznych oblastiach.

- strihanie a dierovanie
- razenie mincí
- tvárnenie za studena
- oblasť priemyselných a strojných nožov

UPOZORNENIE: Porovnávanie hodnôt jednotlivých vlastností je výrazne závislé na tepelnom spracovaní.

RELATÍVNE POROVNANIE VLASTNOSTÍ PRE STRIHANIE A DIEROVANIE

BÖHLER označenie	Odolnosť proti opotrebeniu		Húževnatosť	Odolnosť proti tlakovému zaťaženiu	Rozmerová stabilita
	Abrazívne opotrebenie	Adhezívne opotrebenie			
BÖHLER K100	★★★	★	★	★	★★
BÖHLER K110	★★★	★	★	★★	★★
BÖHLER K305	★	★	★★★★	★	★
BÖHLER K340 ISODUR®	★★★	★★★★	★★★	★★★	★★★
BÖHLER K353	★★	★★★	★★★★★	★★	★★
BÖHLER K360 ISODUR®	★★★★	★★★★	★★	★★★	★★★
BÖHLER K390 MICROCLEAN®	★★★★★	★★★★★	★★★★	★★★★	★★★★
BÖHLER K490 MICROCLEAN®	★★★★	★★★★	★★★★★	★★★	★★★★
BÖHLER K890 MICROCLEAN®	★★★	★★★	★★★★★	★★★	★★★★
BÖHLER K455	★	★	★★★★★	★	★
BÖHLER K600	★	★	★★★★★	★	★
BÖHLER S600	★★	★★	★	★★★	★★
BÖHLER S290 MICROCLEAN®	★★★★★	★★★★★	★★	★★★★★	★★★★
BÖHLER S390 MICROCLEAN®	★★★★★	★★★★	★★★	★★★★	★★★★
BÖHLER S690 MICROCLEAN®	★★★★	★★★	★★★★	★★★	★★★★
BÖHLER W360 ISOBLOC®	★	★	★★★★★	★	★★

RELATÍVNE POROVNANIE VLASTNOSTÍ PRE RAZENIE MINCÍ

BÖHLER označenie	Odolnosť proti opotrebeniu		Húževnatosť	Odolnosť proti tlakovému zaťaženiu	Rozmerová stabilita
	Abrazívne opotrebenie	Adhezívne opotrebenie			
BÖHLER K340 ISODUR®	★★★	★★★★	★★★	★★★	★★★
BÖHLER K455 *	★★	★	★★★★★	★★	★
BÖHLER K605	★	★	★★★★★	★	★
BÖHLER K490 MICROCLEAN®	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★
BÖHLER K890 MICROCLEAN®	★★★	★★★★	★★★★★	★★★	★★★★

* možnosť výroby na požiadanie v ESU kvalite a taktiež vo VMR kvalite



RELATIVNÉ POROVNANIE VLASTNOSTÍ PRE TVÁRNE NIE ZA STU DENA

BÖHLER označenie	Odolnosť proti opotrebeniu		Húževnatosť	Odolnosť proti tlakovému zataženiu	Rozmerová stabilita
	Abrazívne opotrebenie	Adhezívne opotrebenie			
BÖHLER K110	★★★	★	★	★★	★★
BÖHLER K340 ISODUR®	★★★	★★★★	★★★★	★★★	★★★
BÖHLER K353	★★	★★★	★★★★★	★★	★★
BÖHLER K360 ISODUR®	★★★★	★★★★	★★	★★★	★★★
BÖHLER K390 MICROCLEAN®	★★★★★	★★★★★	★★★★	★★★★	★★★★
BÖHLER K490 MICROCLEAN®	★★★★	★★★★	★★★★★	★★★	★★★★
BÖHLER K890 MICROCLEAN®	★★★	★★★	★★★★★	★★★	★★★★
BÖHLER S390 MICROCLEAN®	★★★★★	★★★★	★★★	★★★★	★★★★
BÖHLER S690 MICROCLEAN®	★★★★	★★★	★★★★	★★★	★★★★
BÖHLER W360 ISO BLOC®	★	★	★★★★★	★	★★

RELATIVNÉ POROVNANIE VLASTNOSTÍ PRE PRIEMYSELNÉ A STROJNÉ NOŽE

BÖHLER označenie	Odolnosť proti opotrebeniu		Húževnatosť	Odolnosť proti tlakovému zataženiu	Rozmerová stabilita
	Abrazívne opotrebenie	Adhezívne opotrebenie			
BÖHLER K110	★★★	★★	★	★★	★★
BÖHLER K306	★	★	★★★★	★	★
BÖHLER K329	★★	★	★★★★	★★	★
BÖHLER K340 ISODUR®	★★★	★★★★★	★★	★★★	★★★
BÖHLER K353	★★★	★★★★	★★★	★★	★★
BÖHLER K360 ISODUR®	★★★★	★★★★★	★★	★★★	★★★
BÖHLER K490 MICROCLEAN®	★★★★★	★★★★★	★★★	★★★★	★★★★
BÖHLER K600	★	★	★★★★	★	★
BÖHLER S600	★★	★★★	★	★★★	★★
BÖHLER W302 ISO BLOC®	★	★	★★★★	★	★
BÖHLER W360 ISO BLOC®	★	★	★★★★★	★	★★