



Docol®

**Docol UHS –
Extrémne pevné,
za studena
valcované ocele**

Ľahké – pevné – tvárniteľné

SSAB
SWEDISH STEEL





Za studena valcované ocele s extrémne vysokou pevnosťou od spoločnosti SSAB Tunnpłat, označované ako Docol UHS, zaručujú najnižšiu pevnosť v ťahu medzi 800 N/mm² a 1 400 N/mm² a pevnosť v klze viac než 550 N/mm². Ocele Docol UHS ponúkajú množstvo konkurenčne výhodných vlastností.

Vysoké hodnoty pevnosti v klze u ocelí Docol UHS umožňujú znížiť hrúbku plechu vo vašom výrobku a súčasne aj znížiť náklady na materiál.

Vzhľadom na to, že je pevnosť dôležitou vlastnosťou, za ktorú sa pri nákupe ocele platí, zvážte, koľko platíte za každý N/mm² namiesto nákladov za kilogram. Čím vyššiu pevnosť v klze si zvolíte, tým nižšia je cena za N/mm². Keď sa preto rozhodnete pre ocele Docol UHS, kúpите si omnoho vyššiu pevnosť v klze za nižšie náklady. Vysoká pevnosť ocele Docol UHS ponúka možnosti pre veľké zníženia hmotnosti a s tým spojené úspory, ktoré ďalej ponúkajú veľké výhody z hľadiska ochrany životného prostredia ako pri výrobe ocele, tak aj počas životnosti dokončeného produktu.

O B S A H

4–5 **Jedinečné vlastnosti otvárajú jedinečné možnosti**

6–7 **Moderné ocele pre mnoho použití**

8–9 **Ocele Docol UHS – triedy a veľkosti**

10–25 **Technické vlastnosti**

Strihanie a dierovanie, laserové rezanie, tvárnenie, absorpcia energie, starnutie, odolnosť voči otrasom a nárazom, mechanické a tepelné tvrdenie, tepelné spracovanie, únava materiálu, zváranie, povrchová úprava

26–29 **Nástrojové ocele**

30–31 **Ocele Docol UHS v konštrukčnej práci**

32–33 **Dovoľte nám, aby sme vám pomohli využiť výhody ocelí s extrémne vysokou pevnosťou**

34 **Čo je dôležité vedieť**

35 **Životné prostredie a recyklovanie**

Jedinečné vlastnosti otvárajú jedinečné možnosti

Za studena tvárnené ocele s extrémne vysokou pevnosťou, označované ako Docol UHS, získavajú svoje jedinečné vlastnosti v kontinuálnej žihacej linke SSAB Tunnpłat.

Oceľ sa žiha pri teplotách medzi 750°C a 850°C podľa triedy ocele a potom sa spevňuje kalením vo vode.

Ďalším stupňom je temperovanie, pričom sa oceľ zahreje na 200–400°C, a tým získa svoju konečnú štruktúru, ktorej vďačí za svoju húževnatosť a dobrú tvárnosť. Tento unikátny žihací proces vytvára temperovanú martenzitovú štruktúru, ktorá je základom pre vysokú pevnosť ocele.

Žihanie aj temperovanie sa vykonáva v inertnej atmosfére, ktorá zabraňuje, aby oceľ oxidovala a pás ocele medzi kalením a temperovaním prebieha moriacim kúpeľom, aby sa odstránil tenký oxidový film, ktorý sa vytvoril počas kalenia.

MIKROSKOPICKÁ ŠTRUKTÚRA OCELÍ

Mikroskopická štruktúra ocelí sa skladá z martenzitu, ktorý tvorí tvrdú fázu a feritu, ktorý je mäkký. Pevnosť ocele rastie so vzrastajúcim obsahom tvrdej martenzitovej fázy.

Podiel martenzitu určuje obsah uhlíku v oceli a tepelný cyklus, ktorému je oceľ vystavená v kontinuálnom žihacom procese.

ČISTÝ MATERIÁL S DOBRÝMI VLASTNOSTAMI

Vzhľadom na to, že je proces kalenia vo vode rýchly, je pri výrobe ocelí Docol UHS potrebných iba veľmi málo legúr. Aby sa docielila potrebná kaliteľnosť, pridáva sa iba malé množstvo uhlíka, kremíka a mangánu.

Výsledkom je oceľ s dobrou zvárateľnosťou a tvárnosťou a trvalými vlastnosťami. Ocele Docol UHS je možné rezať, tvarovať a zvärať tradičnými metódami.

VHODNÉ PRE SÉRIOVÚ VÝROBU

Ocele Docol UHS sú vhodné pre použitie modernej sériovej výroby, pri ktorej sa súčasti môžu vyrábať v neprerušovanom toku bez prestávok na tepelné spracovanie.

Ocele Docol UHS, použité v sériovej výrobe, môžu znížiť náklady na manipuláciu, znížiť náklady na energiu potrebnú na ohrev, zlepšiť produktivitu a skrátiť výrobné časy.

Vzhľadom na to, že sú ocele Docol UHS už vytvrdené a temperované pred dodávkou, nie je potrebné ich tepelne spracovávať a môžu preto nahradiť ocele s vysokým obsahom uhlíka.

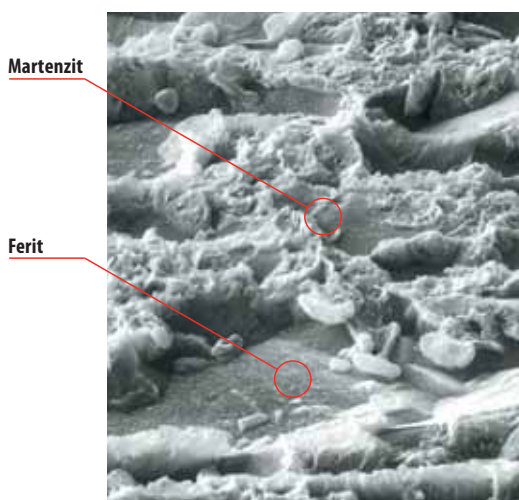
DOBRA TVÁRNOŠŤ

Aj keď sú veľmi pevné, napriek tomu sú ocele Docol UHS dobre tvarovateľné a môžu sa tvarovať v bežných tradičných procesoch.

V mnohých prípadoch sa ocele Docol UHS používajú na zníženie hmotnosti tým, že sa nimi nahradí silnejší materiál s nízkou pevnosťou. Oceľ Docol UHS sa môže často spracovávať rovnakým spôsobom ako materiál, ktorý nahrádza, napriek tomu že je hrúbka jedným z činiteľov, ktoré určujú tvarovacie vlastnosti pre lisovanie, ohýbanie a strihanie

ŠETRNE K ŽIVOTNÉMU PROSTREDIU

Použitie ocelí Docol UHS so sebou prináša aj mnoho výhod vo vzťahu k životnému prostrediu.



Mikrografický snímok ocele Docol 800 DP v riadkovacom elektrickom mikroskope (X 500). Na snímke sú vidieť martenzitové a feritové fázy.



Ak je znížená hmotnosť produktu, je potrebné menej materiálu a tým je možné ušetriť energiu pri výrobe.

Menej energie bude taktiež potrebné pri preprave ocele.

Ak sa ocele Docol UHS použijú na zníženie hmotnosti automobilu, dôjde tiež k zníženiu spotreby energie a množstva emitovaných výfukových plynov vozidla.

Oceľ Docol UHS sa vytvrdzuje už pri výrobe. To eliminuje náklady na ohrev v hutníckej peci a nepriaznivý vplyv, ktorý

takéto pece majú na životné prostredie. Navyše je oceľ možné úplne vrátiť späť do výroby ďalších produktov (recyklovať) v už existujúcich systémoch.

MNOHO TYPOV POUŽITIA

Svojou vysokou pevnosťou sú ocele Docol UHS vhodné na mnoho rôznych použití v automobilovom priemysle, obzvlášť pre súčasti zaisťujúce bezpečnosť.

Automobilový priemysel používa ocele Docol UHS na súčasti ako sú nosníky

pre bočnú ochranu proti nárazu, nárazníky, sedadlá a ostatné časti, ktoré vyžadujú najvyššiu možnú pevnosť, najnižšiu možnú hmotnosť a vysokú schopnosť absorbovať nárazovú energiu.

Ocele Docol UHS sa taktiež používajú tam, kde sa vyžaduje vysoká odolnosť voči nárazu, otrasom a opotrebeniu, napr. puzdrá na počítače zabezpečené proti krádeži a dopravníkové pásy. Ďalšie príklady použitia sú na ďalšej strane.

Moderné ocele pre mnoho použití

Ocele Docol UHS sú ocele veľmi dokonalé technológie s vynikajúcimi vlastnosťami.

To ale neodsudzuje ocele Docol UHS iba na moderné použitie.

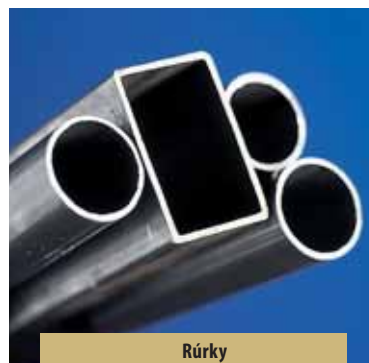
Práve naopak, ocele Docol UHS je možné použiť aj pre najjednoduchšie produkty.

Prechod na ocele Docol UHS je jednoduchý, pretože je ich možné tvarovať a spracovať rovnakým spôsobom ako materiály, ktoré používate doposiaľ, v rovnakých procesoch a s rovnakým zariadením, ktoré používate dnes.

Ocele Docol UHS vám umožnia znížiť náklady na materiál a výrobu a súčasne vyrobiť produkt, ktorý je ľahší a pevnejší a má vlastnosti, ktoré ho činia omnoho šetrnejším k životnému prostrediu.

Na obrázkoch vo vedľajšom stĺpci sú uvedené príklady použitia ocelí Docol UHS ako pre jednoduché, tak pre omnoho zložitejšie súčasti.

Vy však iste objavíte oveľa lepšie príklady vo svojom výrobnom okolí...



Rúrky



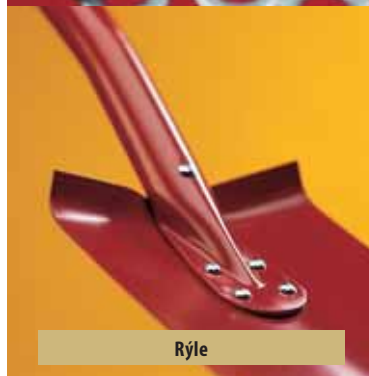
Prepravné kliečky



Podložky



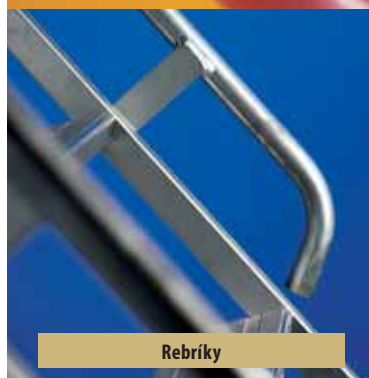
Sťahovacie tesniace pásy na hadice



Rýle



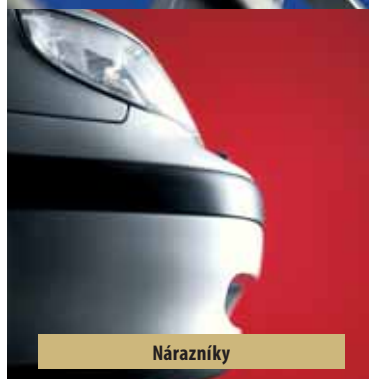
Úložné skrine na zbrane a sejfy



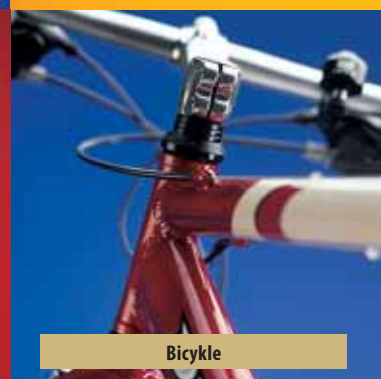
Rebríky



Poistné krúžky



Nárazníky



Bicykle



Detské sedačky pre osobné vozidlá



Opierky nákladu pre nákladné vozidlá



Ochranné plechy na spodnú časť dverí



Žalúzie



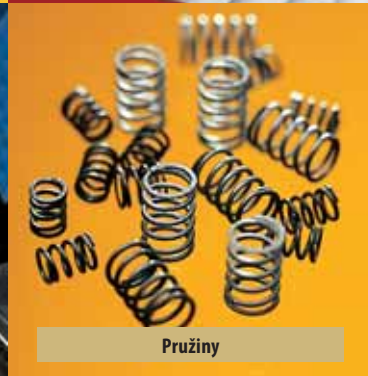
Spojkové kotúče



Sekačky na živé ploty



Miešacky betónu



Pružiny



Nože



Nábytok z ocelových rúrok



Páskové meradlá (ocelové meracie pásy)



Vlakové sedadlá



Pílkové listy



Nosníky chrániace pred účinkami nárazu



Ocelové špičky topánok



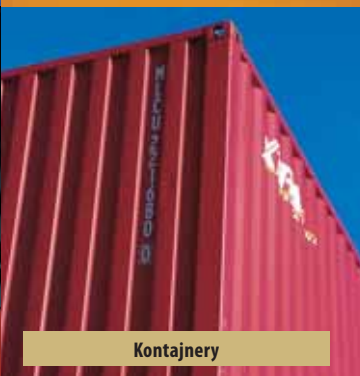
Reťaze



Detské kočiariky



Vodidlá sedadiel v osobnom vozidle



Kontajnery



Svorky

Ocele Docol UHS – triedy a veľkosti

Ocele Docol UHS v sebe spájajú vysokú pevnosť a vynikajúcu ťažnosť.

Ocele sa dodávajú so zaručenou minimálnou pevnosťou v ťahu medzi 800 N/mm² a 1 400 N/mm².

Značne vyššiu pevnosť v klze je možné pri konečnej súčasti docieľiť využitím vlastností ocelí získaných mechanickým tvrdením za studena a za tepla.

OCELE TYPU DP A DL

Skupina ocelí Docol UHS zahŕňa aj ocele typu DP a DL.

Ocele DP majú vysoký pomer medzi pevnosťou

v klze a pevnosťou v ťahu, čo znamená, že majú dobrú schopnosť rozložiť napätie vzniknuté počas spracovania.

Ocele DL sa vyrábajú tak, aby rozdiel medzi pevnosťou v klze a pevnosťou v ťahu bol väčší než pri oceliach typu DP. Výsledkom je, že ocele DL sú dokonca ešte tvárnejšie ako ocele DP.

Čísla v označení ocele udávajú minimálnu pevnosť v ťahu. Rozdiel medzi pevnosťou v klze a pevnosťou v ťahu je normálne veľký v stave po valcovaní, ale podstatne sa znižuje pri tvárnení za studena.



MECHANICKÉ VLASTNOSTI

Trieda ocele	Pevnosť v klze $R_{p0.2}$ (N/mm ²) min – max	Pevnosť v klze po tepelnom tvrdení, $R_{p0.2} + BH^{**}$ (N/mm ²) min	Pevnosť v ťahu, R_m (N/mm ²) min – max	Ťažnosť A_{80} min (%)	Minimálny odporúčaný polomer ohybu pri ohybe 90°
Docol 800 DP	500 – 650	650	800 – 950	8	1 x hrúbka plechu
Docol 800 DL*	390 – (540)	550	800 – 950	13	1 x
Docol 1000 DP	700 – 950	850	1000 – 1200	5	3 x
Docol 1200 M	950 – (1200)	1150	1200 – 1400	4	4 x
Docol 1400 M	1150 – (1400)	1350	1400 – 1600	3	4 x

*) Vo vývoji

**) BH = tepelné tvrdenie po pomernom predĺžení 2% a ohreve na 170°C po dobu 20 min.

() = hodnoty v zátvorkách sú nezarúčené

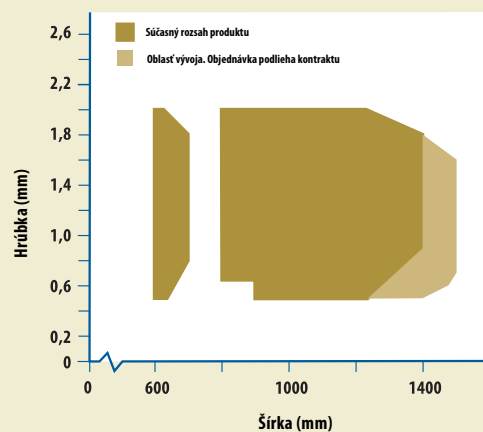
CHEMICKÉ ZLOŽENIE (TYPICKÉ HODNOTY)

Trieda ocele	C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Nb (%)	Al _{celk.} (%)
Docol 800 DP	0,13	0,20	1,50	0,015	0,002	0,015	0,04
Docol 800 DL*	0,14	0,20	1,70	0,015	0,002	0,015	0,04
Docol 1000 DP	0,15	0,50	1,50	0,015	0,002	0,015	0,04
Docol 1200 M	0,12	0,20	1,60	0,015	0,002	–	0,04
Docol 1400 M	0,17	0,50	1,60	0,015	0,002	0,015	0,04

*) Vo vývoji

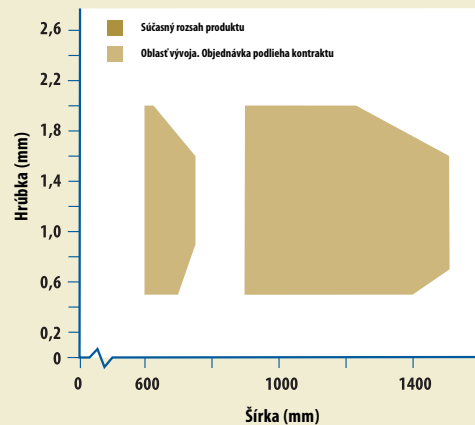


Rozsah veľkostí



Docol 800 DP a Docol 1000 DP

Rozsah veľkostí



Docol 800 DL, Docol 1200 M a Docol 1400 M

Technické vlastnosti

Technické vlastnosti

Strihanie a dierovanie	10
Laserové rezanie	10
Tvárenie	12
Absorpce energie	16
Starnutie	16
Odolnosť voči nárazu a otrasom	17
Mechanické a tepelné tvrdenie	18
Tepelné spracovanie	19
Únava materiálu	20
Zváranie ocelí Docol UHS	20
Povrchová úprava	25



STRIHANIE A DIEROVANIE

Pri strihaní materiálu s vysokou pevnosťou sa musí operácia strihania prispôbiť tak, aby zodpovedala tvrdosti, hrúbke a pevnosti v strihu ocele a konštrukcii, tuhosti a opotrebeniu použitých strojových nožníc alebo použitého strihacieho stroja.

Obzvlášť dôležitá je strižná vôľa ostria strojových nožníc. Strižnú vôľu určuje hrúbka plechu,

pevnosť ocele a požiadavky na vzhľad strižnej plochy. Čím hrubší je materiál a čím vyššia je pevnosť, tým väčšia musí byť strižná vôľa. Za normálnych okolností sa používa strižná vôľa 6% hrúbky plechu. Pre ocele Docol UHS sa odporúča strižná vôľa 10% hrúbky plechu. Pri väčšej strižnej vôli je rezná plocha čistejšia, ale zväčšuje sa aj horná strižná hrana.

Reznú silu v newtonoch je možné vypočítať z nasledujúceho výrazu:

$$F = \frac{K_{sk} \cdot t^2}{2 \cdot \tan \eta}$$

F = strižná sila (N)

Ksk = rezná pevnosť (e-krát pevnosť v ťahu)

η = strižný uhol strojných nožníc

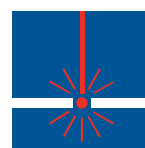
t = hrúbka plechu

Činiteľ e sa mení s pevnosťou v ťahu materiálu. Mäkké ocele, ako je DC01, majú e = 0,8, zatiaľ čo ocele Docol UHS majú e = 0,6. Potrebná strižná sila rastie s pevnosťou v ťahu. Prechod na ocel s vyššou pevnosťou obvykle vedie ku zníženiu

hrúbky a tým sa potrebná rezná sila podstatne znižuje. Skosené razidlo môže znížiť potrebnú reznú silu až o 50%.

Strižná vôľa je veľmi dôležitá pre opotrebenie počas dierovania. Menšia vôľa zvyšuje opotrebenie nástroja, čo znamená, že

sa nástroje musia častejšie ostríť.



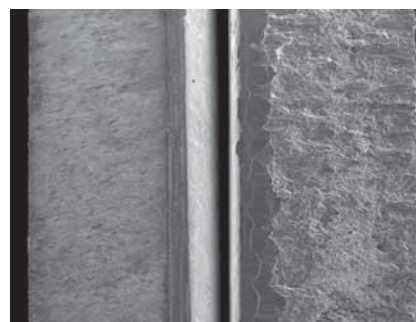
LASEROVÉ REZANIE

Súčasti vyrobené

z ocele Docol UHS môžu mať často zložité geometrické tvary. Laserové rezanie umožňuje tieto tvary vytvoriť už pri reznom procese bez toho, aby ich bolo potrebné dodatočne strojne opracovať. Laserové rezanie je rezný proces s vysokou kvalitou, vytvárajúci reznú plochu s vysokou kvalitou a presnosťou. Aby to bolo možné dosiahnuť, kladú sa prísne požiadavky na nastavenie strihacieho zariadenia a tiež na strihaný materiál. Jedným z činiteľov, ktoré majú na výsledky reznej operácie vplyv, je povrch materiálu, z ktorého sa majú súčasti vystrihnúť.

Povrch

Čistota povrchu oceleového plechu je jedným z najdôležitejších činiteľov na dosiahnutie vysokej kvality reznej plochy,



10 % hrúbky plechu

6 % hrúbky plechu

Vplyv strižnej vôle na vzhľad ostria rezu u ocele Docol 1400 M

Z triedy ocele	RELATÍVNA HRÚBKKA										
	Na triedu ocele										
	DC01	DC04	Docol 220 BH	Docol 260 BH	Docol 300 BH	Docol 280 YP	Docol 350 YP	Docol 800 DP	Docol 1000 DP	Docol 1200 M	Docol 1400 M
DC01	1,00	1,14	1,03	0,95	0,89	0,92	0,82	0,69	0,58	0,50	0,45
DC04	0,88	1,00	0,90	0,83	0,77	0,80	0,72	0,60	0,51	0,44	0,40
Docol 220 BH	1,12	1,12	1,00	0,95	0,90	0,96	0,91	0,65	0,58	0,53	0,49
Docol 260 BH	1,05	1,20	1,09	1,00	0,93	0,96	0,86	0,72	0,61	0,52	0,48
Docol 300 BH	1,13	1,29	1,17	1,07	1,00	1,04	0,93	0,77	0,65	0,56	0,51
Docol 280 YP	1,09	1,25	1,13	1,04	0,97	1,00	0,89	0,75	0,63	0,54	0,49
Docol 350 YP	1,22	1,39	1,26	1,16	1,08	1,12	1,00	0,84	0,71	0,61	0,55
Docol 800 DP	1,46	1,67	1,51	1,39	1,29	1,34	1,20	1,00	0,85	0,73	0,66
Docol 1000 DP	1,73	1,97	1,78	1,64	1,53	1,58	1,41	1,18	1,00	0,86	0,78
Docol 1200 M	2,01	2,30	2,08	1,91	1,78	1,84	1,65	1,38	1,16	1,00	0,91
Docol 1400 M	2,21	2,53	2,29	2,10	1,96	2,03	1,81	1,52	1,28	1,10	1,00

RELATÍVNA STRIŽNÁ SILA											
DC01	1,00	1,31	1,35	1,27	1,22	1,15	1,02	1,04	0,93	0,82	0,79
DC04	0,77	1,00	1,03	0,97	0,93	0,88	0,78	0,80	0,71	0,63	0,61
Docol 220 BH	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	0,75	0,75	0,75
Docol 260 BH	0,79	1,03	1,06	1,00	0,96	0,90	0,80	0,82	0,73	0,65	0,62
Docol 300 BH	0,82	1,07	1,10	1,04	1,00	0,94	0,84	0,86	0,77	0,68	0,65
Docol 280 YP	0,87	1,14	1,17	1,11	1,06	1,00	0,89	0,91	0,81	0,72	0,69
Docol 350 YP	0,98	1,28	1,32	1,25	1,20	1,13	1,00	1,02	0,91	0,81	0,78
Docol 800 DP	0,96	1,25	1,29	1,22	1,17	1,10	0,98	1,00	0,89	0,79	0,76
Docol 1000 DP	1,07	1,40	1,44	1,36	1,31	1,23	1,09	1,12	1,00	0,88	0,85
Docol 1200 M	1,21	1,58	1,63	1,54	1,48	1,39	1,24	1,27	1,13	1,00	0,96
Docol 1400 M	1,26	1,64	1,69	1,60	1,53	1,45	1,28	1,31	1,17	1,04	1,00

Použitie tabuľky:

Ak sa napr. prechádza z ocele DC04 na Docol 800 DP, je možné hrúbku zmenšiť o 60% pôvodnej hrúbky. Výsledkom je, že strižná sila pre Docol 800 DP bude 80% strižnej sily potrebnej pre strih materiálu DC04.

t.j. s malou uhlovou odchýlkou (kužeľovitost η) a hladkým povrchom rezu (Rz). Čistý povrch vytvára najlepšie podmienky pre strihanie s ohľadom na kvalitu rezu a výrobnú hospodárnosť.

Skúšobné výsledky

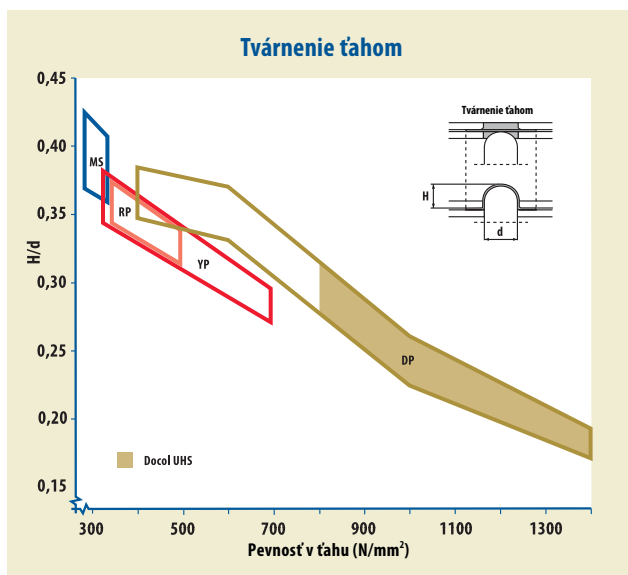
V posledných rokoch vzrástla obľuba laserového rezania ako reznej metódy. SSAB Tunnpłat preto podnikol štúdie vlastností laserového rezania ocelí Docol UHS ako vlastným výskumom, tak aj zhromaždením skúseností, ktoré získali spoločnosti,

ktoré laserové rezanie používajú. Výsledok týchto štúdií je možné zhrnúť nasledujúcim spôsobom:

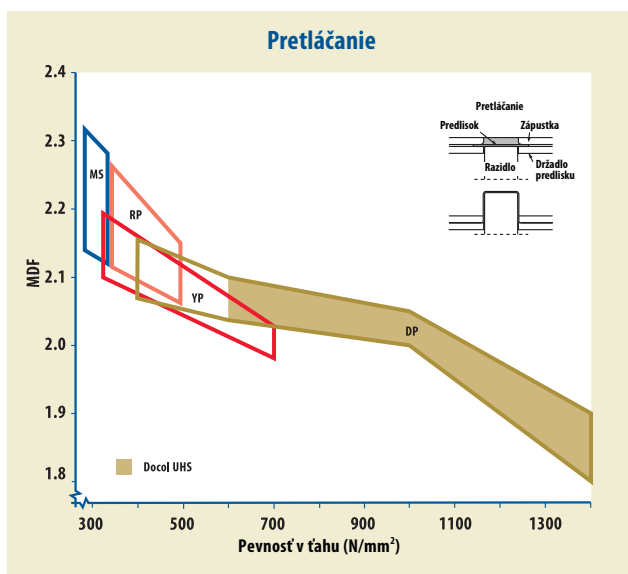
- Pre ocele Docol UHS nie je potrebné používať zvláštne parametre pre rezanie.
- Ocele Docol UHS zodpovedajú norme pre najvyššiu triedu v súlade s normou DIN 2310, časť 5, pre rezné hrany laserového rezania. To platí jednak pre povrchovú hladkosť, jednak pre kužeľovitost.
- Ocele Docol UHS neobsahujú žiadne veľké vtrúseniny, ktoré by

mohli mať poškodzujúci vplyv na výsledky reznej operácie.

- Zmeny v tvrdosti vznikajú iba v úzkej oblasti najbližšie k reznému okraju. Oblasť ovplyvnená teplom laserového lúča pri laserovom rezaní je veľmi úzka. Táto oblasť je tak blízko k hrane rezu a je tak úzka, že ju nasledujúca zvaracia operácia úplne eliminuje.



Tvárnosť ťahom, H/d ako funkcie pevnosti v ťahu mäkkých ocelí (MS) a ocelí Docol YR, RP a DP. Z grafu je zrejmä dobrá tvárnosť ťahom ocelí Docol UHS.



Obmedzujúci ťažný pomer (LDR) ako funkcia pevnosti v ťahu mäkkých ocelí (MS) a ocelí Docol YR, RP a DP. Z grafu je zrejmä dobrá tvárnosť pri pretláčaní ocelí Docol UHS.



TVÁRNE NIE

Navzdory svojej vysokej pevnosti sú ocele Docol UHS dobre tvárne a môžu sa tvarovať tradičnými spôsobmi. Trochu horšiu tvárnosť v porovnaní s mäkkšími ocelami je takmer vždy možné vyvážiť zmenou konštrukcie súčasti.

Tvárnenie ťahom

Pri tvárnení ťahom sa materiál uchytáva držadlom predlisiku a všetka plastická deformácia prebieha na raziidle. Materiál je podrobený napätiu v dvoch osiach, čo má za následok zmenšenie hrúbky. Ak je miestna deformácia príliš vysoká, dôjde k porušeniu materiálu. Vlastnosti pre tvárnenie ťahom závisia hlavne na schopnosti materiálu prerozdeliť napätie.

Existuje úzky vzťah medzi vlastnosťami materiálu pri tvárnení ťahom a jeho vlastnosťami pri mechanickom tvrdení, t.j. čím väčšie je mechanické tvrdenie, tým lepšie je rozdelenie napätia a tým sú aj lepšie vlastnosti pri tvárnení ťahom.

Vzhľadom na to, že sa ocele Docol UHS pri výrobe podrobujú značnému mechanickému vytvrd-

zovaniu, ich materiál má tiež lepšie vlastnosti pri tvárnení ťahom než ostatné ocele s porovnateľnou pevnosťou.

Pretláčanie

Pretláčanie je charakteristické tým, že sa celý predlisok alebo jeho väčšia časť pretláča zápustkou a pritlak držadla predlisiku je nastavený tak, aby sa zabránilo zvrásneniu.

Schopnosť materiálu vydržať pretláčanie určujú v zásade dva činitele:

- Schopnosť materiálu sa plasticky deformovať v rovine plechu (predlisiku), t.j. ako ľahko materiál tečie v ohybových partiách a premieňa sa na materiál bočnej steny počas pretláčania.
- Materiál bočnej steny musí byť schopný vydržať plastickú deformáciu v rovine predlisiku v smere hrúbky tak, aby sa tým zmenšilo nebezpečenstvo porušenia materiálu.

Pri porovnaní s ocelami, ktoré majú porovnateľnú pevnosť, sú ocele Docol UHS rovnako dobré, ak nie lepšie ťažné.



Lemovanie

Pomer medzi priemerom otvoru pred a po lemovaní sa nazýva lemovací pomer.

Predlisky je potrebné umiestniť tak, aby rozstrapkanie strihu smerovalo k razidlu. To je preto, že vonkajšie vlákna materiálu vydržia väčšiu deformáciu a tiež preto, že mechanické pôsobenie pri strihu znižuje poddajnosť okraja rezu. Pretože sa vonkajšie vlákno tenkejšieho materiálu deformuje menej než silného materiálu, môže tenší materiál vydržať vyšší lemovací

pomer než hrubší materiál s rovnakým vnútorným priemerom lemovaného otvoru.

Aby boli výsledky lemovania u ocelí Docol UHS najlepšie, odporúča sa spodný rádius väčší (1.5 až 2 t) než sa používa pri mäkkých oceliach. V praxi sa používa väčšia vôľa medzi zápustkou a razidlom.



Ohýbanie

Pri ohýbaní na plech pôsobí ohybový moment a vonkajšia strana plechu je namáhaná na ťah, zatiaľ čo vnútorná je namáhaná



na tlak. Ohybnosť klesá s rastúcou pevnosťou. Rozdiel v ohybnosti pozdĺž a naprieč smeru válcovania je u ocelí Docol UHS relatívne veľký. Preto je pri ohýbaní ocelí Docol UHS obzvlášť dôležitá kombinácia správneho priemeru razidla a správneho otvoru zápustky.

Výsledky výskumu ohybnosti ocelí Docol UHS pri hrúbke 1,5 mm.
Z bezpečnostných dôvodov odporúčame, aby sa operácia ohýbania vykonávala s minimálnym vnútorným rádiusom uvedeným v tabuľke na str. 9.

OHYBNOSŤ NAPRIEČ SMERU VALCOVANIA. PLECH S HRÚBKOU 1,5 mm							
Rádius razidla R (mm)	R/t	Šírka otvoru zápustky W (mm)	W/t	Docol 800 DP	Docol 1000 DP	Docol 1200 M	Docol 1400 M
1	0,67	9	6,0				
1		12	8,1				
1		16	10,8				
1		24	16,2				
3	2,00	12	8,1				
3		16	10,8				
3		24	16,2				
5	3,33	12	8,1				
5		16	10,0				
5		24	16,2				

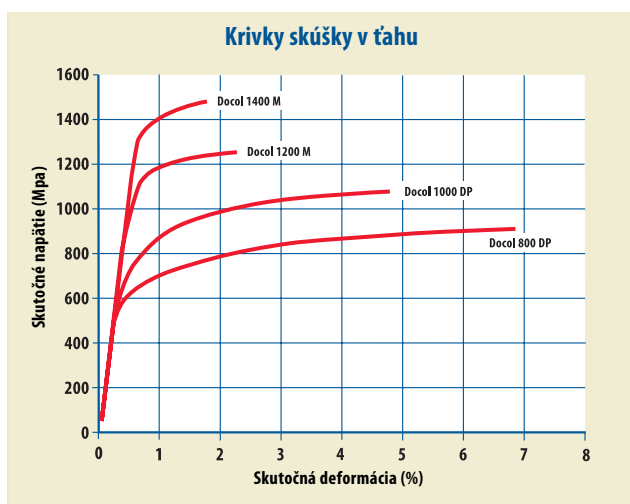
 Uspokojujúci
  Miestne kontrakcie/praskliny
 t = hrúbka

OHYBNOSŤ POZDĹŽ SMERU VALCOVANIA. PLECH S HRÚBKOU 1,5 mm							
Rádius razidla R (mm)	R/t	Šírka otvoru zápustky W (mm)	W/t	Docol 800 DP	Docol 1000 DP	Docol 1200 M	Docol 1400 M
1	0,67	9	6,0				
1		12	8,1				
1		16	10,8				
1		24	16,2				
3	2,00	12	8,1				
3		16	10,8				
3		24	16,2				
5	3,33	12	8,1				
5		16	10,8				
5		24	16,2				

 Uspokojujúci
  Miestne kontrakcie/praskliny
 t = hrúbka



Nosník pre nákladné vozidlo Volvo z ocele Docol 800 DP s hrúbkou 1,25 mm.



Tvarovanie valcováním

Tvarovanie valcováním je metóda tvarovania, ktorá sa veľmi dobre hodí pre ocele Docol UHS. Proces je menej náročný na materiál než pri ohýbaní na ohraňovacom lise, a preto je týmto spôsobom možné vyrábať profilované súčasti s veľmi komplikovaným prierezom a tuhými rádiami.

Tvarovanie valcováním je možné spojiť so súčasnými operáciami ako je dierovanie, zváranie a ohýbanie.

Vzhľadom na vysokú pevnosť ocele Docol UHS je jej návrat do pôvodnej polohy pred valcováním väčší než u mäkkých ocelí, a to taktiež platí aj pre tvarovanie valcováním. Pri jeho použití na ocele Docol UHS sa musí výrobná linka, ktorá bola pôvodne nastavená pre mäkký materiál, všeobecne prispôbiť, aby vyhovovala vlastnostiam ocelí Docol UHS.

Krivky skúšky v ťahu

Krivky z bežných skúšok v ťahu je možné použiť pre rôzne typy analýz metódou konečných prvkov (FEM), napr. pre výpočty únosnosti alebo schopnosti absorbovať nárazovú energiu pri navrhovanej súčasti. Pri krivkách závislosti skutočného napätia na skutočnej deformácii sa úrovne napätia a deformácie počas skúšok kompenzujú na zmenšení prierezu. Oceľ s vyššou pevnosťou bude mať pre danú deformáciu vyššiu úroveň napätia.

Krivky hraníc tvarovania

Krivka hranice tvarovania (FLC) ukazuje úhrn deformácií, ktoré si materiál podrží pri určitej deformačnej ceste alebo pri určitom deformačnom stave.

FLC sa dá použiť pre dokumentáciu alebo ako pomôcka pri riešení náročných lisovacích operácií.

Na materiál sa pred lisovaním vyleptá šachovnicový vzor. Po lisovaní sa merajú zmeny veľkosti vzoru v dvoch smeroch, to znamená v smeroch, kde sú najväčšie, sa určí e-max a v smere kolmom na tento smer e-min.

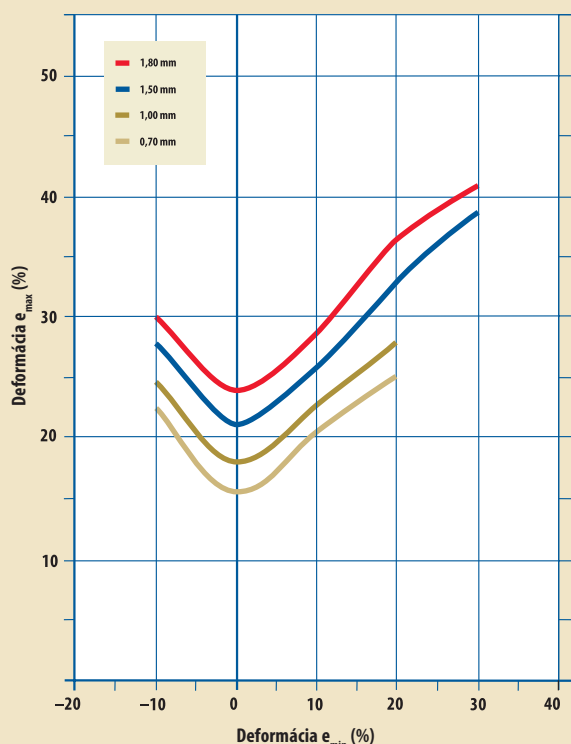
Ak v oboch smeroch došlo ku zväčšeniu, jedná sa o tvarovanie ťahom, ktoré je znázornené vpravo od nulovej čiary v grafe FLC.

Hodnoty, ktoré majú záporné e-min a kladné e-max sa znázorňujú vľavo od nulovej čiary v grafe FLC, kde je proces pretláčania.

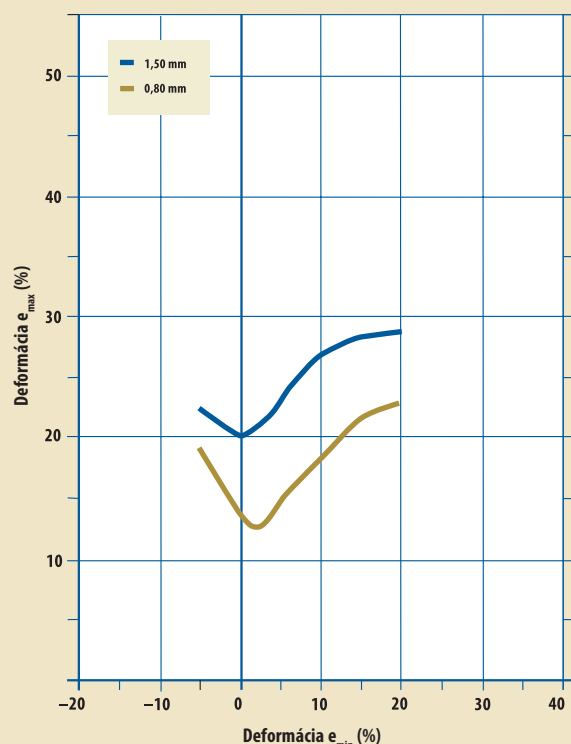
Krivky sú závislé na hrúbke materiálu, a preto sa musia vypočítavať podľa príslušnej hrúbky. Výsledky pre danú lisovaciu operáciu sa zaznamenávajú do grafu a porovnávajú sa s krivkou materiálu. Ak je výsledok pod krivkou, môže príslušný materiál deformáciu vydržať.

KRIVKY HRANÍC TVAROVANIA (FLC) PRE SKUTOČNÚ DEFORMÁCIU OCELE DOCOL UHS

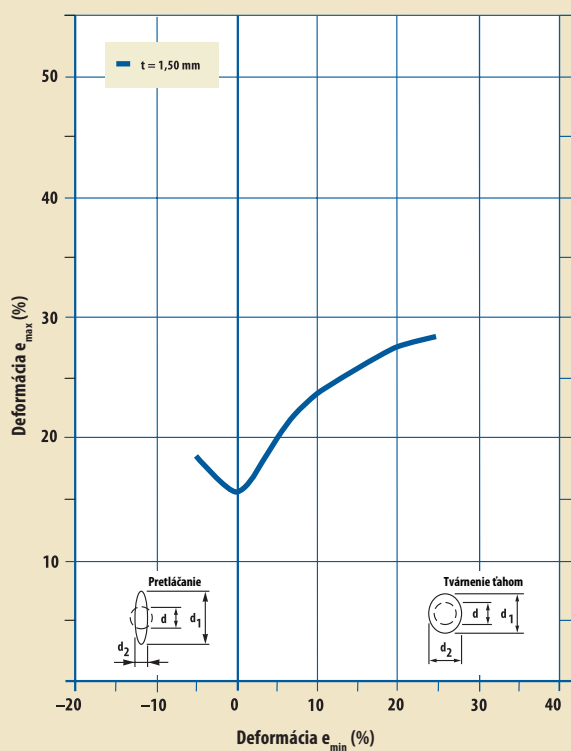
Docol 800 DP



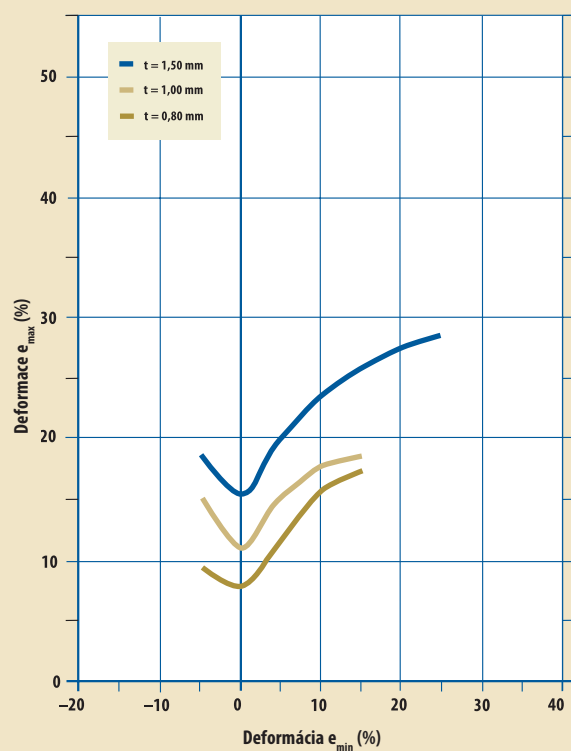
Docol 1000 DP



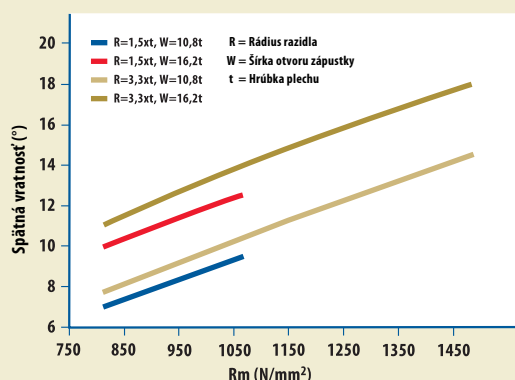
Docol 1200 M



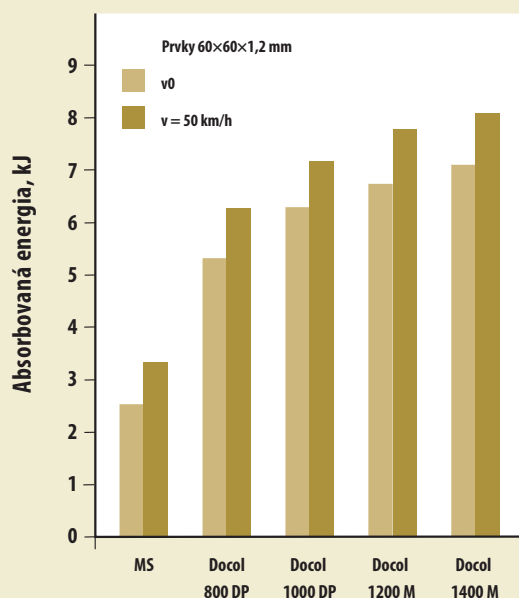
Docol 1400 M



Spätná vratnosť Docol UHS pri ohýbaní na 90° (t = 1,5 mm)



Schopnosť absorpcie energie Docol UHS



Stĺpcový diagram v grafe znázorňuje energetickú absorpciu prvkov o rozmeroch 60x60x1,2 mm pri dvoch rôznych rýchlostiach.

Spätná vratnosť

Pri prechode z mäkkej ocele na oceľ s vyššou pevnosťou vzrastie spätná vratnosť. Na spätnú vratnosť nemá vplyv iba pevnosť materiálu, ale tiež použité nástroje. Zvýšenie pevnosti, rádius razidla alebo šírky otvoru zápustky spôsobí, že sa zvýši aj spätná vratnosť. Pre daný rádius, zmenšenie hrúbky zvýši taktiež spätnú vratnosť.

Spätnú vratnosť je možné kompenzovať zvýšenou plastickou deformáciou materiálu pri ohybe. To sa dá uskutočniť pretiahnutím ohybu alebo zmenšením rádiusu razidla alebo šírky otvoru zápustky. Okrem toho ju je možné znížiť použitím výstuh.



ABSORPCIA ENERGIE

Schopnosť absorbovať nárazovú

energiu pri rôznych bezpečnostných súčiastí vozidla závisí na pevnosti ocele, ktorá sa pre výrobu súčiastí použije. Výsledkom je, že hrúbku súčiastí, ako sú stranové ochranné nosníky namáhané v osi a dverné nárazové prvky, je možné podstatne znížiť použitím ocele Docol UHS namiesto mäkkej ocele.

Základným pravidlom je, že hmotnosť bezpečnostných súčiastí je možné znížiť o 30–40%, ak sa použije oceľ Docol 1000 DP a o 40–50%, ak sa použije

oceľ Docol 1400 M namiesto mäkkej ocele.

Geometria prierezu, hrúbka plechu a pevnosť ocele sú faktory, ktoré ovplyvňujú schopnosť súčasti pohlcovať energiu.

Mechanické vlastnosti ocele sa zlepšujú vysokými stupňami deformácie. Výsledkom je, že schopnosť pohlcovať energiu pri skutočných zrážkových situáciách rastie.

Jedným zo spôsobov, ako merať schopnosť absorbovať energiu dokončených ochranných prvkov dverí, je statická, trojbodová ohybová skúška. Sila sa meria ako funkcia deformácie až do vopred stanovenej deformácie hodnoty a potom sa môže energia vypočítať.



STARNUTIE

Oceľ Docol UHS nestarne,

čo je dané štruktúrou materiálu. Tento typ ocele sa skladá z dvoch fáz, z ktorých jedna je tvrdá (martenzit) a druhá mäkká (ferit).

Rozdiel v pevnosti medzi týmito dvoma fázami zabráňuje vzniku javu bežného starnutia ako je zvýšenie pevnosti v klze a obnova rozšírenia hraniče ťažnosti po skladovaní pri bežných teplotných podmienkach.



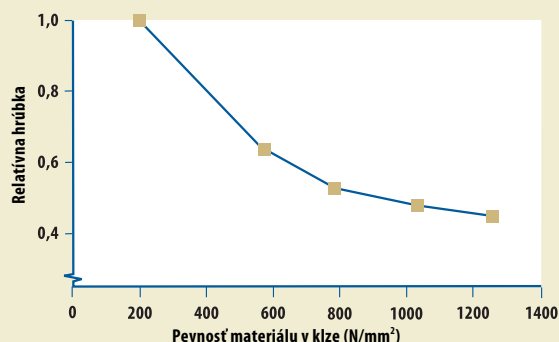
ODOLNOSŤ VOČI NÁRAZU A OTRASOM

Veľké oblasti plechu podrobeného otrasom a nárazu so sebou nesú veľké nebezpečenstvo trvalej deformácie. Napr. strecha vozidla musí byť schopná vydržať zaťaženie spôsobené stredne veľkým otrasom alebo nárazom bez toho, aby sa trvalo zdeformovala. Odolnosť voči nárazu oblasti plechu určuje hranicu pevnosti v klze.

Na obrázku je znázornené, pri akej relatívnej

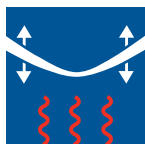
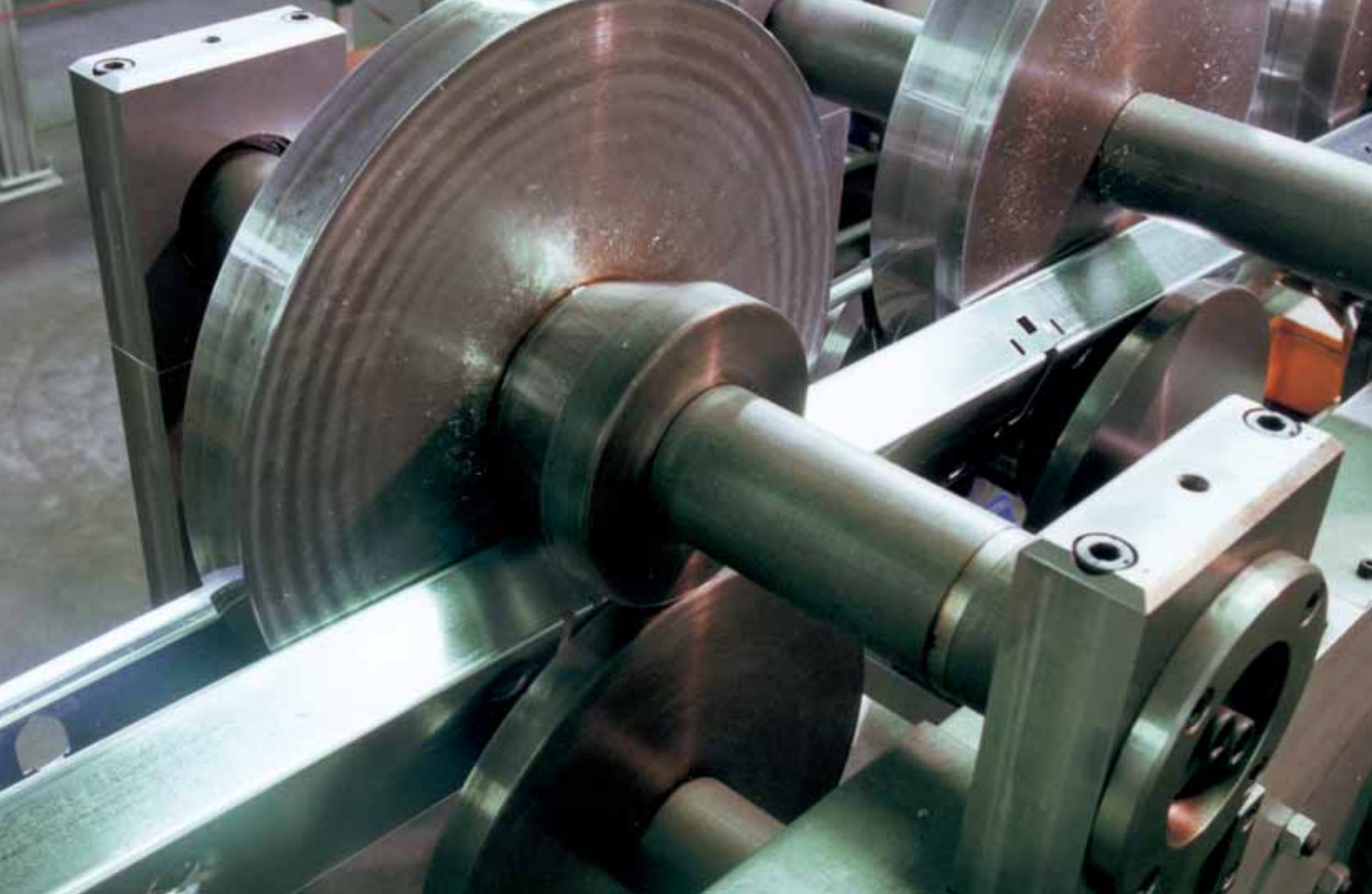
hrúbke má oceľ Docol UHS ekvivalentnú alebo rovnakú odolnosť voči otrasom a nárazom ako mäkká oceľ (pevnosť v klze 220 N/mm²), t.j. nepriamo aj to, koľko materiálu je možné ušetriť pri prechode na ocele Docol UHS.

Odolnosť voči otrasu a nárazu



Zvýšenú spätnú vratnosť ocelí Docol UHS je možné využiť na zlepšenie vlastností produktu. Ochranné puzdro na počítač s úpravou proti odcudzeniu je vyrobené z ocelí Docol 1000 DP alebo Docol 1400 M. Okrem toho, že je obtiažnejšie ich rezať než rezať mäkkú oceľ, spätná vratnosť ocele Docol UHS puzdra dodáva omnoho väčšiu odolnosť proti páčeniu. Sklapne ako pasca na myši.





MECHANICKÉ A TEPELNÉ TVRDENIE

Podstatného

zvýšenia pevnosti v klze je možné doceliť využitím vlastností daných mechanickým a tepelným vytvrdením ocelí Docol UHS.

Mechanické vytvrdenie spôsobené 2% deformáciou môže zvýšiť pevnosť ocelí Docol UHS v klze o viac než 100 N/mm². Mechanické tvrdenie je veľmi závislé na úhrne deformácie a na typu ocele.

Stupeň mechanického tvrdenia má na zvýšenie pevnosti ocele UHS v klze omnoho väčšiu dôležitosť

ako čas tepelného spracovania a teplota.

Mechanické vytvrdenie 10% zvýši pevnosť ocele Docol 800 DP v klze približne o 400 N/mm².

Tepelné tvrdenie prehrievaním materiálu pri teplote 170°C po dobu 20 minút zvýši pevnosť v klze o ďalších zhruba 30 N/mm².

Lisovanie a natieranie

Všade tam, kde sa súčasti z ocelových plechov lisujú a potom natierajú, sa dajú vlastnosti mechanického a tepelného tvrdenia ocele Docol UHS veľmi dobre využiť.

K mechanickému tvrdeniu dochádza pri lisovaní

a k tepelnému tvrdeniu dochádza pri vytvrdzovaní náteru, ak sa náter vytvrdzuje pri zvýšenej teplote.

Zakružovanie rúr a tvarovanie valcovaním

Zakružovanie rúr a ostatné druhy valcového tvarovania sú typické operácie, v ktorých je možné vlastnosti mechanického a tepelného tvrdenia dobre využiť.

Pri týchto operáciách dochádza k riadenej deformácii materiálu, čo vedie ku zvýšeniu pevnosti v klze a pevnosti v ťahu dokončenej súčasti.

Vzhľadom na to, že je veľkosť deformácie zná-

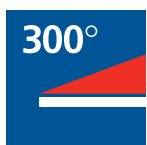
ma a je riadená, je možné zvýšenie pevnosti využiť pri konštrukcii konečnej súčasti.

Ak sa dokončené súčasti tepelne spracujú, napr. pri úprave povrchu, je možné očakávať ďalšie zvýšenie pevnosti.

Dimenzovanie

Mechanické a tepelné vytvrdzovanie je vždy možné dobre využiť pri statickej konštrukcii.

Zvýšenie pevnosti v kĺze je možné bežne využiť aj pri konštrukcii s ohľadom na únavu materiálu.

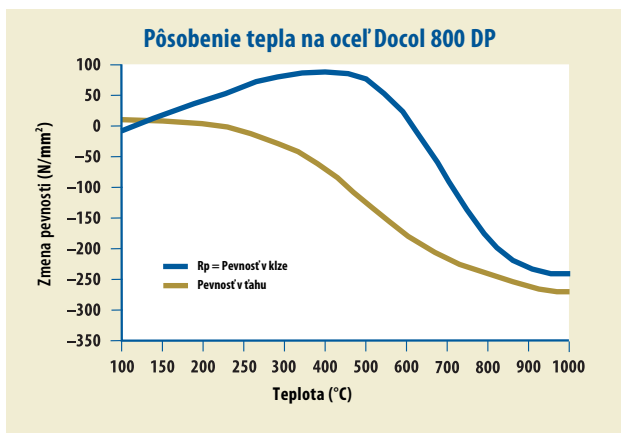


TEPELNÉ SPRACOVANIE

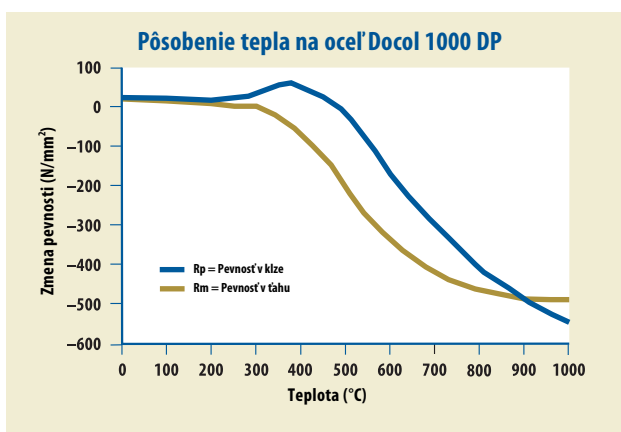
Docol 800 DP a Docol 1000 DP je

možné ohriať až na 300 °C bez toho, aby sa ich pevnostné vlastnosti nepriaznivo zmenili. Ak sa zahrejú na teplotu vyššiu než je táto hranica, bude sa ich pevnosť postupne znižovať s rastúcou teplotou.

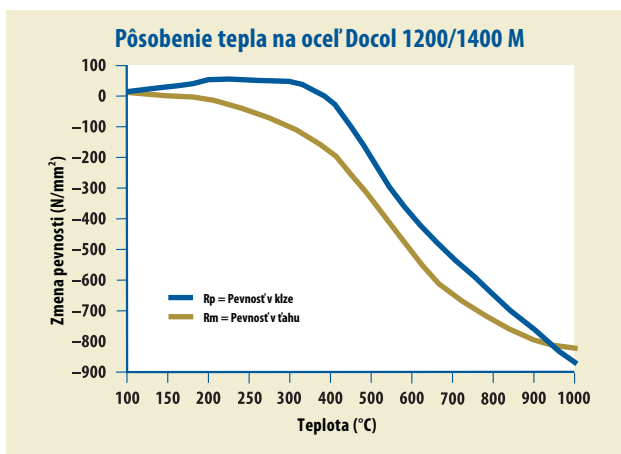
Docol 1200 M a Docol 1400 M je možné zahriať na teplotu až okolo 200 °C, ale ich pevnostné vlastnosti sa tým nepriaznivo menia. Ak sa zahrejú na teplotu okolo 200 °C, potom sa pevnosti týchto ocelí znížia viac než pevnosti ocelí Docol 800 DP a Docol 1000 DP.



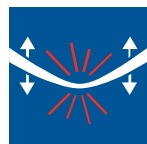
Graf ukazuje, ako sa mení pevnosť ocele Docol 800 DP pri ohreve



Graf ukazuje, ako sa mení pevnosť ocele Docol 1000 DP pri ohreve



Graf ukazuje, ako sa mení pevnosť ocele Docol 1200 M a Docol 1400 M pri ohreve



ÚNAVA MATERIÁLU

Stručná
analýza
únavovej

záťaže, t.j. tvar a počet záťažových cyklov záťažového spektra, spolu s dobrou konštrukciou, napr. zníženie vplyvu efektu koncentrácie napätia v spojoch, je základom pre dobré využitie materiálu u ocelí s vysokou pevnosťou.

Predpoklad stálej maximálnej záťažovej amplitúdy bude mať za následok značné predimenzovanie, pretože súčasti zo skutočného života sú obvykle podrobené záťažiam s premennou amplitúdou (úzke záťažové spektrum). Čím je záťažové spektrum miernejšie a počet záťažových cyklov menší, tým výhodnejšie je využiť ocele s vysokou pevnosťou a to aj pri zvarovaných konštrukciách.

Dobrá konštrukcia:

- všade, kde to je možné, využiť účinok škrupinovej konštrukcie
- zaistiť rovnomerné rozloženie napätia po celej konštrukcii
- vyhnúť sa náhlym zmenám tuhosti alebo náhlym zmenám priezvu
- zaťaženie je často kritické – konštrukcii je potrebné venovať zvýšenú pozornosť
- zabezpečiť, aby boli zvárané spoje správne umiestnené a navrhnuté
- hromadenie miest koncentrácie napätia je potrebné vylúčiť vo všetkých konštrukciách

- zaistiť, že sú zvarovania kvalitné (skutočná výrobná kvalita musí byť pod neustálou kontrolou).

Dobrá konštrukcia s tenkými plechmi z materiálov ako je oceľ Docol UHS zahŕňa:

- používanie výstuh (napr. žliabky a zosilnenie okrajov), aby sa zabránilo zrúteniu, a tým sa zlepšilo využitie materiálu
- používanie výstuh, aby sa zabránilo miestnemu ohýbaniu plechu, napr. v miestach, kde záťaž pôsobí
- zvýšenie priemeru bradaviek bodového zvarovania a zmenšenie rozteče bodových zvarov, aby sa znížilo napätie v zvarení a zvýšila sa únavová pevnosť celej konštrukcie
- používanie bodových zvarov používať spolu s lepenými spojmi (zvarové lepenie), aby sa zvýšila únavová pevnosť
- používanie laserom zváraných spojov, pretože majú značne vyššiu únavovú pevnosť než bodové zvarovania.

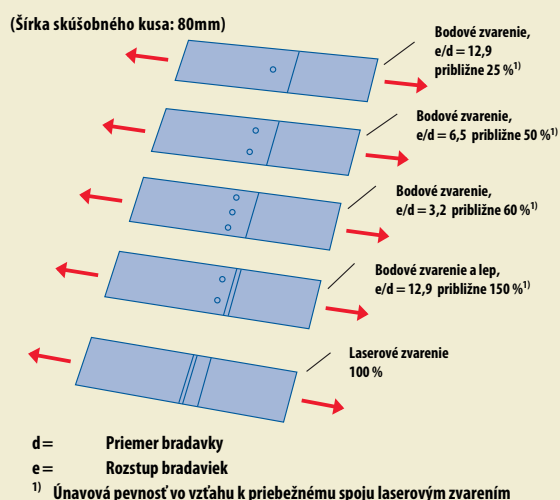


ZVÁRANIE OCELI DOCOL UHS

Ocele

Docol UHS sa normálne zvárajú s plechmi z mäkkej ocele (zváranie tvrdé na mäkké). Ocele Docol UHS sa tiež niekedy pripravujú na podobné ocele (zváranie tvrdé na tvrdé) ako sú rôzne typy uzatvorených profilov.

Relatívna únavová pevnosť pri 1×10^6 záťažových cykloch



Pre ocele Docol UHS sa dajú použiť všetky konvenčné metódy zvarovania

Ocele Docol UHS sa môžu zvärať všetkými bežnými zvarovacími metódami ako napr. bodovým zvarovaním, zvarovaním MAG, laserovým zvarovaním alebo vysoko-frekvenčným zvarovaním.

Ocele Docol UHS vďaka svojej dobrej zvarateľnosti tomu, že majú iba veľmi malý obsah legujúcich prvkov vo vzťahu ku svojej pevnosti, čo minimalizuje nebezpečenstvo prasklín a ostatných defektov.

Bodové zvarovanie

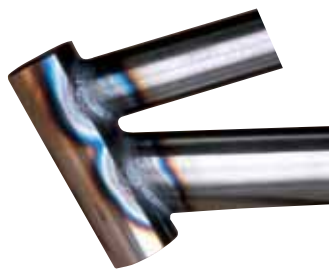
Bodové zvarovanie je druhom odporového zvarovania a metódou, ktorá sa bežne najčastejšie používa pri zvarovaní za studena tvarovaných ocelí s vysokou pevnosťou.

Aby bolo možné oceľ uspokojivo bodovo zvariť,

je dôležité, aby bol rozsah použiteľného prúdu dostatočne široký. Tento rozsah musí byť aspoň 1 kA.

Bodové zvarovanie ocelí Docol UHS k mäkkým oceliam nespôsobuje žiadne ťažkosti. Povolený rozsah prúdu je široký a pri odtrhávacej skúške sa testovací kolíček neodtrhne (t.j. počas skúšky sa vytrhne z jedného alebo druhého plechu). Pevnosť zvarenia je rovnaká ako u mäkkých ocelí.

Ak sa oceľ Docol UHS privaruje na rovnakú oceľ (zvarovanie tvrdé na tvrdé), je povolený rozsah prúdu taktiež široký. Na oceliach Docol UHS s najvyššími pevnosťami k úplnému neodtrhnutiu testovacieho kolíčka pri odtrhávacej skúške niekedy nedôjde. K poruche niekedy čiastočne dochádza v zvarení, čo je známe ako čiastočné neodtrhnutie kolíčka.



Detail zvarenia na Docol UHS

Typické merané zvarovacie prúdové rozsahy, ktoré vyvírajú dobré bodové zvarovania na oceliach Docol UHS sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Výsledky sú k dispozícii pre zvarovanie tvrdé na mäkké a tvrdé na tvrdé. Merané prúdové rozsahy sú všade veľmi široké, t.j. širšie než 2,0 kA vo všetkých prípadoch.

MERANÉ POVOLENÉ PRÚDOVÉ ROZSAHY PRI BODOVOM ZVÁRANÍ³⁾ DOCOL UHS

Oceľ 1	Oceľ 2	Tloušťka Oceľ 1/ Oceľ 2 (mm)	Dostupný zvarací prúd ¹⁾		Údaje o zvaraní				Poznámky
			Rozsah (kA)	min – max (kA)	Priemer elektrody (mm)	Prítlačná sila elektrody (N)	Údaje o zvaraní (v cykloch)	Doba zdržania (v cykloch)	
Docol 800 DP	Docol 800 DP	1,0/1,0	2,0	6,4 – 8,4	6	4000	12	10	Tvrde/tvrde
Docol 800 DP	Docol 220 DP	1,5/1,5	2,6	5,9 – 8,5	6	3500	15	10	Tvrde/mäkké
Docol 800 DP	Docol 800 DP	1,5/1,5	2,1	5,7 – 7,8	6	4000	20	10	Tvrde/tvrde
Docol 800 DP	DC01	2,0/2,0	3,4	9,9 – 13,3	9	6300	20	10	Tvrde/mäkké
Docol 800 DP	Docol 800 DP	2,0/2,0	3,0	7,8 – 10,8	9	6300	20	10	Tvrde/tvrde
Docol 1000 DP	DC01	0,8/0,8	2,5	5,2 – 7,7	5	3000	8	10	Tvrde/mäkké
Docol 1000 DP	Docol 1000 DP	0,8/0,8	3,0	4,7 – 7,7	5	3000	11	10	Tvrde/tvrde
Docol 1000 DP	Docol 1000 DP	1,5/1,5	2,2	5,8 – 8,0	6	4500	19	10	Tvrde/tvrde
Docol 1000 DP	Dogal 220 RP ²⁾	2,0/2,0	3,0	7,4 – 10,4	8	5600	19	10	Tvrde/mäkké
Docol 1000 DP	Docol 1000 DP	2,0/2,0	2,4	7,8 – 10,2	9	6300	20	10	Tvrde/tvrde
Docol 1200 M	DC01	1,5/1,5	2,7	9,4 – 12,1	8	5000	15	10	Tvrde/mäkké
Docol 1200 M	Docol 1200 M	1,5/1,5	2,5	6,2 – 8,7	6	4500	15	10	Tvrde/tvrde
Docol 1400 M	Docol 220 DP	1,5/1,5	2,5	7,5 – 10,0	8	3500	15	10	Tvrde/mäkké
Docol 1400 M	Docol 1400 M	1,5/1,5	3,2	8,6 – 11,8	8	6000	17	10	Tvrde/tvrde

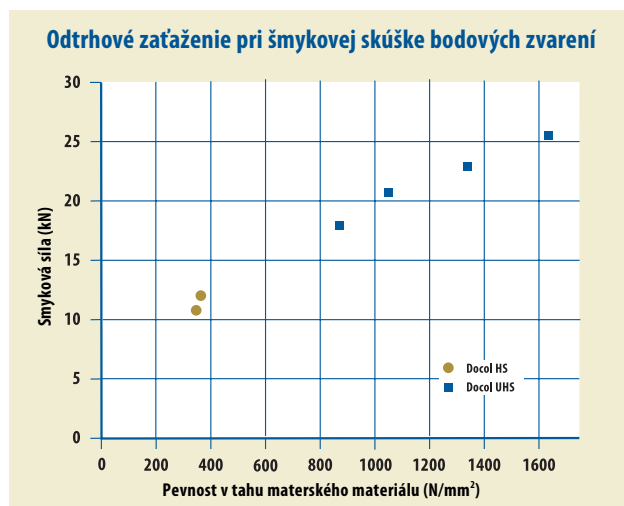
1) Minimálna hodnota: Prúd, ktorý vytvorí priemer kolíčka 70% priemeru elektrody. Maximálna hodnota: Najvyšší prúd bez rozstrekú.

2) Pozinkovaná Z140 (10 µm)

3) Bodové zvarovania sú vykonávané zvarovacími strojmi s jednofázovým striedavým prúdom. Merania sú založené na skúške priernym ťahom.

Odrhové zaťaženie pri šmykovej skúške bodových zvarení pri oceliach Docol UHS v porovnaní s ostatnými ocelami s vysokou pevnosťou.

Priemer kolíčka: cca 5,5 mm. Hrúbka plechu: 1,5–1,6 mm.



Pevnosti bodových zvarení

Pevnosti v strihu bodových zvarení pri oceliach Docol UHS sú vyššie než pevnosti v strihu pri bodových zvareniach ocelí s nižšou pevnosťou. To ukazuje vyššie uvedený graf. Rôzne ocele boli navarené na ocele rovnakej triedy, t.j. tvrdé na tvrdé. To jasne dokazuje, že pevnosť v strihu bodových zvarení rastie so vzrastajúcou pevnosťou zváraných ocelí. Pevnosť odtrhnutia je nižšia než pevnosť v strihu bodových zvarení, a preto musí byť konštrukcia zameraná tak, aby bolo zaťaženie šmykové. To tiež umožnu-

je využiť vyššiu pevnosť ocelí Docol UHS.

Odporúčané zvaracie údaje pri bodových zvareniach

Ak sú ocele Docol UHS privarené bodovo k mäkkým oceliam, je možné použiť rovnaké zvaracie údaje ako pre mäkkú oceľ. Prítlačnú silu elektródy je však potrebné zvýšiť o 20 až 30%. Na dosiahnutie dobrých výsledkov zvarovania v prípade, že sa privaruje oceľ Docol UHS na oceľ Docol UHS (tvrdé na tvrdé), je potrebné prítlačnú silu elektródy zvýšiť o 40 až 50% v porovnaní s prítlačnou silou použitou pri zvaraní

mäkkých ocelí a ďalej je potrebné o niečo predĺžiť zvarací čas.

Tavné zvaranie

K žiadnym problémom s trhlinami alebo inými defektmi pri tavnom zvaraní (napr. zvaranie MAG, TIG alebo plazmové zvaranie) pri oceliach Docol UHS normálne nedochádza, pretože tieto ocele majú nízky obsah legujúcich prvkov. To platí jednak pre zvaranie mäkkkej ocele a tiež aj pre zvaranie ocelí rovnakej triedy.

Pri zvaraní na mäkkú oceľ sa pevnosť zváraného spoja určuje na základe mäkkšej ocele.

Ak sa tavné privarí oceľ Docol UHS na oceľ rovnakej triedy, bude pevnosť zváraného spoja omnoho vyššia než v zváranom spoji ostatných ocelí s vysokou pevnosťou.

Vyššie uvedený graf znázorňuje výsledky zvarovania MAG ocele Docol UHS s inou oceľou s vysokou pevnosťou. Je z nej jasne vidieť, že ocele Docol UHS majú vyššiu pevnosť než ostatné ocele.

Pevnosť zvarovania však pri oceliach Docol UHS

PRÍKLAD ZVAROVANÉHO KOVU PRE OCELE DOCOL UHS

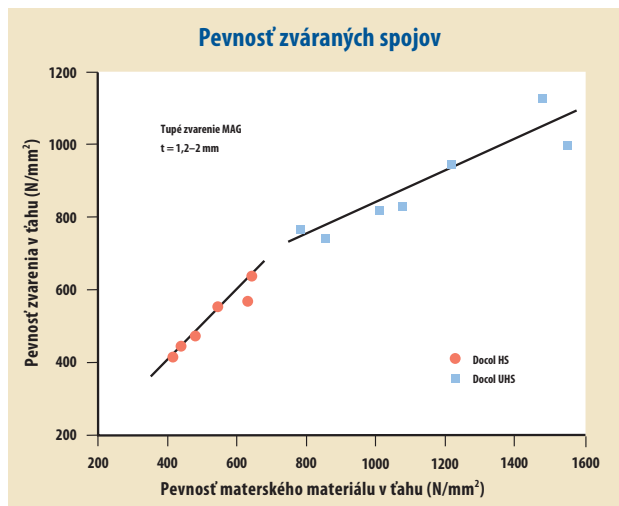
Ručné kovové oblúkové zvarovanie (MMA)	Kovové oblúkové zvarovanie v plynnej atmosfére (MAG) Plný drôt	Výrobca
OK 75.75	OK Autrod 13.13 OK Autrod 13.29 OK Autrod 13.31	ESAB
Filarc 118		Filarc
P 110 MR	Elgomatic 135	ELGA
Maxeta 110		
Tenacito 80	Carbofil NiMoCr Spoolcord TD-T90	Oerlikon

nedosahuje rovnakú úroveň ako pevnosť zvarenia pri materskom materiály.

Dôvodom je skutočnosť, že v bezprostrednom okolí zvarenia vznikajú mäkké zóny, ktoré pevnosť znižujú (viď krivky tvrdosti v nasledujúcom grafe).

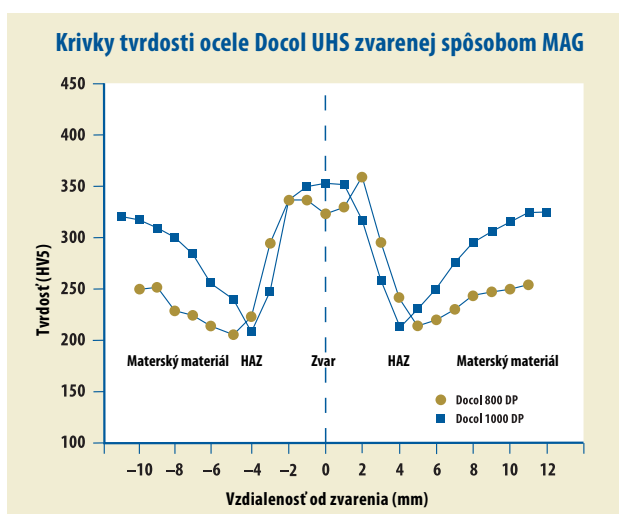
Najvyššiu pevnosť má oceľ Docol 1400 M, ktorá má tiež najvyššiu pevnosť materského materiálu.

Pri zváraní ocelí Docol UHS spôsobom MAG je možné použiť rovnaké údaje pre zvarenie ako pre mäkké ocele alebo ocele s vysokou pevnosťou.



Pevnosť zváraného spoja u ocelí Docol UHS v porovnaní s vysokou pevnosťou ostatných ocelí Docol (dva zhodné typy ocele navzájom zvarené, zaťažené cez zvarenie a bez zváracích výstuh).

Údaje o zvarení: MAG, zodpovedajúci plný drôt, jedna súvislá dĺžka, zmiešaný ochranný plyn, tepelný príkon 0,11 až 0,17 kJ/mm.



Krivky tvrdosti pre oceľ Docol UHS (Docol 800 DP, $t = 2,0 \text{ mm}$ a Docol 1000 DP, $t = 2,0 \text{ mm}$). Tupé zvarenia, dve ocele rovnakej triedy navzájom zvarené

Údaje o zvarení: zodpovedajúci plný drôt, zmiešaný ochranný plyn, jedna súvislá dĺžka, tepelný príkon cca 0,16 kJ/mm.



Laserové zváranie

Ocele Docol UHS sa dajú privarovať laserom na mäkkú oceľ alebo na oceľ rovnakej triedy. Z hľadiska zvárania nie je medzi laserovým zváraním ocelí Docol UHS a zváraním mäkkých ocelí žiaden rozdiel. Jednou z výhod laserového zvárania je skutočnosť, že je možné pevnosť zvarenia u ocele Docol UHS v porovnaní so zváraním MAG zvýšiť.

Laserové zvárané spoje ocelí Docol 800 DP a Docol 1000 DP vykazujú rovnakú pevnosť ako materský materiál. Iba pri oceliach Docol 1200 M a Docol 1400 M nie je pevnosť zvarenia úplne rovnako vysoká ako

pevnosť materského materiálu.

Príčinou toho, že je pevnosť u laserového zvarenia vyššia, je skutočnosť, že tepelný príkon je podstatne nižší než pri zváraní MAG, a preto je materiál menej ovplyvnený teplom. Graf uvedený nižšie ukazuje krivky tvrdosti laserom zvaranej ocele Docol 800 DP a Docol 1000 DP. Z kriviek tvrdosti je zrejmé, že sú laserové zvarenia úzke a prakticky bez mäkkých zón. Výsledkom toho je, že pevnosť laserových zvarení je vyššia než pevnosť zvarení MAG.

Vysokofrekvenčné zváranie

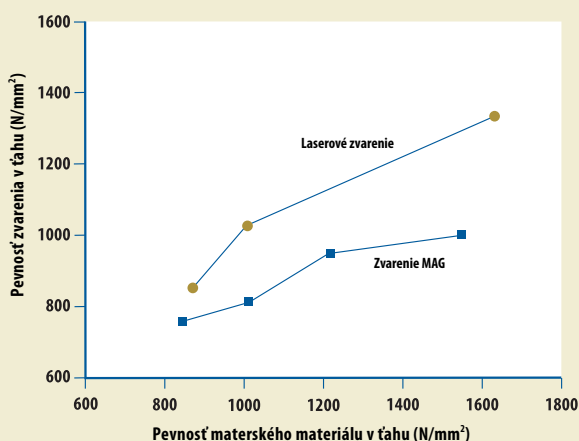
Vysokofrekvenčné zváranie je veľmi bežná

a účinná metóda na zváranie rúr.

Vysokofrekvenčný prúd rýchlo ohrieva hrany na vysokú teplotu. Keď sa potom ohriate hrany pritlačia k sebe veľkým tlakom, roztavený materiál sa vytlačí a vznikne silný spoj.

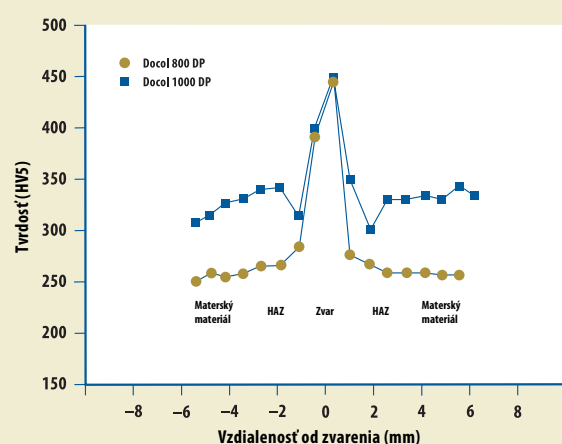
Vysokofrekvenčné zváranie sa dá použiť aj na zváranie ocelí Docol UHS. Pevnosť zváraného spoja je hlavne určená vlastnosťami dosiahnutými v zóne ovplyvnenej teplom (HAZ).

Pevnosť zváraných spojov



Pevnosť zváraného spoja ocele DOCOL UHS. Porovnanie medzi zvarom MAG a laserovým zvarom (tupé zvarenie, hrúbka plechu 1,5 až 2,0 mm, dve ocele rovnakej triedy navzájom privarené, zaťaženie cez zvarenie).

Krivky tvrdosti laserom zváraných ocelí Docol UHS



Krivky tvrdosti laserom zváraných ocelí Docol UHS (Docol 800 DP, 1,0 mm hrubý plech a Docol 1000 DP, 2,0 mm hrubý plech). Tupé zvarenia, žiaden zváraný kov, tepelný príkon okolo 0,05 kJ/mm.



Bezpečnostná stena od firmy Ansa Protection vyrobená z Docol 1000 DP. Stena získala pochvalné uznanie vo Swedish Steel Prize za rok 1999.



POVRCHOVÁ ÚPRAVA

Ocele Docol UHS

je možné chrániť proti korózii rovnakými spôsobmi ako mäkké ocele, t.j. natieraním, elektrickou galvanizáciou alebo opatreniami ostatnými druhmi ochrannej vrstvy obsahujúcimi zinok a/alebo hliník.

Pri elektrickej galvanizácii je potrebné vziať do úvahy citlivosť ocele na vodíkové krehnutie.

Krátke štúdie v laboratórnych testoch a plnohodnotné pokusy

ukázali, že je možné ocele Docol UHS elektricky galvanizovať bez nebezpečenstva vzniku vodíkového krehnutia. Citlivosť ocele však môžu ovplyvniť aj iné faktory a pri kritických použitíach ako sú bezpečnostné prvky sa odporúča vopred vyhodnotiť navrhované zariadenie pre povrchovú úpravu.

Po elektrickej galvanizácii je možné tiež oceľ ošetriť s ohľadom na vodíkové krehnutie (viď norma ISO 2081) a tým zabezpečiť, aby bol materiál na vodíkové krehnutie menej náchylný.

Ako alternatívu je možné použiť povrchové ošetrovanie, ktoré neumožňuje vodík, napr. Dacromet (Dacrolit) alebo Delta MSK. Tým je možné vodíkové krehnutie úplne vylúčiť. Tieto procesy však zahŕňajú ošetrovaciu fázu povrchovej úpravy a je pritom potrebné brať do úvahy najvyššiu odporúčanú teplotu tepelného ošetrovania pre príslušnú triedu ocele, ak si má oceľ udržať svoju pevnosť.

Nástrojové ocele

NÁSTROJOVÉ OCELE PRE DIEROVANIE A TVAROVANIE OCELÍ DOCOL UHS

Tak, ako v každej priemyselnej výrobe, aj tu je dôležité, aby boli operácie tvarovania a strihania súčastí z ocelových plechov bez problémov. Cesta od konštrukčného návrhu nástroja až po jeho údržbu sa skladá z mnohých fáz, ako je vidieť zo schematického diagramu nižšie.

Základným predpokladom pre dosiahnutie dobrej produktivity a výrobnej hospodárnosti je nutnosť, aby všetky fázy boli dokonale prevedené. Je preto životne dôležité zvoliť pre danú operáciu rezania alebo strihania správnu nástrojovú oceľ.

Aby bolo možné zvoliť správnu oceľ, je potrebné zistiť mechanizmus porušenia materiálu, ku ktorému

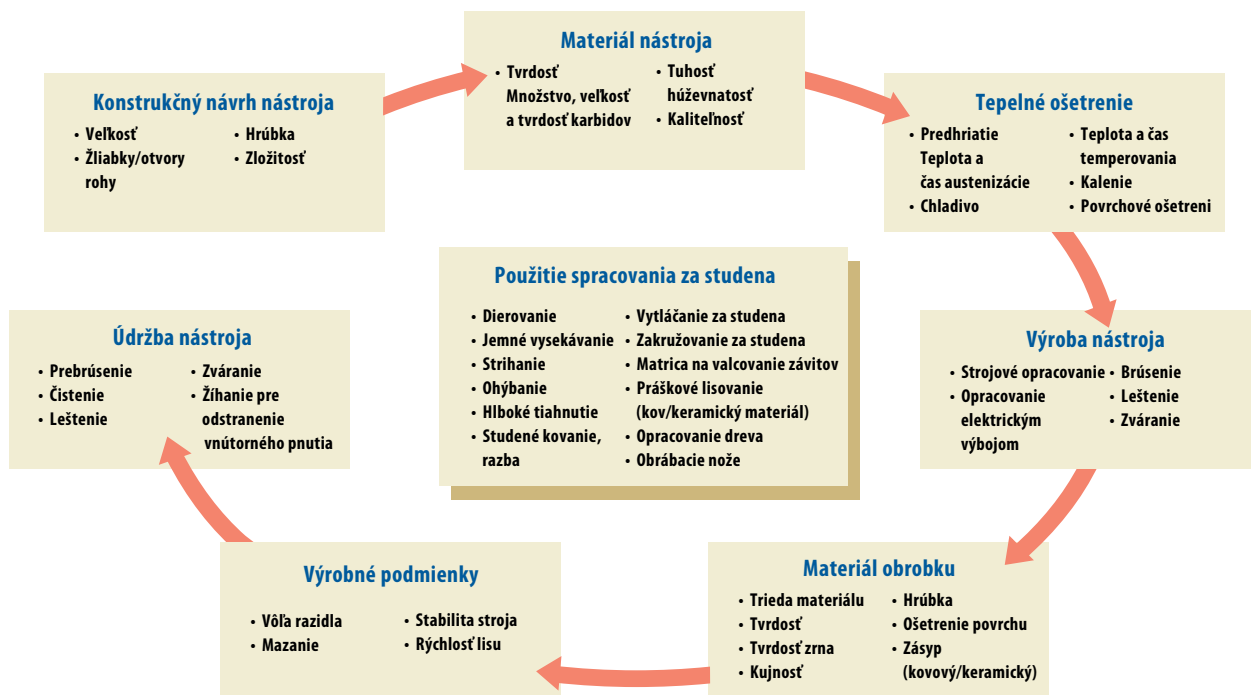
môže počas strihania a/alebo tvarovania dôjsť a ktoré môže viesť k tomu, že bude nástroj nepoužiteľný alebo sa po krátkej dobe rozbije alebo zničí.

V zásade existuje päť mechanizmov porušenia, ku ktorým môže pri aktívnej časti nástroja dôjsť:

- **Opotrebenie** vzniknuté buď brusným alebo priľnavým pôsobením, spojené s materiálom obrobku, s typom tvarovacej operácie a trecími silami v mieste klzného kontaktu.
- **Plastická deformácia** vzniká v prípade nevhodného vzťahu medzi napätiami a pevnosťou v klze pri tlakovom namáhaní (tvrdosti) materiálu nástroja.

- **Vylamovanie okrajov** môže vzniknúť ako dôsledok nevhodného vzťahu medzi napätiami a ťažnosťou materiálu nástroja.
- **Praskliny** môžu vzniknúť ako dôsledok nevhodného vzťahu medzi napätiami a húževnatosťou materiálu nástroja.
- **Vmestky** môžu vzniknúť ako dôsledok nevhodného vzťahu medzi materiálom predlisku a trecími silami v mieste klzného kontaktu.

Plastická deformácia, vylamovanie okrajov a praskliny sú druhy poškodení, ktoré môžu mať často za následok vážne a nákladné prerušenia výroby. Opotrebenie a vmestky sa dajú omno-



RELATÍVNA ODOLNOSŤ VOČI PÔSOBIENIU MECHANIZMOV PORUŠENIA								
Trieda nástrojovej ocele	Normy			Tvrdosť	Odolnosť voči opotrebeniu		Odolnosť voči únavě	
	SS	ISO	DIN	Plastická deformácia	Brusné	Prilhavé	Počiatok vzniku prasklín	Šírenie prasklín
							Ťažnosť odolnosť voči vylamovaniu	Húževnatosť odolnosť voči úplnému zničeniu
Arne	2140	W.-Nr. 1.2510	AISI 01					
Calmax		W.-Nr. 1.2358						
Rigor	2260	W.-Nr. 1.2363	AISI 02					
Sleipner								
Sverker 21	2310	W.-Nr. 1.2379	AISI D2					
Sverker 3	2312	W.-Nr. 2436	AISI D6					
Vanadis 4								
Vanadis 23		W.-Nr. 1.3344	AISI M3.2					
Vanadis 6								
Vanadis 10								




ho lepšie predvídať a je im možné predchádzať systematickou údržbou nástrojov. V dôsledku toho sa zdá, že by bolo lepšie povoliť väčšie opotrebenie než skončiť s vylamovaním okrajov alebo prasklinami.

Zvláštnou vlastnosťou pri tvarovaní a strihaní ocelí Docol UHS je, že pre danú hrúbku plechu musia byť pretvárne sily vyššie než u mäkkých ocelí, pretože je potrebné pri tvarovaní prekonávať vyššiu pevnosť v klze a pri strihaní vyššiu pevnosť v strihu. To znamená, že sa napätia zvyšujú a taktiež rastú nároky na

odolnosť voči opotrebeniu a na pevnosť materiálu nástroja. Operácia strihania je najcitlivejšia, pretože vyžaduje spojenie vysokej odolnosti voči opotrebeniu a vysokej odolnosti voči vylamovaniu okrajov a zničeniu nástroja, zatiaľ čo operácia tvarovania vyžaduje iba odolnosť voči opotrebeniu.

Relatívne porovnanie ocelí od Uddeholm Tooling pre tvarovanie za studena, s ohľadom na odolnosť voči týmto konkrétnym mechanizmom porušenia u nástrojov, ukazuje vyššie uvedená tabuľka.

Vo všetkých prípadoch by mala byť tvrdosť aspoň 58 HRC, pretože by inak mohlo nastať nebezpečenstvo plastickej deformácie.

Pomôčka pre voľbu ocele pre strihanie				
Zväčšená hrúbka ocele komplikovanosť geometrického tvaru				Komplikovaný geometrický tvar
				Běžný geometrický tvar
				Jednoduchý geometrický tvar
	Docol 800 DP	Docol 1000 DP	Docol 1200 M	Docol 1400 M
Krátke výrobné cykly	 Rigor Arne Calmax	 Sleipner Rigor Arne Calmax	 Arne	
Dlhé výrobné cykly	Vanadis 10 Vanadis 23 Vanadis 6 Vanadis 5 Sverker 21 Sleipner	Vanadis 6 Vanadis 23 Vanadis 4	Vanadis 4	



Ocele Docol UHS v konštrukčnej práci

Vysoká pevnosť je najdôležitejšou vlastnosťou ocelí Docol UHS. Môžu vydržať vysoký stupeň deformácie ešte pred vznikom plastickej deformácie.

Túto skutočnosť a výhodu je možné využiť pre tvorbu výhodných vlastností širokej oblasti konštrukcií a produktov.

Nové materiály s extrémnou pevnosťou ponúkajú široké možnosti pre konštrukčné riešenie a výrobu produktov, ktoré sú ešte výkonnejšie a lepšie ako z hľadiska nákladov, tak aj z hľadiska schopnosti konkurovať.

NA ČO BY MAL KONŠTRUKTÉR PAMÄTAŤ?

Vysoká pevnosť ocelí Docol UHS otvára možnosť konštruovať tenkostenné súčasti s nízkou hmotnosťou. Je však potrebné mať stále na pamäti, že vynikajúce vlastnosti produktu sú dané geometrickým tvarom spolu s vlastnosťami materiálu.

Schopnosť prenášať zaťaženie a tuhosť v ohybe nosníkov, profilov, atď. je podstatne ovplyvnená výškou prierezu a rôznymi vystuženiami. Vystuženie ako sú drážky a lemované okraje sa používajú pre tenkostenné oceľové súčasti, pretože znižujú tendenciu ku zrúteniu, zvyšujú tuhosť a umožňujú materiál plne využiť.

KEDY MÔŽE BYŤ POUŽITIE OCELÍ DOCOL UHS PRE VÁS VÝHODNÉ?

Keď chcete doceliť:



Zníženie hmotnosti. Mnohé produkty, vrátane tých, ktoré sa považujú za „jednoduché“, je možné použitím ocelí Docol UHS vyrobiť ľahšie a s menšími nákladmi. Omnoho tenší materiál stačí na to, aby niesol rovnaké zaťaženie ako produkt vyrobený z konvenčných ocelí.



Vyššiu absorpciu energie, napr. pri súčastiach zaisťujúcich bezpečnosť osobných vozidiel. Vzhľadom na svoju vysokú pevnosť sú ocele Docol UHS schopné pohltiť pri deformácii veľké množstvá energie.



Odolnosť voči nárazu a otrasom. Toto je ďalšia oblasť, kde hrá vysoká pevnosť v klze rozhodujúcu úlohu. Ocele Docol UHS môžu vydržať značné deformácie, než dôjde k trvalým stlačeniam karosérie a rozmerovým zmenám. Preto sú ocele Docol UHS vhodné na produkty, ktoré musia vydržať drsnejšie zaobchádzanie alebo pre súčasti, ktoré sa montujú do exponovaných miest.



Pružnosť a použitie rôznych funkcií uchytenia. Tieto vlastnosti a funkcie je možné zahrnúť priamo do produktov vyrobených z ocelí Docol UHS a využiť ich spätnú vratnosť.



Zníženie miestnych napätí. Ocele Docol UHS je možné použiť s úmyslom vyrobiť produkty, ktoré sú omnoho pružnejšie a majú tým dlhšiu životnosť. V mnohých prípadoch pružná štruktúra vyrovnáva silové toky lepšie než tuhá konštrukcia.



Vysokú odolnosť voči opotrebeniu. Ocele Docol UHS sú veľmi odolné voči oteru. Sú preto vhodné na produkty, ktoré sú vystavené oterovému opotrebeniu.



Robustné produkty, pri ktorých sa požaduje extrémne vysoká pevnosť.

Vystuženia sú obzvlášť dôležité pri konštrukcii súčastí, ktoré majú pohlcovať energiu, ako sú nosníky ochrany automobilových karosérií pri náraze, u ktorých je potrebné možnosť zrútenia úplne vylúčiť a to aj pri plastickej deformácii.

Výstužné drážky a vlastné výstuhy je možné do súčastí vyrobených z ocelí Docol UHS lisovať priamo. Vo vzťahu k ich vysokej pevnosti je tvárnosť lisovania týchto materiálov veľmi dobrá. Je však potrebné dbať na to, aby zaoblenia okrajov mali dostatočne veľký polomer a aby hĺbka tiahnutia bola mierna.

Tvarovanie valcováním sa obzvlášť hodí pre výrobu profilov v dlhodobých výrobných cykloch. Pri tvarovaní valcováním sa výstužné drážky a okra-

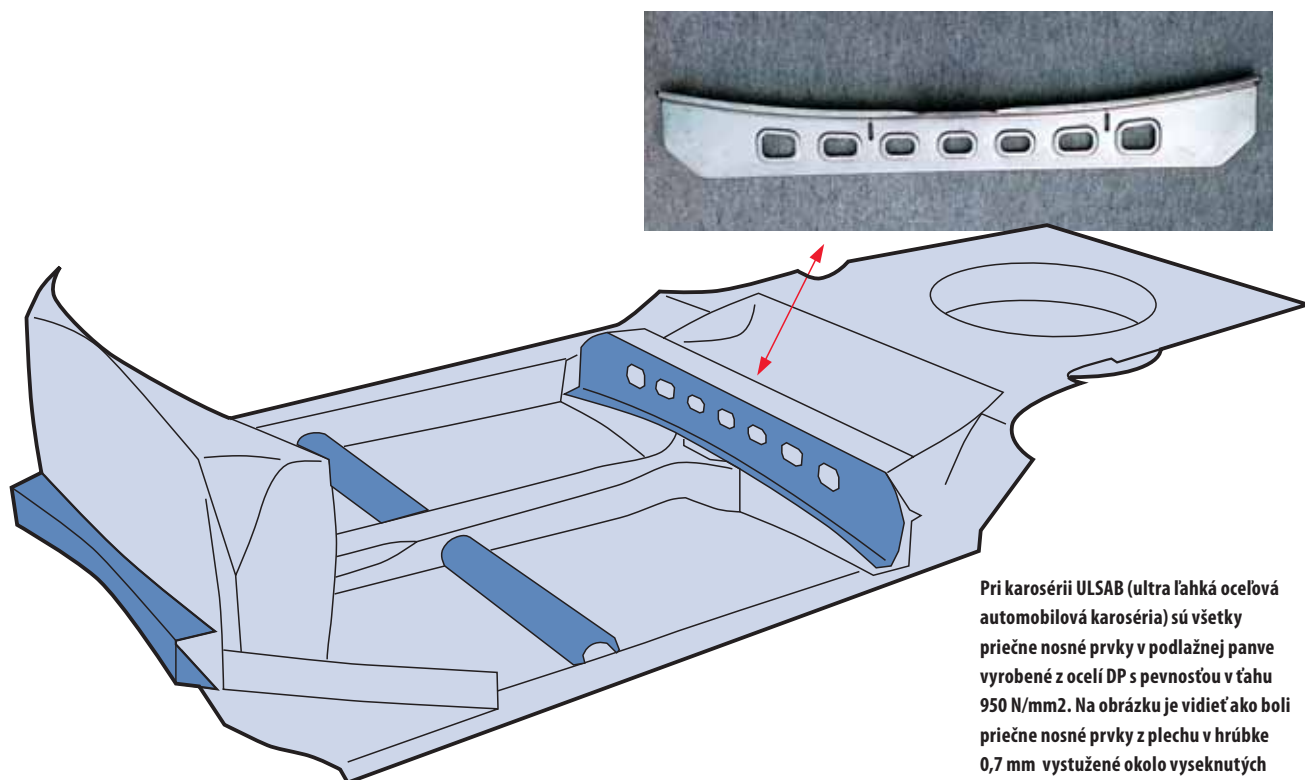
jové lemy môžu umiestniť na vhodné miesta priamo pri procese tvarovania. Vzhľadom na svoje vysoké pevnosti v klze sa môžu ocele Docol UHS počas valcovania tvarovať v menšom počte operácií bez toho, aby tým došlo k vzniku zvyškových napätí.

Pri úvahách o tvarovaní ocele Docol UHS je potrebné pri konštrukcii uvažovať s príslušnou zodpovedajúcou kompenzáciou spätnej vratnosti. To je tiež dôležité pri navrhovaní tvarovacích nástrojov.

Použitie pôsobenia zaťaženeho prierezu pri konštrukcii súčastí z oceľových plechov umožňuje lepšie využiť materiál. Snažte sa čo najviac vyhnúť nosným dielom konštrukcie z oceľového plechu, kto-



ré pôsobia ako dosky s miestnym priehybom a tým vyvolávajú vysoké ohybové napätia.



Pri karosérii ULSAB (ultra ľahká oceľová automobilová karoséria) sú všetky priečne nosné prvky v podlažnej panve vyrobené z ocelí DP s pevnosťou v ťahu 950 N/mm². Na obrázku je vidieť ako boli priečne nosné prvky z plechu v hrúbke 0,7 mm vystužené okolo vyseknutých otvorov.

**Dovoľte nám,
aby sme vám
pomohli
využiť
výhody ocelí
s vysokou
pevnosťou**

Pri prechode na ocele Docol UHS je potrebné spojiť dohromady voľbu materiálu, konštrukciu a výrobné hľadiská hneď na začiatku. Výsledný produkt a tiež jeho výroba budú tak optimalizované z technického aj ekonomického pohľadu.

V SSAB Tunnpłat je mnoho odborníkov, ktorí majú dlhoročné praktické skúsenosti s oceľami s extrémne vysokou pevnosťou. Všetci títo odborníci sú našim zákazníkom k dispozícii:

- Naši odborníci v oddelení *Technických služieb zákazníkom* majú hlboké a rozsiahle vedomosti o materiáloch a ich spracovaní a o strojnom opracovaní. Okamžité odpovede na svoje technické otázky dostanete na telefónnom čísle +46 243 72929 (priama linka) alebo na emailovej adrese teknisk.kundservic@ssab.com.

- Naši odborníci v oddelení *Aplikačného inžinierstva* majú špičkové znalosti o dimenzovaní, tvarovaní, spájaní a povrchovej úprave.

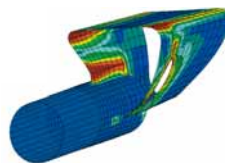
NAŠE MODERNÉ ANALYTICKÉ NÁSTROJE

Používame najmodernejšie nástroje, ktoré nám umožňujú pomôcť našim zákazníkom s voľbou ocele správnej triedy a zodpovedajúcim konštrukčným riešením. Napr.

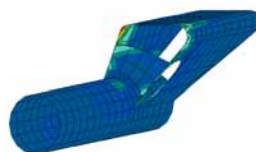
Analýza metódou konečných prvkov (FEM), ktorú je možné použiť pre simuláciu všetkých fáz vývoja súčasti, napr. voľba triedy ocele, forma predlisku, metóda spracovania a konečného tvaru súčasti. Analýzu FEM je taktiež možné použiť pre výpočet schopnosti energetickej absorpcie súčasti automobilu pri zrážke.

Môžeme vykonať počítačovú simuláciu všetkých predstaviteľných variant

návrhu nástroja, zaoblenia, konštrukčného návrhu súčasti hrúbky a triedy ocele, aby sme tak našli optimálne riešenie.



Analýza FEM ukazuje, že napätia v materiále sú v niektorých oblastiach príliš vysoké.



Po niekoľkých jednoduchých zmenách v konštrukcii a plánovanej výrobe je z analýzy vidieť, že držadlo uchytenia ťažného zariadenia môže splniť všetky požiadavky.

Zariadenie ASAME nám dovoľuje rýchlo overiť, či si zákazník vybral správnu kombináciu triedy ocele a konštrukcie súčasti. ASAME meria rozdelenie napätia v zaťažených súčiastkach. Zistené údaje sa



potom spracujú výkonným počítačovým programom, ktorý poskytne konkrétne informácie o tom, ako nástroje, výrobné postupy a konštrukcie ovplyvňujú materiál. Zariadenie ASA-ME môže vykonávať veľmi podrobné analýzy zložitých a komplikovaných tvarovacích operácií.

KURZY A SEMINÁRE

SSAB Tunnplåt pravidelne usporadúva kurzy a semináre zaoberajúce sa spôsobmi využitia mnohých možností, ktoré ocele s extrémne vysokými pevnosťami ponúkajú, napr.

- Kurz o ocelových plechoch, kde je možné získať základné vedomosti o výrobe ocelí a o vlastnostiach, ktoré rôzne triedy ocele majú a kde je možné ich použiť.
- Semináre, ktoré ponúkajú omnoho podrobnejšie znalosti o dimenzovaní, návrhu,

strojnom opracovaní, tvarovaní a spájaní ocelí s extrémne vysokými pevnosťami.

- Semináre prispôbené potrebám jednotlivých spoločností.

PRÍRUČKY

Naše príručky obsahujú podrobné informácie o mnohých možnostiach, kde je možné ocele s extrémne vysokými pevnosťami s výhodou použiť:

- *Príručka o ocelových plechoch poskytuje informácie o konštrukcii a výrobe a tiež o pokynoch výrobného a inžinierskeho rázu.*
- *Príručka o tvarovaní ocelových plechov poskytuje podrobné znalosti o plastickom tvarovaní a strojnom opracovaní.*

SKÚŠOBNÉ VZORKY

Ak chcete sami zistiť, ako sa naše nové triedy ocelí

budú chovať na vašom výrobnom zariadení alebo vo vami navrhovanom produkte, objedajte si skúšobné vzorky v našich skúšobných predajných strediskách.

PRODUKTOVÉ INFORMÁCIE

Naše produktové brožúry a produktové informačné prospekty obsahujú informácie o všetkých triedach ocele a o ich možnom použití, spracovaní a strojnom opracovaní.

CERTIFIKÁTY

Spoločnosť SSAB Tunnplåt získala certifikáty pre ISO 9002 a QS 9000.

Navštívte naše webové stránky:

www.ssab.cz
www.ssabtunnplat.com
www.ssabdirect.com
www.steelprize.com



Čo je potrebné vedieť

- Prechod na ocele Docol UHS iba veľmi zriedka vyžaduje investície do nových zariadení. Vo väčšine prípadov stačí iba správne nastaviť stroje.
- Medzi oceľami Docol UHS a mäkkými oceľami nie je žiaden veľký rozdiel z hľadiska výrobného inžinierstva. Je však potrebné mať na pamäti nasledujúce informácie:
 - Opotrebenie nástrojov po prechode na ocele Docol UHS vzrastá. Opotrebenie je možné zmenšiť lepším mazaním a vyššou kvalitou nástrojovej ocele.
 - Spätná vratnosť je vyššia než u mäkkých ocelí. Pri ohýbaní tu je možné kompenzovať zvýšeným ohybom (prehýbaním) alebo zmenšením rádia razníka alebo zväčšením šírky otvoru zápustky. Pri lisovaní je možné spätnú vratnosť kompenzovať zväčšením vypuklosti razidla alebo zväčšením prítlačnej sily pridržiavača.
 - Ťažnosť u ocelí Docol UHS nie je tak dobrá ako u mäkkých ocelí. To je možné často kompenzovať väčšími rádiami, znížením trenia alebo nastavením parametrov lisu.
- Ocele Docol UHS je možné bodovo zvärať s rovnakým materiálom. Parametre zvárania je však v porovnaní s mäkkými oceľami potrebné zmeniť (prítlačná sila elektródy, čas zvárania). Mechanické vlastnosti spoja sú dobré, ale môže byť obtiažne zmerať priemer bradavky zvarenia obvyklým spôsobom.
- Modul pružnosti u ocelí Docol UHS je rovnaký ako u mäkkých ocelí a tuhosť súčasti bude preto nižšia, ak sa zmenší hrúbka materiálu. Ak však nie je prijateľné väčšie prehnutie, je možné úbytok tuhosti kompenzovať zmenami tvaru prierezu. Okrem toho je možné rovné plechové plochy vystužiť drážkami.
- Nosníky a profily so šírkou väčšou než asi 20 násobok hrúbky môžu vydržať zrútenie. Zrútenie znamená, že sa ocelový plech pri tlakom zaťaženie prehne. Akonáhle zaťaženie prestane pôsobiť, plech sa vráti do pôvodnej polohy a prehnutie zmizne.
- Tepelný ohrev na teplotu prevyšujúcu temperovacu teplotu u ocelí Docol UHS spôsobí zníženie pevnosti, ktoré rastie s rastúcou teplotou. V procesoch povrchovej úpravy, ktorých súčasťou je vytvrdzovanie, napr. Dacromet alebo Delta MKS, nesmie teplota pri tepelnom spracovaní prekročiť maximálnu odporúčanú teplotu, ak si má oceľ svoju vysokú pevnosť uchovať.
- Je potrebné zachovať opatrnosť v prípadoch, kedy sa má oceľ Docol UHS použiť v produktoch, ktoré sú vystavené únavovým zaťaženiam vyskytujúcim sa prevažne v zväracích konštrukciách. Je potrebné vedieť, kam zvarované spoje umiestniť. Zvarenia nesmú byť v miestach, ktoré sú veľmi zaťažené.

Životné prostredie a recyklovanie

Oceľ patrí k jedným z najviac recyklovaných materiálov na svete. Takmer polovica svetovej výroby ocele je založená na recyklovanej oceli.

SSAB Tunnpłat dodáva ocele Docol UHS zákazníkom, ktorí majú veľmi prísne požiadavky na ochranu životného prostredia a spoločnostiam, ktoré sa chystajú získať certifikáciu pre svoj prístup k ochrane životného prostredia.

Dnešné produkty musia byť schopné stať sa novými produktmi v budúcnosti. Kľúčom k tomu je navrhovať produkty pre recyklovanie. To zahŕňa voľbu materiálov, výrobných procesov, povrchovú úpravu a spôsoby spájania, ktoré

splnia dnešné aj budúce požiadavky na recyklovanie a znížia spotrebu materiálu.

VÝHODY OCELE VO VZŤAHU K ŽIVOTNÉMU PROSTREDIU

Oceľ je magnetická a je ju preto možné jednoducho triediť. Ocele už obsahujú recyklovaný materiál. Oceľ sa dá sto-percentne recyklovať. Infraštruktúra pre zber a recyklovanie oceľového odpadu existuje už veľmi dlhú dobu a je hospodárna. Takmer 90% celého automobilového odpadu sa recykluje. Pri výrobe novej ocele a pri jej recyklovaní je potrebná menšia energia než pri výrobe konkurenčných materiálov.



SSAB Tunnpłat AB je najväčším škandinávskym výrobcom ocele a vodcovskou spoločnosťou v Európe zaoberajúcou sa vývojom ocelí s vysokou, veľmi vysokou a extrémne vysokou pevnosťou.

SSAB Tunnpłat je členom skupiny SSAB Swedish Steel, má ročný obrát 15 miliárd švédskych korún a zamestnáva okolo 4 300 zamestnancov. Ročná výrobná kapacita spoločnosti je asi 2,5 miliónov ton oceľového plechu.

Náš prístup k ochrane životného prostredia sa zameriava na trvalé zlepšovanie podmienok ochrany životného prostredia pri našich výrobných procesoch a zariadeniach na kontrolu znečistenia. Svoje produkty neustále zlepšujeme s ohľadom na minimalizáciu nepriaznivých vplyvov na životné prostredie z hľadiska životnosti produktov.

Vo svojich vysoko moderných a účinných výrobných linkách a valcoviach plechov vyrábame nasledujúce produkty:

DOMEX

Oceľový plech valcovaný za tepla

DOCOL

Oceľový plech valcovaný za studena

DOGAŁ

Pokovený oceľový plech

PRELAQ

Oceľový plech vybavený ochranným náterom už vo výrobe.

Sú to registrované obchodné značky firmy SSAB Tunnpłat AB.

Pomáhame našim zákazníkom pri výbere ocelí, ktoré im čo najlepšie zvýšia konkurencieschopnosť. Naša sila tkvie v kvalite našich výrobkov, spoľahlivosti našich dodávok a flexibilitate technického servisu zákazníkom.

ssabtunnplat.com

Czech Republic

SSAB Swedish Steel s.r.o.
Tř. kapitána Jaroše 37a
CZ-60200 Brno
Tel +420 545 422 550
Fax +420 545 210 550
info.cz@ssab.com
ssab.cz

Sweden

SSAB Tunnpłat AB
SE-781 84 Borlänge
Tel +46 243 700 00
Fax +46 243 720 00
office@ssabtunnplat.com
ssabtunnplat.com

Australia

SSAB Swedish Steel
Tel +61 395 488 455

Benelux

SSAB Swedish Steel BV
Tel +31 24 67 90 550
ssab.nl

Brazil

SSAB Swedish Steel, Ltda.
Tel +55 41 3014 9070
ssab.com.br

China

SSAB Swedish Steel
Tel +86 10 6466 3441
swedishsteel.cn

Denmark

SSAB Svensk Stål A/S
Tel +45 4320 5000
ssab.dk

Finland

OY SSAB Svenskt Stål AB
Tel +358 9 686 6030
ssab.fi

France

SSAB Swedish Steel SAS
Tel +33 1 55 61 91 00
ssab.fr

Germany

SSAB Swedish Steel GmbH
Tel +49 211 91 25-0
Tel +49 711 6 87 84-0
ssab.de

Great Britain

SSAB Swedish Steel Ltd
Tel +44 1905 795794
swedishsteel.co.uk

Italy

SSAB Swedish Steel S.p.A.
Tel +39 030 90 58 811
ssab.it

Korea

SSAB Swedish Steel Ltd
Tel +822 761 6172

Norway

SSAB Svensk Stål A/S
Tel +47 23 11 85 80
ssab.no

Poland

SSAB Swedish Steel Sp.z.o.o.
Tel +48 602 72 59 85
ssab.pl

Portugal

SSAB Swedish Steel
Tel +351 256 371 610
ssab.pt

Spain

SSAB Swedish Steel SL
Tel +34 91 300 5422
ssab.es

South Africa

SSAB Swedish Steel Pty Ltd
Tel +27 11 827 0311
swedishsteel.co.za

Turkey

SSAB Swedish Steel Celik Dis Tic. Ltd. Sti.
Tel +90 216 372 63 70
ssab.com.tr

USA

SSAB Swedish Steel Inc.
Tel +1 412 269 21 20
swedishsteel.us

