

Oceli automatové podle normy ČSN EN 10087:2000 – technické dodací podmínky

Předmět normy	Stanovuje technické dodací podmínky pro následující výrobky tvářené za tepla : polotovary, tyče a dráty z automatových ocelí.
Použití ocelí uvedených v normě	Oceli jsou určeny pro sériovou výrobu rozměrově přesných strojních dílů obráběním nebo obráběním po předchozím tvářením za studena. Tyče a drát mohou sloužit i jako výchozí polotovary k tažení za studena. Při obrábění lze používat vysokých řezných rychlostí a využívat numericky řízené obráběcí automaty nebo obráběcí centra.
Klasifikace ocelí	Podle účelu upotřebení: Lze volit z ocelí pro všeobecné použití (oceli bez tepelného zpracování), z ocelí k cementování nebo k zušlechťování. Podle chemického složení : - oceli se zvýšeným obsahem síry a fosforu, - oceli se zvýšeným obsahem síry a fosforu, dále legované olovem, - oceli se zvýšeným obsahem síry a fosforu legované olovem a dalšími přísadami, které zlepšují obrábitelnost (Bi, Te, Se) Takové oceli však nejsou součástí normy EN 10087.
Způsob výroby oceli	Způsob výroby volí výrobce tak, aby bylo docíleno požadovaného chemického složení, při respektování ekologicky nezávadných technologických postupů. Jedná se především u způsoby legování Pb, resp. Te, Se a Bi. Dále musí výrobce zajistit, aby výsledné složení a struktura oceli splňovaly očekávaný stupeň obrábitelnosti, a předepsané mechanické vlastnosti.
Způsob dodávání	Pokud není při objednávání dohodnuto jinak, jsou výrobky dodávány ve stavu tepelně nezpracovaném. Při objednávání mohou být uplatněny následující požadavky : chemické složení a mechanické vlastnosti, velikost zrna u ocelí k cementování a zušlechťování, vnitřní jakost a jakost povrchu.
Vlastnosti charakterizující značku oceli	Chemické složení : se vztahuje na chemický rozbor tavby. Pro složení hotového výrobku jsou stanoveny dovolené odchylky od rozboru tavby. Mechanické vlastnosti výrobků: výrobky musí splňovat mechanické vlastnosti předepsané pro odpovídající stav tepelného zpracování (tvrdost a pevnost v tahu). U ocelí, které nejsou určeny k tepelnému zpracování jsou to pevnost a tvrdost ve stavu dodání, u ocelí k cementování tvrdost a pevnost ve stavu tepelně nezpracovaném a u ocelí k zušlechťování tvrdost a pevnost ve stavu tepelně nezpracovaném a pevnost ve stavu zušlechťovém. Tvrdost ve stavu tepelně nezpracovaném se uvádí jako informativní. U ocelí k zušlechťování dodávaných v jiném stavu tepelného zpracování než v zušlechťovém se požadavky na mechanické vlastnosti v zušlechťovém stavu prověřují na referenčním vzorku. U tyčí a drátů válcovaných za tepla musí mít zkušební polotovary, který má být zušlechťován, průřez rovný průřezu výrobku. Velikost zrna : volí výrobce. Pokud je u ocelí k cementování nebo u ocelí k zušlechťování požadována jemnozrnná struktura po referenčním zpracování, je nutno podrobnosti dohodnout při objednávání. V tomto případě musí být po zkoušení jedním ze způsobů podle EURONORM 103 velikost zrna 5 až 8. Struktura se považuje za vyhovující, pokud 70% hodnocené plochy vzorku vykazuje velikost zrna v uvedeném rozmezí.
Technologické vlastnosti	Obrobitelnost : je u automatových ocelí preferovanou vlastností. Chemické složení a struktura těchto ocelí jsou zvoleny tak, aby při třískovém obrábění vznikala snadno lámavá a krátká tříška. Tu lze pak snadno odvádět z obráběné plochy. Při obrábění vznikají hladké a tvarově přesné plochy. I při vysokých rychlostech obrábění nedochází k nadměrnému opotřebení nástrojů. Tvářitelnost za studena: požadavky na tvářitelnost za studena např. tažením za studena, je třeba dohodnout s výrobcem. Svařitelnost : pro vysoký obsah síry a fosforu se svařování automatových ocelí běžně nedoporučuje.
Vnitřní jakost	Při objednávání mohou být dohodnuty požadavky na vnitřní jakost výrobku například nedestruktivními způsoby zkoušení. Výrobce v tomto případě musí prokázat, že vnitřní vady (necelistvosti, makroskopické vměstky, vycezeniny a jiné vady struktury) ve výrobku nepřesahují dohodnutou mez. Současně je třeba při objednávání dohodnout způsob a metodiku zkoušení (na př. zkoušku ultrazvukem), nejlépe odkazem na příslušnou normu.
Jakost povrchu	Menší necelistvosti, které mohou vzniknout za běžných podmínek tvářením, jako např. otlaky po zaválcování okrajích, se nepovažují za vady. Požadavky na jakost povrchu je možné dohodnout při objednávání odkazem na normu EN 10221 (třídy jakosti povrchu). U výrobků určených k tažení za studena, je požadavky na jakost povrchu třeba dohodnout. Na dohodě závisí též způsob začišťování případných vad a přípustná hloubka začištění.
Rozměry, úchytky rozměrů, tvaru a polohy.	Jmenovité rozměry a úchytky rozměrů je nutno dohodnout při objednávání, pokud možno podle příslušných rozměrových norem.
Dodávání	Výrobky musí být dodávány odděleně podle taveb.
Zkoušení a shoda výrobku s požadavky.	Výrobky podle této normy je nutno objednávat s jedním z dokumentů kontroly podle EN 10204. Druh dokumentu kontroly je třeba dohodnout. Pokud je při objednávání dohodnuta nespécifikovaná kontrola, vystaví se zkušební zpráva podle EN 10204-2.2, která musí obsahovat: - potvrzení, že dodávka odpovídá uzavřeným dohodám, - výsledky rozboru tavby pro všechny prvky, které jsou předepsány pro příslušnou značku oceli. Pokud je při objednávání dohodnuto vystavení inspekčního certifikátu 3.1 nebo 3.2 podle EN 10204 provede se specifikovaný způsob zkoušení jak předepisuje norma a výsledky se uvedou do dokumentu kontroly. Kromě toho se uvedou výsledky rozboru tavby, výsledky zkoušek pro volitelné požadavky a písmenná nebo číselná označení, která umožňují vzájemné přiřazení dokumentů kontroly, zkušebních vzorků, zkušebních těles a výrobků. Specifikované zkoušení: Mechanické vlastnosti zjišťované u výrobků ve stavu tepelně nezpracovaném nebo v zušlechťovém stavu: pevnost v tahu u ocelí, které nejsou určeny k tepelnému zpracování a ocelí k cementování, pevnost v tahu u ocelí k zušlechťování ve stavu tepelně nezpracovaném, nebo ve stavu zušlechťovém. Výsledky kontroly a zkoušek volitelných vlastností. Volitelné a zvláštní požadavky uplatňované při objednávání: pevnost v zušlechťovém stavu stanovenou na referenčním vzorku ocelí k zušlechťování dodávaných ve stavu tepelně nezpracovaném. Chemický rozbor hotového výrobku, nedestruktivní zkoušení na vnitřní jakost, velikost zrna při referenčním tepelném zpracování. Zvláštní požadavky na značení.
Značení výrobků	Výrobky nebo obaly musí být značeny tak, aby bylo možno určit výrobce, značku oceli a tavbu.

Uživatelský komentář k normě ČSN EN 10087 a k ocelím automatovým

Porovnání s ČSN značek vyráběných v ČR	Označení podle EN 10087	Číselné označení	Označení podle ČSN	Poznámka
	11SMn30	1.0715	41 1109	
	10S20	1.0721	41 1110	
	35S20	1.0726	41 1140	Odpovídá pouze přibližně
	15SMn13	1.0725	41 1120	Odpovídá pouze přibližně

Chemické složení

Vedle prvků předepsaných normou musí výrobce při výrobě taveb zvolit postupy, které eliminují přítomnost doprovodných prvků vytvářejících v průběhu metalurgických pochodů tvrdé a obrobiteľnost zhoršující fáze. K nim patří např. oxidy hlíníku a křemíku. Poznámka uvedená v přehledu chemického složení automatových ocelí a týkající se obsahu Si, se vztahuje právě k tvorbě oxidů. Zvláštní oxidy, o kterých se poznámka zmiňuje, nezhoršují obrobiteľnost. Jedná se o oxidické vměstky jejichž tvar a struktura jsou vhodným způsobem v průběhu výroby na ocelárně modifikovány.

Tvrdost a pevnost v tahu ocelí neurčených k tepelnému zpracování.

Označení oceli		Průměr d v mm	Tvrdost HB ¹⁾	Pevnost v tahu Rm MPa ²⁾
Značka	Číselné označení			
11SMn30 11SMnPb30 11SMn30 11SMnPb37	1.0715 1.0718 1.0736 1.0737	5 ≤ d ≤ 10	-	380 až 570
		10 < d ≤ 16	-	380 až 570
		16 < d ≤ 40	112 až 169	380 až 570
		40 < d ≤ 63	112 až 169	370 až 570
		63 < d ≤ 100	107 až 154	360 až 520

¹⁾ Hodnoty tvrdosti jsou informativní. ²⁾ U plochých výrobků je minimální hodnota pevnosti v tahu 340 MPa

Tvrdost a pevnost v tahu ocelí k cementování ve stavu tepelně nezpracovaném.

Označení oceli		Průměr d v mm	Tvrdost HB ¹⁾	Pevnost v tahu Rm MPa
Značka	Číselné označení			
10S20 10SPb20	1.0721 1.0722	5 ≤ d ≤ 10	-	360 až 530
		10 < d ≤ 16	-	360 až 530
		16 < d ≤ 40	107 až 156	360 až 530
		40 < d ≤ 63	107 až 156	360 až 530
		63 < d ≤ 100	105 až 146	350 až 490
15SMn13	1.0725	5 ≤ d ≤ 10	-	430 až 610
		10 < d ≤ 16	-	430 až 600
		16 < d ≤ 40	128 až 178	430 až 600
		40 < d ≤ 63	128 až 172	430 až 580
63 < d ≤ 100	125 až 160	420 až 540		

¹⁾ Hodnoty tvrdosti jsou informativní

Mechanické vlastnosti ocelí k zušlechťování

Označení oceli		Průměr d mm	Tepelně nezpracováno		Zušlechťeno		
Značka	Číselné označení		Tvrdost HB ¹⁾	Pevnost Rm MPa	Re MPa min.	Rm MPa	A ₅ % min.
35S20 35SPb20	1.0726 1.0756	5 ≤ d ≤ 10	-	550 - 720	430	630 - 780	15
		10 < d ≤ 16	-	550 - 700	430	630 - 780	15
		16 < d ≤ 40	154 - 201	520 - 680	380	600 - 750	16
		40 < d ≤ 63	154 - 198	520 - 670	320	550 - 700	17
		63 < d ≤ 100	149 - 193	500 - 650	320	550 - 700	17
36SMn14 36SMnPb14	1.0764 1.0765	5 ≤ d ≤ 10	-	580 - 770	480	700 - 850	14
		10 < d ≤ 16	-	580 - 770	460	700 - 850	14
		16 < d ≤ 40	166 - 222	560 - 750	420	670 - 820	15
		40 < d ≤ 63	166 - 219	560 - 740	400	640 - 790	16
38SMn28 38SMnPb28	1.0760 1.0761	63 < d ≤ 100	163 - 219	550 - 740	360	570 - 720	17
		5 ≤ d ≤ 10	-	580 - 780	480	700 - 850	15
		10 < d ≤ 16	-	580 - 750	460	700 - 850	15
		16 < d ≤ 40	166 - 216	530 - 730	420	700 - 850	15
44SMn28 44SMnPb28	1.0762 1.0763	40 < d ≤ 63	166 - 216	560 - 730	400	700 - 850	16
		63 < d ≤ 100	163 - 207	550 - 700	380	630 - 800	16
		5 ≤ d ≤ 10	-	630 - 900	520	700 - 850	16
		10 < d ≤ 16	-	630 - 850	480	700 - 850	16
46S20 46SPb20	1.0727 1.0757	16 < d ≤ 40	187 - 242	630 - 820	420	700 - 850	16
		40 < d ≤ 63	184 - 235	620 - 790	410	700 - 850	16
		63 < d ≤ 100	181 - 231	610 - 780	400	700 - 850	16
		5 ≤ d ≤ 10	-	590 - 800	490	700 - 850	12
10 < d ≤ 16	-	590 - 780	490	700 - 850	12		
16 < d ≤ 40	166 - 216	590 - 760	430	650 - 800	13		
40 < d ≤ 63	166 - 216	580 - 730	370	630 - 780	14		
63 < d ≤ 100	163 - 207	560 - 710	370	630 - 780	14		

¹⁾ Hodnoty tvrdosti jsou informativní.

Podmínky pro tepelné zpracování	Automatové oceli k cementování ¹⁾					
	Značka oceli	Teplota cementace °C ²⁾	Teplota kalení na jádro °C ³⁾	Teplota kalení na povrch °C ³⁾	Prostředí pro kalení	Popouštění °C ⁵⁾
	10S20 10SPb20 15SMn13	880 až 980	880 až 920	780 až 820	voda, olej, emulze ⁴⁾	150 až 200
¹⁾ Teploty pro cementaci, kalení na jádro, kalení na povrch a popouštění jsou informativní. Skutečně zvolené teploty mají být takové, aby bylo dosaženo požadovaných vlastností cementované vrstvy. ²⁾ Teplota cementace závisí na chemickém složení oceli, hmotnosti výrobku a cementačním prostředku. Při přímém kalení po cementaci se obvykle nepřekračuje teplota 950°C. U zvláštních postupů, např. při cementaci ve vakuu, se obvykle používají vyšší teploty (např. 1020 až 1050°C). ³⁾ Při jednoduchém kalení po cementaci se ocel kalí z teploty cementace nebo z teploty nižší. Při vzniku nebezpečí deformací se dává přednost nižší teplotě kalení. ⁴⁾ Druh ochlazovacího prostředku závisí např. na tvaru výrobku, na podmínkách ochlazování a na stupni naplnění pece. ⁵⁾ Doba popouštění informativně minimálně 1 hodina.						
Porovnání obrobiteľnosti vybraných značek automatových ocelí	Automatové oceli k zušlechťování ¹⁾					
	Značka oceli	°C ²⁾	Kalení	Prostředí	Popouštění °C ³⁾	
	35S20 35SPb20	860 až 890		voda nebo olej	540 až 680	
36SMn14 36SMnPb14	850 až 880		voda nebo olej	540 až 680		
38SMn28 38SMnPb28	850 až 880		voda nebo olej	540 až 680		
44SMn28 44SMnPb28	840 až 870		olej nebo voda	540 až 680		
46S20 46SPb20	840 až 870		olej nebo voda	540 až 680		
¹⁾ teploty jsou informativní, skutečně zvolené teploty mají být takové, aby bylo dosaženo požadovaných hodnot. ²⁾ doba austenitizace informativně minimálně 0,5 h. ³⁾ doba popouštění minimálně 1 h (informativně).						
<p>Index obrobiteľnosti vyjadřuje poměrnou hodnotu obrobiteľnosti při podélném soustružení. Za základ byla vzata obrobiteľnost značky 11SMn30 s indexem obrobiteľnosti 100 %. Z grafu je patrné, že běžná uhlíková ocel se srovnatelným obsahem C – S235JR2 má index obrobiteľnosti přibližně poloviční v porovnání s 11SMn30. Na dalším zvýšení obrobiteľnosti se vedle síry a fosforu výrazně podílí olovo, telur a bismut popř. kombinace těchto prvků.</p>						
Struktura automatových ocelí	Pro dosažení příznivé obrobiteľnosti je nutné pomocí vhodných metalurgických pochodů vyloučit přítomnost tvrdých a ořezavých strukturálních složek. Současně s tím je nutno dosáhnout vyváženého poměru mezi pevností a zvýšenou křehkostí. V případě nejčastěji používaných měkkých, tepelně nezpracovatelných značek ocelí s obsahem C kolem 0,10 % srovnatelných s oceli S235 podle EN 10025, se jedná o strukturu s minimálním podílem cementitu (nosiťel pevnosti) v ostrůvkách perlitu. Houževnatý a ve struktuře převládající ferit křehne při tažení za studena, vlivem přítomnosti omezených obsahů fosforu a dusíku. Rozhodují úlohu u všech automatových ocelí sehrává přítomnost více druhů vměstků zvláštní povahy, velikosti a rozdělení. Tyto vměstky ovlivňují mechanismus tvorby třísky a její lámavost. Vedle toho příznivě ovlivňují i mechanismus reakce mezi nástrojem a odcházející třískou. Částice, které se v průběhu obrábění usazují na nástroji působí jako mazadlo a zabraňují jeho opotřebení. Nejznámější je v uvedeném smyslu působení zvýšeného obsahu sulfidických vměstků, jejichž vliv na obrobiteľnost je znám velmi dlouho a ovlivnil rozhodující měrou vývoj automatových ocelí. Automatové oceli se sírou patří ke klasickým druhům automatových ocelí. V současnosti jsou vyráběny automatové oceli na bázi přísad, které tvoří jiné druhy vměstků s podobným nebo ještě výraznějším vlivem na zlepšení obrobiteľnosti.					
Vliv obrobiteľnost zlepšujících přísad na vlastnosti automatových ocelí	Pro obsah síry jsou obvyklé hodnoty mezi 0,1 až 0,4 %. S přítomností síry spojený zvýšený obsah siřičkových vměstků ovlivňuje tvorbu struktury a pevnost velmi málo a to stejnou měrou u oceli válcované, za studena tažené, cementované nebo zušlechťované. To neplatí o houževnatosti především ve směru kolmém na směr tváření (příčné hodnoty). V průběhu tváření dochází k deformaci sulfidických vměstků ve směru tváření, ke vzniku výrazné řádkovitosti a důsledkem toho k podstatnému snížení hodnot houževnatosti v příčném směru. S tímto jevem je nutno počítat při volbě automatových ocelí pro daný účel upotřebení. Při výrobě automatových ocelí hraje významnou roli olovo společně se sírou nebo i samostatně. Při obsazích 0,15 až 0,30 % se Pb nachází v oceli ve formě jemně dispergované fáze. V současné době používané technologie legování olova, zabezpečují jeho rovnoměrné rozdělení ve struktuře oceli, kde se jeví podobně jako siřičkové vměstky. Částičky olova velikosti řádově 1 mikronu se ve struktuře nacházejí samostatně, nebo ve společenství siřičkových vměstků. Současným legováním telurem se vytváří fáze PbTe s podobnými vlastnostmi jako má olovo. S olovem příbuzný bismut (Bi) je z metalurgického hlediska a též působením na obrobiteľnost olova velmi podobný. Přísada 0,06% Bi k automatovým ocelím s olovem dále zvyšuje obrobiteľnost Pb-automatových ocelí. Přítomnost dalších prvků používaných při výrobě automatových ocelí vedle síry však též snižuje hodnoty houževnatosti ve směru kolmém na směr tváření. Olovo v porovnání se sírou zaujímá při stejném hmotnostním obsahu obou prvků ve struktuře oceli pouze jednu osminu objemu, který zaujímá síra. Proto ovlivňuje pokles houževnatosti olovo podstatně méně než síra. Této přednosti se využívá při používání automatových ocelí s olovem i pro více namáhané nebo i bezpečnostní konstrukční díly cementované nebo zušlechťované.					

Způsob výroby a způsob dalšího zpracování.	<p>Z ocelářského hlediska je nejdůležitější způsob desoxidace. Optimální morfologie siričkových vměstků se dosahuje u ocelí neuklidněných avšak za cenu značné strukturní nehomogenity odlévané oceli vlivem segregací. Kompromisním řešením je ocel polouklidněná s omezenými obsahy křemíku a hliníku. Takto lze vyrábět pouze oceli určené k tepelnému zpracování (pro všeobecné použití). Oceli k cementování a zušlechťování musí být naproti tomu zcela uklidněné. Legování přísad zlepšujících obrábělnost se provádí v pánvi, přičemž legování Pb a dalšími toxickými prvky se děje technologiemi přísně respektujícími ochranu životního prostředí.</p> <p>Ocelové výrobky obsahující Pb, Te, Bi se však za toxické nepovažují ani při dalším zpracování.</p> <p>Za tepla válcované výrobky se nejčastěji dále zpracovávají tažením za studena pro dosažení rozměrové přesnosti a dobré jakosti povrchu.</p> <p>Při kování je nutno dbát na dostatečně vysokou teplotu kování, vyhýbat se pokud možno pýchovacím operacím s volným šířením a kovat s dostatečnými přídávky na obrábění. Automatové oceli s telurem jsou při teplotách tváření náchylné k lomům a nejsou proto vhodné ke kování.</p>																																																																
Nejčastěji používané značky automatových ocelí	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Označení podle EN 10087</th> <th rowspan="2">Dřívější označení podle DIN 1651</th> <th rowspan="2">Porovnání s oceli podle ČSN</th> </tr> <tr> <th>Značka oceli</th> <th>Číselné označení</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">Oceli neurčené k tepelnému zpracování (oceli pro všeobecné použití).</td> </tr> <tr> <td>11SMn30</td> <td>1.0715</td> <td>9SMn28</td> <td>41 1109</td> </tr> <tr> <td>11SMnPb30</td> <td>1.0718</td> <td>9 SMnPb28</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11SMn37</td> <td>1.0736</td> <td>9SMn36</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11SMnPb37</td> <td>1.0737</td> <td>9SMnPb36</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">Oceli k cementování</td> </tr> <tr> <td>10S20</td> <td>1.0721</td> <td>10S20</td> <td>41 1110</td> </tr> <tr> <td>10SPb20</td> <td>1.0722</td> <td>10SPb20</td> <td></td> </tr> <tr> <td>15SMn13</td> <td>1.0725</td> <td></td> <td>41 1120</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">Oceli k zušlechťování</td> </tr> <tr> <td>35S20</td> <td>1.0726</td> <td>35S20</td> <td>41 1140</td> </tr> <tr> <td>35SPb20</td> <td>1.0756</td> <td>35SPb20</td> <td></td> </tr> <tr> <td>46S20</td> <td>1.0727</td> <td>45S20</td> <td></td> </tr> <tr> <td>46SPb20</td> <td>1.0757</td> <td>45SPb20</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Označení podle EN 10087		Dřívější označení podle DIN 1651	Porovnání s oceli podle ČSN	Značka oceli	Číselné označení	Oceli neurčené k tepelnému zpracování (oceli pro všeobecné použití).				11SMn30	1.0715	9SMn28	41 1109	11SMnPb30	1.0718	9 SMnPb28		11SMn37	1.0736	9SMn36		11SMnPb37	1.0737	9SMnPb36		Oceli k cementování				10S20	1.0721	10S20	41 1110	10SPb20	1.0722	10SPb20		15SMn13	1.0725		41 1120	Oceli k zušlechťování				35S20	1.0726	35S20	41 1140	35SPb20	1.0756	35SPb20		46S20	1.0727	45S20		46SPb20	1.0757	45SPb20	
Označení podle EN 10087		Dřívější označení podle DIN 1651	Porovnání s oceli podle ČSN																																																														
Značka oceli	Číselné označení																																																																
Oceli neurčené k tepelnému zpracování (oceli pro všeobecné použití).																																																																	
11SMn30	1.0715	9SMn28	41 1109																																																														
11SMnPb30	1.0718	9 SMnPb28																																																															
11SMn37	1.0736	9SMn36																																																															
11SMnPb37	1.0737	9SMnPb36																																																															
Oceli k cementování																																																																	
10S20	1.0721	10S20	41 1110																																																														
10SPb20	1.0722	10SPb20																																																															
15SMn13	1.0725		41 1120																																																														
Oceli k zušlechťování																																																																	
35S20	1.0726	35S20	41 1140																																																														
35SPb20	1.0756	35SPb20																																																															
46S20	1.0727	45S20																																																															
46SPb20	1.0757	45SPb20																																																															

Oceli uvedené v návazné normě ČSN EN 10277-3 Oceli automatové

Chemické složení a dovolené odchylky chemického složení výrobku od chemického složení tavby je uvedeno v normě ČSN EN 10087 – Technické dodací podmínky pro polotovary, tyče a dráty válcované za tepla.

Viz též tabulku chemického složení ocelí automatových.

Mechanické hodnoty:

Mechanické vlastnosti ocelí automatových neurčených k tepelnému zpracování							
Značka oceli	Číselné označení	Průměr (tloušťka) mm	Loupáno (+SH)		Taženo za studena (+C)		
			Tvrdość HB 1)	Rm MPa	Rp0,2 MPa 2) min.	Rm MPa 2)	A ₅ % min.
11SMn30 11SMNPb 30 11SMn37 11SMnPb37	1.0715 1.0718 1.0736 1.0737	>=5<=10			440	510-810	6
		>10<=16			410	490-760	7
		>16<=40	112-169	380-570	375	460-710	8
		>40<=63	112-169	370-570	305	400-650	9
		>63<=100	107-154	360-520	245	360-630	9

1) hodnoty tvrdosti jsou informativní. 2) u tyčí plochých se mohou hodnoty smluvní meze kluzu (Rp0,2) odchýlovat o – 10% a pevnost v tahu (Rm) o +10%.

Mechanické vlastnosti ocelí automatových určených k cementování ve stavu tepelně nezpracovaném							
Značka oceli	Číselné označení	Průměr (tloušťka) mm	Loupáno (+SH)		Taženo za studena (+C)		
			Tvrdość HB 1)	Rm MPa	Rp0,2 MPa 2) min.	Rm MPa 2)	A ₅ % min.
10S20 10SPb20	1.0721 1.0722	>=5<=10			410	520-780	7
		>10<=16			390	490-740	8
		>16<=40	107-156	360-530	360	460-720	9
		>40<=63	107-156	360-530	295	410-660	10
		>63<=100	105-146	350-490	235	380-630	11
15SMn13	1.0725	>=5<=10			450	560-840	6
		>10<=16			430	500-800	7
		>16<=40	128-178	430-600	390	470-770	8
		>40<=63	128-172	430-580	350	460-680	9
		>63<=100	125-160	420-540	265	440-650	10

1) hodnoty tvrdosti jsou informativní. 2) u tyčí plochých se mohou hodnoty smluvní meze kluzu (Rp0,2) odchýlovat o – 10 % a pevnosti v tahu Rm o +10 % .

Mechanické vlastnosti automatových ocelí k zušlechťování							
Značka oceli	Číselné označení	Průměr (tloušťka) mm	Loupáno (+SH)		Taženo za studena (+C)		
			Tvrdość HB 1)	Rm MPa	Rp0,2 MPa 2) min.	Rm MPa 2)	A ₅ % min.
35S20 35SPb20	1.0726 1.0756	>=5<=10			480	640-800	6
		>10<=16			400	590-830	7
		>16<=40	154-201	520-680	360	560-800	8
		>40<=63	154-198	520-670	340	530-760	9
		>63<=100	149-193	500-650	300	510-680	9
36SMn14 36SMnPb14	1.0764 1.0765				500	660-960	6
					440	620-900	6
			166-222	560-750	390	600-840	7
			166-219	560-740	360	580-780	8
38SMn28 38SMnPb28	1.0760 1.0761				340	560-760	9
					550	700-960	6
			166-216	560-730	420	610-850	7
			166-216	560-730	400	600-790	7
44SMn28 44SMnPb28	1.0762 1.0763				350	580-760	8
					600	760-1030	5 3)
			187-242	630-820	460	660-900	6 3)
			184-235	620-790	430	650-870	7 3)
46S20 46SPb20	1.0727 1.0757				390	630-840	7 3)
					570	740-980	5
			175-225	590-760	400	640-880	7
			172-216	580-730	380	610-850	8
		166-211	560-710	340	580-770	8	

1) hodnoty tvrdosti jsou informativní. 2) u plochých tyčí se mohou hodnoty smluvní meze kluzu (Rp0,2) odchýlovat o – 10% a pevnosti v tahu (Rm) o + 10%. 3) tyto oceli mohou být po vysokém stupni tažení dodávány s minimální pevností v tahu (Rm) 920 MPa a minimální tažností (A) 4%.

Mechanické vlastnosti automatových ocelí k zušlechťování								
Značka oceli	Číselné označení	Průměr (tloušťka) mm 1)	Taženo za studena a zušlechťováno (+C+QT) 2)			Zušlechťováno a taženo za studena (+QT+C)		
			Rp0,2 MPa min.	Rm MPa	A ₅ % min.	Rp0,2 MPa min.	Rm MPa	A ₅ % min.
35S20 35SPb20	1.0726 1.0756	>=5<=10				600	700-870	9
		>10<=16				580	700-850	11
		>16<=40	380	600-750	16	550	700-850	12
		>40<=63	320	550-700	17	530	650-800	13
		>63<=100	320	550-700	17	500	650-800	14
36SMn14 36SMnPb14	1.0764 1.0765					560	750-1000	6
						530	740-990	6
			420	670-820	15	470	720-970	8
			400	640-790	16	420	680-930	9
			360	570-720	17	400	580-840	9

Oceli uvedené v návazné normě ČSN EN 10277-3 Oceli automatové	38SMn28 38SMnPb28	1.0760 1.0761					700	850-1000	9
							680	775-925	10
				420	700-850	15	650	700-900	12
				400	700-850	16	650	700-900	13
				380	630-800	16	500	625-850	14
	44SMn28 44SMnPb28	1.0762 1.0763					710	850-1000	9
							710	850-1000	9
				420	700-850	16	660	700-900	11
				410	700-850	16	660	700-900	12
				400	700-850	16	660	700-900	12
	46S20 46SPb20	1.0727 1.0757					680	850-1000	8
							650	800-950	9
				430	650-800	13	620	700-850	10
				370	630-780	14	620	700-850	11
				370	630-780	15	580	650-850	11

1) pro nekruhové výrobky v zušlechtném stavu platí přepočítaný průměr uvedený v EN 10083-1 (týká se způsobu odběru zkušební vzorku pro stanovení mechanických vlastností). 2) hodnoty platí též pro stav „zušlechtno + loupáno“.

Značky vytištěné tučně jsou součástí skladového programu Bohdan Bolzano

Oceli uvedené v návazné normě ČSN EN 10277-4 Oceli k cementování

Chemické složení:
chemický rozbor tavby a dovolené odchylky chemického rozboru hotového výrobku od chemického rozboru tavby značek ocelí uvedených v normě EN 10277-4 se shoduje s chemickým složením ocelí k cementování podle normy EN 10084.
Při požadavcích na prokalitelnost se dovolují kromě fosforu a síry, nepasírné úchytky od mezních hodnot pro rozbor tavby. Tyto hodnoty však nesmějí u uhlíku překročit $\pm 0,1\%$ a u ostatních prvků hodnoty přípustné pro hotový výrobek.
Oceli se zlepšenou obrobitelností přísadou Pb (např. 0,15-0,35 %) nebo vyššího obsahu síry, podle způsobu výroby až do 0,100 % S, mohou být dodány na požadavek uvedený v objednávce. V tomto případě může být obsah Mn vyšší o 0,15 %.
Legování bórem se provádí pro zlepšení houževnatosti kalené cementované vrstvy, nikoli pro zvýšení prokalitelnosti.

Značka oceli	Číselné označení	Chemické složení, hmotnostní podíl v %								
		C	Si max.	Mn	P max.	S	Cr	Mo	Ni	B
C10R	1.1207	0,07-0,13	0,40	0,30-0,60	0,035	0,020-0,040				
C15R	1.1140	0,12-0,18	0,40	0,30-0,60	0,035	0,020-0,040				
C16R	1.1208	0,12-0,18	0,40	0,60-0,90	0,035	0,020-0,040				
16MnCrS5	1.7139	0,14-0,19	0,40	1,00-1,30	0,035	0,020-0,040	0,80-1,10			
16MnCrB5	1.7160	0,14-0,19	0,40	1,00-1,30	0,035	max. 0,035	0,80-1,10			0,0008-0,0050
20MnCrS5	1.7149	0,17-0,22	0,40	1,10-1,40	0,035	0,020-0,040	1,00-1,30			
16NiCrS4	1.5715	0,13-0,16	0,40	0,70-1,00	0,035	0,020-0,040	0,60-1,00		0,80-1,10	
15NiCr13	1.5752	0,14-0,20	0,40	0,40-0,70-	max. 0,035	max. 0,035	0,60-0,90		3,00-3,50	
20NiCrMoS2-2	1.6526	0,17-0,23	0,40	0,65-0,95	0,035	0,020-0,040	0,35-0,70	0,15-0,25	0,40-0,70	
17NiCrMoS6-4	1.6569	0,14-0,20	0,40	0,60-0,90-0,035	0,035	0,020-0,040	0,80-1,10	0,15-0,25	1,20-1,50	

Mechanické vlastnosti:

Mechanické vlastnosti ocelí nelegovaných									
Značka	Číselné označení	Tloušťka mm	Loupáno (+SH)		Taženo za studena (+C)			+A 2) loupáno (+A+SH)	+A 2) taženo za studena (+A+C)
			Tvrdość HB	Rm MPa	Rp0,2 min. MPa 1)	Rm MPa 1)	A ₅ % min.	Tvrdość HB max.	Tvrdość HB max. 3)
C10R	1.1207	>=5<=10			350	460-720	8		225
		>10<=16			300	430-730	9		216
		>16<=40	92-163	310-550	250	400-700	10	131	207
		>40<=63	92-163	310-550	200	350-640	12	131	190
		>63<=100	92-163	310-550	180	320-580	12	131	172
C15R	1.1140				380	500-800	7		238
					340	480-780	8		231
			98-178	330-600	280	430-730	9	143	216
			98-178	330-600	240	380-670	11	143	198
C16R	1.1208				215	340-600	12	143	178
					400	520-820	7		242
					360	500-800	8		238
			105-184	350-620	300	450-750	9	156	222
			260	400-690	11	156	204		
			235	360-620	12	156	184		

1) u tyčí plochých se může smluvní mez kluzu (Rp0,2) odchýlovat o - 10% a pevnost v tahu (Rm) o +/- 10 %.
2)+A - žíháno na měkko, 3) hodnoty tvrdosti tyčí plochých se mohou odchýlovat o +/- 10 %.

Oceli uvedené v návazné normě
ČSN EN 10277-4
Oceli k cementování

Mechanické vlastnosti ocelí legovaných						
Značka	Číselné označení	Tloušťka mm	+A + loupáno (+A+SH) 1)	+A + taženo za studena (+A+C) 1)	+FP + loupáno (+FP+SH) 2)	+FP+ taženo za studena (+FP+C) 2)
			Tvrdość HB max. 3)	Tvrdość HB max.	Tvrdość HB	Tvrdość HB 3)
16MnCrS5	1.7139	>=5<=10		260		
		>10<=16		250		
		>16<=40	207	245	140-187	140-240
		>40<=63	207	240	140-187	140-235
		>63<=100	207	240	140-187	140-235
16MnCrB5	1.7160			260		
				250		
			207	245	140-187	140-240
			207	240	140-187	140-235
20MnCrS5	1.7149			270		
				260		
			217	255	152-201	152-250
			217	250	152-201	152-245
16NiCrS4	1.5715			270		
				260		
			217	255	156-207	156-245
			217	255	156-207	156-240
15NiCr13	1.5752			270		
				260		
			255		166-217	
			255		166-217	
20NiCrMoS2-2	1.6526			270		
				260		
			212	255	149-194	149-240
			212	255	149-235	149-235
17NiCrMoS6-4	1.6569			275		
				265		
			229	260	149-201	149-250
			229	255	149-201	149-245
		229	255	149-201	149-245	

1)+A – žiháno na měkko, 2) +FP – zpracováno na feriticko-perlitickou strukturu a rozmezí tvrdosti, 3) u plochých tyčí se mohou hodnoty tvrdosti odchýlovat o +/- 10 %.

Prokalitelnost : pro oceli objednané s požadavky na prokalitelnost platí hodnoty prokalitelnosti podle EN 10084
Velikost zrna : pokud není dohodnuto jinak, musí ocel při zkoušení jedním ze způsobů uvedených v EURONORM 103 vykazovat velikost austenitického zrna 5 až 8. Struktura se považuje za vyhovující, pokud 70 % hodnocené plochy odpovídá předepsaným hodnotám.
Mikročistota (nekovové vměstky) : ocel musí vykazovat stupeň čistoty odpovídající ušlechtilé oceli. Požadavky na mikročistotu a způsob hodnocení je uveden v normě EN 10084.

Značky vytištěné tučně jsou součástí skladového programu Bohdan Bolzano

Oceli uvedené v normě
ČSN EN 10277-5
Oceli k zušlechťování

Chemické složení : chemické složení ocelí uvedených v této normě odpovídá chemickému složení tavby podle EN 10083-1 (viz tabulku chemického složení, která je součástí příručky v části pro EN 10083-1 a to včetně dovolených odchylek chemického složení hotového výrobku od chemického složení tavby).
Při požadavcích na prokalitelnost se dovolují kromě fosforu a síry, nepatrné úchytky od mezních hodnot pro rozbor tavby. Tyto úchytky nesmějí překročit mezní úchytky dovolené pro chemické složení hotového výrobku.
Pokud jsou nelegované oceli objednané bez požadavků na prokalitelnost (označení +H, +HH, +HL) nebo bez požadavků na hodnoty mechanických vlastností v zušlechťeném stavu, může být při objednávání dohodnuto zúžení rozmezí obsahu uhlíku na 0,05 % a nebo součet obsahu prvků Cr, Mo, Ni <= 0.45 %.

Mechanické vlastnosti :

Mechanické vlastnosti nelegovaných ocelí										
Značka	Číselné označení	Tloušťka mm 1)	Válcováno a loupáno (+SH)		Taženo za studena a zušlechťeno (+C+QT) 2)			Zušlechťeno a taženo za studena (+QT+C) 3)		
			Tvrdość HB	Rm MPa	Rp0,2 MPa min.	Rm MPa	As % min.	Rp0,2 MPa min. 3)	Rm MPa 3)	As % min.
C35E C35R	1.1181 1.1180	>=5<=10						650	800-950	9
		>10<=16						600	750-900	9
		>16<=40	154-207	520-700	370	600-750	19	530	700-850	10
		>40<=63	154-207	520-700	320	550-700	20	430	590-740	11
C40E C40R	1.1186 1.1189	>63<=100	154-207	520-700	320	550-700	20	360	550-740	12
								650	800-1000	8
								580	750-950	8
			163-211	550-710	400	630-780	18	500	680-900	9
C45E C45R	1.1191 1.1201		163-211	550-710	350	600-750	19	450	620-820	10
			163-211	550-710	350	600-750	19	370	600-800	11
								700	850-1050	8
								650	800-1010	8
		172-242	580-820	430	650-800	16	570	750-950	9	
		172-242	580-820	370	630-780	17	470	700-880	10	
		172-242	580-820	370	630-780	17	380	650-820	11	

Oceli uvedené v normě ČSN EN 10277-5 Oceli k zušlechťování	C50E C50R	1.1221 1.1223						720	870-1070	7	
							670	820-1030	7		
				181-269	610-910	460	700-850	15	600	790-990	8
				181-269	610-910	400	650-800	16	540	730-930	9
		181-269	610-910	400	650-800	16	470	680-880	9		
	C60E C60R	1.1221 1.1223						750	900-110	6	
							720	880-1080	6		
				198-278	670-940	520	800-950	13	640	880-1030	7
				198-278	670-940	450	750-900	14	560	750-980	8
		198-278	670-940	450	750-900	14	480	750-910	8		

1) pro nekruhové výrobky v zušlechťeném stavu je třeba k odběru vzorku pro stanovení mechanických hodnot určit směrodatný průměr (viz normu EN 10083-1), 2) hodnoty platí též pro stav „zušlechťeno+loupáno“.
3) u plochých ocelí se může smluvní mez kluzu (Rp0,2) odchylovat o – 10% a pevnost v tahu (Rm) o +- 10%.

Značky vytištěné tučně jsou součástí skladového programu Bohdan Bolzano

Mechanické vlastnosti legovaných ocelí k zušlechťování										
Značka	Číselné označení	Tloušťka mm 1)	Žiháno a loupáno (+A+SH)	Taženo za studena a zušlechťeno (+C+QT)			Zušlechťeno a taženo za studena (+QT+C)			Žiháno a taženo za studena (+A+C)
				2)			3)			
			Tvrdość HB	Rp0,2 MPa min.	Rm MPa	A ₅ % min	Rp0,2 MPa min.	Rm MPa	A ₅ % min.	Tvrdość HB max.
34CrS4	1.7034	>=5<=10					800	900-1100	8	285
		>10<=16					800	900-1100	9	275
		>16<=40	max. 223	590	800-950	14	690	800-950	9	270
		>40<=63	max. 223	460	700-850	15	560	700-850	10	265
		>63<=100	max. 223	460	700-850	15	480	700-850	11	265
41Cr4	1.7039						900	1000-1200	8	295
							850	1000-1200	8	285
			max. 241	660	900-1100	12	770	900-1100	9	280
			max. 241	560	800-950	14	640	800-950	10	270
		max. 241	560	800-950	14	580	800-950	11	270	
25CrMoS4	1.7213						800	900-1100	9	270
							770	900-1100	9	270
			max. 212	600	800-950	14	670	800-950	10	260
			max. 212	450	700-850	15	520	700-850	11	255
		max. 212	450	700-850	15	450	700-850	12	250	
42CrMoS4	1.7227						920	1000-1200	8	300
							900	1000-1200	8	290
			max. 241	750	1000-1200	11	830	1000-1100	9	285
			max. 241	650	900-1100	12	730	900-1100	10	280
		max. 241	650	900-1100	12	650	900-1100	10	280	
34CrNiMo6	1.6582						950	1000-1200	8	308
							950	1000-1200	8	298
			max. 248	900	1100-1300	10	950	1000-1200	9	293
			max. 248	800	1000-1200	11	850	1000-1200	10	288
		max. 248	800	1000-1200	11	820	1000-1200	10	288	
51Cr4	1.8159	<=16	max. 248	900	1100-1300	9				311
		>16<=40	max. 248	800	1000-1200	10				293
		>40<=80	max. 248	700	900-1100	12				287

1) pro nekruhové výrobky v zušlechťeném stavu je třeba k odběru vzorku pro stanovení mechanických hodnot určit směrodatný průměr (viz normu EN 10083-1) 2) hodnoty platí též pro stav „zušlechťeno + loupáno“.
2)u tyčí plochých se může smluvní mez kluzu (Rp0,2) odchylovat o – 10 % a pevnost v tahu (Rm) o +- 10 %.

Mechanické vlastnosti nelegovaných ocelí ve stavu taženém (+C) za studena											
Značka	Číselné označení	Tloušťka mm	Rp0,2 MPa min.	Rm MPa	A ₅ % min.	Značka	Číselné ozn.	Tloušťka mm	Rp0,2 MPa min.	Rm MPa	A ₅ % min.
C35E C35R	1.1181 1.1180	>=5<=10	510	650-1000	6	C50E C50R	1.1206 1.1241	>=5<=10	590	770-1100	5
		>10<=16	420	600-950	7			>10<=16	520	730-1080	6
		>16<=40	320	580-880	8			>16<=40	440	690-1050	7
		>40<=63	300	550-840	9			>40<=63	390	650-1030	8
		>63	270	520-800	9			>63	-	-	-
C40E C45R	1.1186 1.1189		540	700-1000	6	C60E C60R	1.1221 1.1223		630	800-1150	5
			460	650-980	7				550	780-1130	5
			365	620-920	8				480	730-1100	6
			330	590-840	9				-	-	-
		290	550-820	9			-	-	-		
C45E C45R	1.1191 1.1201		565	750-1050	5						
			500	710-1030	6						
			410	650-1000	7						
			360	630-900	8						
		310	580-850	8							

Prokalitelnost : při požadavcích na prokalitelnost platí hodnoty prokalitelnosti uvedené v normě EN 10083-1
Velikost zrna : pokud není dohodnuto jinak, volí velikost zrna výrobce. Pokud se požaduje jemnozrnnost po referenčním zpracování, je nutno objednat zvláštní požadavek. V tomto případě musí být velikost austenitického zrna 5 a jemnější.
Je-li požadováno specifické zkoušení, prokazuje se velikost zrna po dohodě při objednávání buď stanovením obsahu hliníku (obsah nutno dohodnout) nebo metalograficky podle EURONORM 103.
Mikročistota : stupeň čistoty odpovídající ušlechtilé oceli je možné dohodnout podle EN 10083-1.