

A large, 3D-style graphic of the text "S790" in a dark green color, set against a solid green background. The letters have a slight shadow and a white outline, giving them a metallic appearance.The Böhler S790 Microclean logo, consisting of the word "BÖHLER" in white on a black background, followed by "S790" in white on a green background, and "MICROCLEAN" in white on a black background with a registered trademark symbol.

БЫСТРОРЕЖУЩАЯ СТАЛЬ
произведенная методом порошковой металлургии

HIGH SPEED STEEL
produced by powder-metallurgy methods

BÖHLER S790 MICROCLEAN®

Сравнительный анализ
основных свойств сталей

Qualitative comparison of the
major steel properties

BÖHLER Марка / Grade	Красностойкость/ Red hardness	Износостойкость/ Wear resistance	Вязкость/ Toughness	Шлифуемость/ Grindability	Прочность на сжатие/Compressive strength
S200					
S400					
S401					
S404					
S500					
S600					
S607					
S700					
S705					
S390 MICROCLEAN					
S590 MICROCLEAN					
S690 MICROCLEAN					
S790 MICROCLEAN					

Целью этой таблицы является помощь в выборе стали. Однако, она не принимает во внимание разнообразные напряженные состояния, возникающие в зависимости от различных условий эксплуатации. Наши технические консультанты будут рады помочь Вам в решении любых вопросов, связанных с использованием и обработкой сталей.

This table is intended to facilitate the steel choice. It does not, however, take into account the various stress conditions imposed by the different types of application.

Our technical consultancy staff will be glad to assist you in any questions concerning the use and processing of steels.

BÖHLER S790 MICROCLEAN®

BÖHLER S790 MICROCLEAN

Производится методом порошковой металлургии.

Безликвационные и гомогенные металлические пудры высшей чистоты и достаточно размельченные перерабатываются в гомогенные и безликвационные быстрорежущие стали с превосходными изотропными свойствами при помощи диффузионного процесса, происходящего при повышенном давлении и температуре.

BÖHLER S790 MICROCLEAN

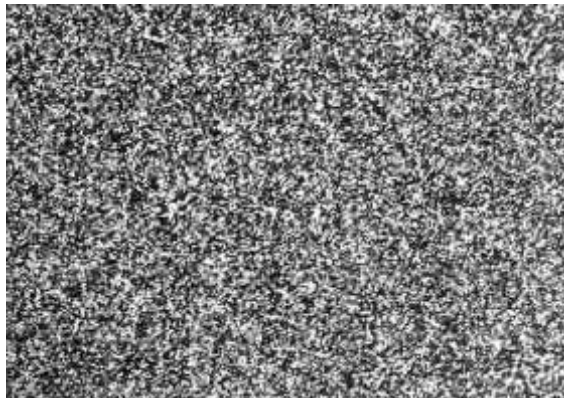
is produced by powder-metallurgy methods.

Segregation-free and homogeneous metal powders of highest purity and adequate granulation are processed to homogeneous and segregation-free high speed steels of virtually isotropic properties in a diffusion process taking place at high pressures and temperatures.

Сравнение карбидной неоднородности и размера карбидов (M = 100:1)

Comparison of carbide distribution and carbide size (M = 100 x)

Материал, произведенный методом порошковой металлургии **Powder-metallurgy material**



Материал, произведенный обычным способом

Conventionally cast material



BÖHLER S790 MICROCLEAN®

Свойства

Быстрорежущая сталь, произведенная методом порошковой металлургии, с хорошей красностойкостью, прочностью на сжатие и износостойкостью. Технология ПМ также обеспечивает материалу великолепную вязкость и обрабатываемость, т.е. прекрасную шлифуемость.

Применение

Инструменты, работающие в тяжелых условиях

Не только для обработки сталей, но и для «нежелезных» металлов, таких как никелевые и титановые сплавы.

- Стругальные резцы
- Червячные фрезы
- Фрезы
- Протяжки всех типов
- Метчики
- Спиральные сверла
- Лерки
- Развертки
- Биметаллические лезвия для дисковых пил
- Инструменты, работающие при сжимающих нагрузках, выше предельных
- Т.е. точные штампы для высокопрочных материалов.
- формовочные пуансоны
- матрицы

Химический состав

(Среднее содержание, в %)

C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W
1,30	0,50	0,30	4,20	5,00	3,00	6,30

Соответствие стандартам

DIN	EN
~ 1.3344	1.3345
~ HS6-5-3	HS6-5-3C

Properties

High speed steel produced by powder-metallurgy methods with good red hardness, compressive strength and wear resistance. The PM technology imparts to the material also excellent toughness and machinability properties, e.g. highly satisfactory grindability.

Applications

Heavy-duty machining tools

Not only for the machining of steels but also for nonferrous metals such as nickel-base and titanium alloys

- shaper cutters
- hobs
- milling cutters
- broaching tools of all types
- taps
- twist drills
- chasing tools
- reamers
- bimetal strips for saw blades
- Tools used under extreme compressive stresses
- e.g. precision blanking tools for high-strength materials
- shaping punches
- dies

Chemical analysis

(Average values, in %)

Standards

ASTM	UNS
~M3 Class 2	~ T11323

BÖHLER S790 MICROCLEAN®

Горячая формовка

Ковка:

1100 - 900°C
Медленное охлаждение в печи или термоизоляционном материале.

Hot forming

Forging:

1100 to 900°C (2012 to 1652°F) Slow cooling in furnace or in thermoinsulating material.

Термообработка

Отжиг:

870 - 900°C
Необходимо предохранять сталь от обезуглероживания.
После сквозного прогрева – медленное контролируемое охлаждение в печи с максимальной скоростью 10°C в час, до примерно 700°C. Окончательное охлаждение на воздухе.
Твердость после отжига:
Max 280 HB.

Heat treatment

Annealing:

870 to 900°C (1598 to 1652°F)
The steel needs to be protected against decarburization.
Through heating of the material is followed by controlled, slow furnace cooling at a maximum cooling rate of 10°C (50°F) per hour, down to approx. 700°C (1292°F). Final cooling in air.
Hardness after annealing:
280 Brinell, max.

Снятие напряжений:

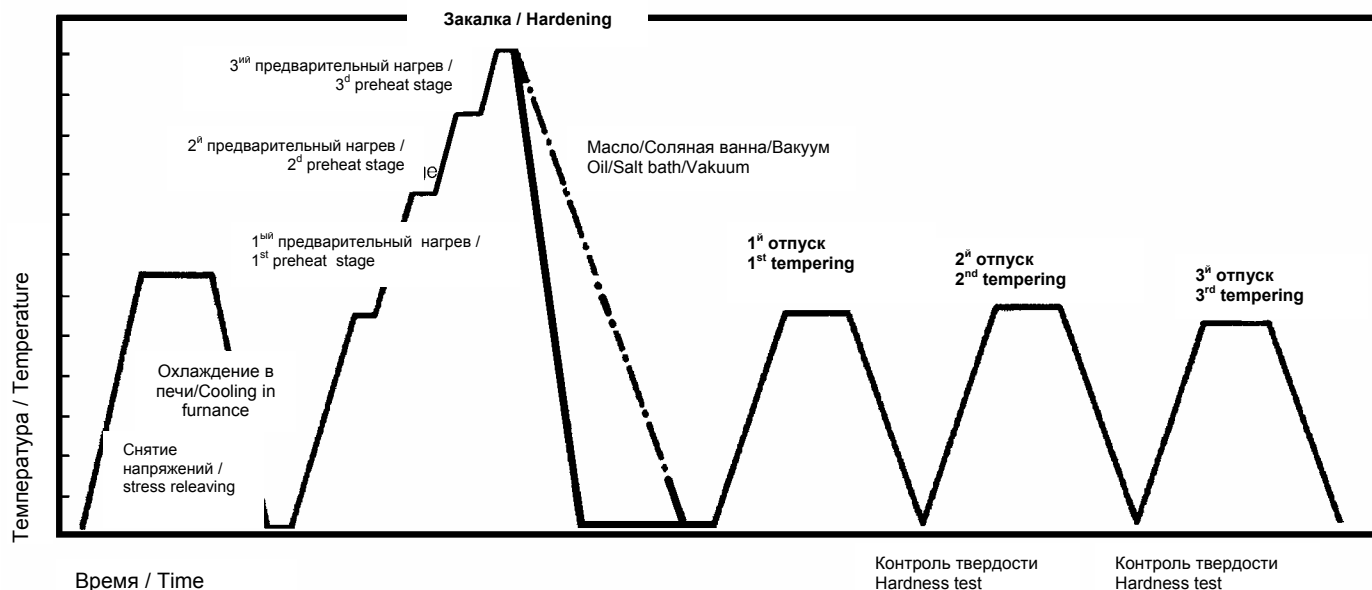
Черновая обработка может являться причиной появления напряжений, ведущих к короблению во время закалки. Эти напряжения можно снять путем нагрева до 600 – 650°C.
После сквозного прогрева выдерживать 2 часа. Медленное охлаждение в печи до 500°C, дальнейшее охлаждение на воздухе.

Stress relieving:

Rough machining may cause stresses leading to distortion during hardening. These stresses are relieved by heating to 600 - 650°C (1112 - 1202°F).
Holding for 2 hours after through heating. Slow furnace cooling down to 500°C (932°F), followed by cooling in air.

Закалка:

Hardening:



BÖHLER S790 MICROCLEAR®

Предварительный нагрев:

Закалка в соляной ванне:
Первый этап: 450 - 550°C т.е. в конвекционной печи.

Второй этап: 850 - 900°C в соляной ванне.

Третий этап: 1050°C в соляной ванне (требуется в случае высокой температуры аустенизации).

В вакуумной печи:
Первый этап: непрерывный нагрев до 450 - 550°C и выдержка до сквозного прогрева.

Второй этап: непрерывный нагрев до 850 - 900°C и выдержка до сквозного прогрева.

Третий этап: непрерывный нагрев до 1050°C и выдержка до выравнивания температур (требуется только в случае высокой температуры аустенизации).

Аустенизация:

1050 - 1180°C температура выбирается согласно таблице 2 с целью получения требуемой рабочей твердости. Время выдержки выбирается согласно диаграмме 3 для закалки в соляной ванне, и согласно диаграмме 4 для вакуумной закалки.

Preheating:

Salt bath hardening:
First stage: 450 - 550°C (842 - 1022°F), e.g. in the convection furnace.

Second stage: 850 - 900°C (1562 - 1652°F) in the salt bath.

Third stage: 1050°C (1922°F) in the salt bath (required in the event of high austenitising temperatures).

In the vacuum furnace:
First stage: continuous heating to 450 to 550°C (842 - 1022°F) and holding until temperature equalization.

Second stage: continuous heating to 850 to 900°C (1562 - 1652°F) and holding until temperature equalization.

Third stage: continuous heating to 1050°C (1922°F) and holding until temperature equalization (required only in the event of high austenitising temperatures).

Austenitising:

1050 bis 1180°C (1922 to 2156°F)
The temperature is chosen according to table 2 in order to obtain the required operating hardness. Immersion time according to chart 3 for salt bath hardening, and according to chart 4 for vacuum hardening.

Таблица 2 / Table 2

Стандартные значения для закалки / Standard values for hardening		
Твердость Hardness HRC*	Температура закалки Hardening temperature °C (°F)	Применение / Applications
60	1050°C (1922°F)	Холодноштамповые инструменты для отрезки, пробивки, формовки, вытяжных операций, дисковые и ленточные пилы и т.д. Cold work tools for cutting, punching, forming, and extrusion operations, circular and straight knives, etc.
61	1075°C (1967°F)	
62	1100°C (2012°F)	
63	1120°C (2048°F)	
64	1140°C (2084°F)	
65	1160°C (2120°F)	
66	1180°C (2156°F)	
65	1160°C (2120°F)	Режущие инструменты, такие как фрезы, резьбонарезной инструмент, развертки и т.д. Machining tools such as milling cutters, threading tools, broaches, etc.
66	1180°C (2156°F)	

*) Отпуск 3 x 1 час при 560°C

*) Tempering 3 x 1 hour at 560°C (1040°F)

BÖHLER S790 MICROCLEAN®

Диаграмма времени выдержки при закалке (соляная ванна)

Время аустенизации
(Температура закалки):

———— 80 секунд

----- 150 секунд

предварительный нагрев при
550°C, 850°C и 1050°C.

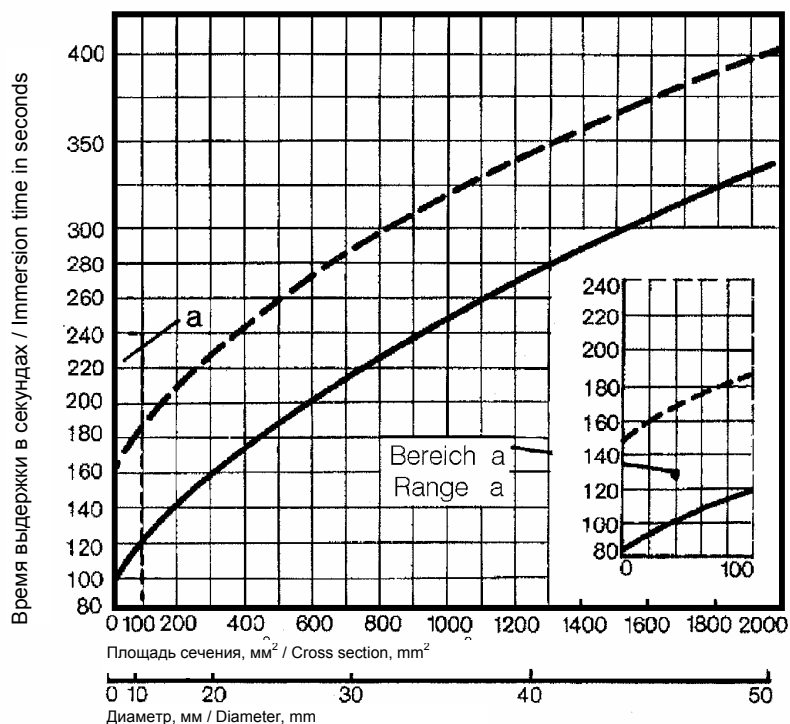
Immersion time chart (salt bath)

Austenitising time
(hardening temperature)

———— 80 seconds

----- 150 seconds

Preheating at 550°C (1022°F),
850°C (1562°F) and 1050°C (1922°F).



Закалка:

Закалка в соляной ванне:

Закалка в свежей соляной ванне при 550°C. Время выдержки – до выравнивания температур. Медленное охлаждение на спокойном воздухе до температуры, при которой заготовку можно взять в руки. Закалка в масле позволяет получить требуемую твердость при очень большой площади сечения заготовки, но увеличивает риск появления короблений.

Вакуумная закалка:

Закалка проводится в среде азота под давлением примерно 4 бара. Газ должен свободно циркулировать вокруг заготовки. Для получения требуемой твердости иногда требуется увеличить давление газа. Особое внимание следует уделять установлению правильной скорости закалки в интервале температур от 1050°C до 600°C.

Если циркуляция газа влечет за собой коробления, ее следует прекратить при температуре поверхности заготовки примерно 400°C (см. закалку в соляной ванне). Охлаждение после соответствующей выдержки до, по крайней мере, 50°C.

Quenching:

Salt bath hardening:

Quenching in a fresh salt bath at 550°C (1022°F). Immersion time until temperature equalization. Slow cooling in still air down to a temperature at which the tools can be touched with bare hands. Quenching in oil yields the right hardness for very large cross sections, but increases the risk of distortion.

Vacuum hardening:

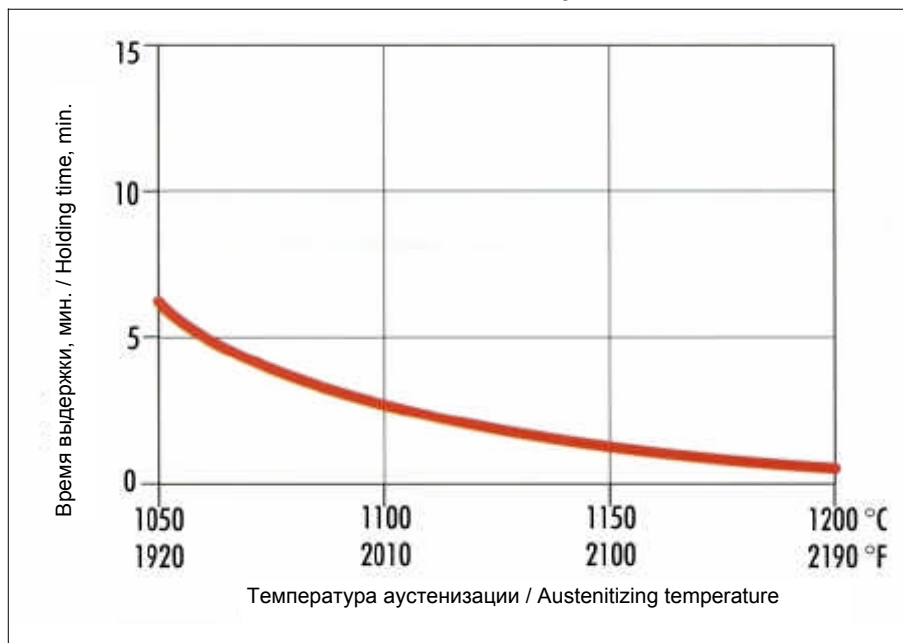
Quenching in nitrogen at approx. 4 bar. The gas circulation around the tools must be unobstructed. For obtaining the required hardness it is sometimes necessary to use higher gas pressures. Particular attention must be paid to ensuring the proper quenching rate in the temperature range between 1050°C (1922°F) and 600°C (1112°F).

Wherever high gas pressures lead to distortion, the gas circulation should be shut off at material surface temperatures of approx. 400°C (750°F) (see salt bath hardening). Cooling with appropriate equalization time down to at least 50°C (122°F).

BÖHLER S790 MICROCLEAN®

Рекомендуемое время выдержки при закалке в кипящем слое, вакуумной или газовой печи.

Recommended holding time, fluidized bed, vacuum or atmosphere furnace



Отпуск:

Tempering:

Стали, произведенные методом ПМ, необходимо отпускать 3 раза для получения требуемой структуры.

PM high speed steels need to be tempered three times in order to obtain the required structure.

После закалки при 1180°C

After quenching from 1180°C (2155°F)



1) Нерастворившиеся карбиды

2) Остаточный аустенит

3) Неотпущенный мартенсит

4) Отпущенный мартенсит

После одного отпуска при 560°C.

After single tempering at 560°C (1040°F)



После двойного отпуска при 560°C.

After double tempering at 560°C (1040°F)



1) Undissolved carbides

2) Retained austenite

3) Untempered martensite

4) Tempered martensite

После тройного отпуска при 560°C.

After triple tempering at 560°C (1040°F)



BÖHLER S790 MICROCLEAN®

Отпуск:

Медленный нагрев до температуры отпуска сразу после закалки.

Для отпуска в основном рекомендуется температура 560°C.

В любом случае, после сквозного прогрева необходима выдержка 1-2 часа. Медленное охлаждение для обеспечения превращения остаточного аустенита, которое в основном происходит при температуре максимум 50°C.

Значения твердости, полученной после отпуска при различной аустенизации и различных температурах закалки показаны на диаграмме отпуска.

Tempering:

Slow heating to tempering temperature immediately after quenching.

The generally recommended tempering temperature is 560°C (1040°F).

Through heating must in each case be coupled with a holding time of 1 to 2 hours. Slow cooling to ensure retained austenite transformation, which is generally guaranteed at temperatures of a maximum of 50°C (122°F).

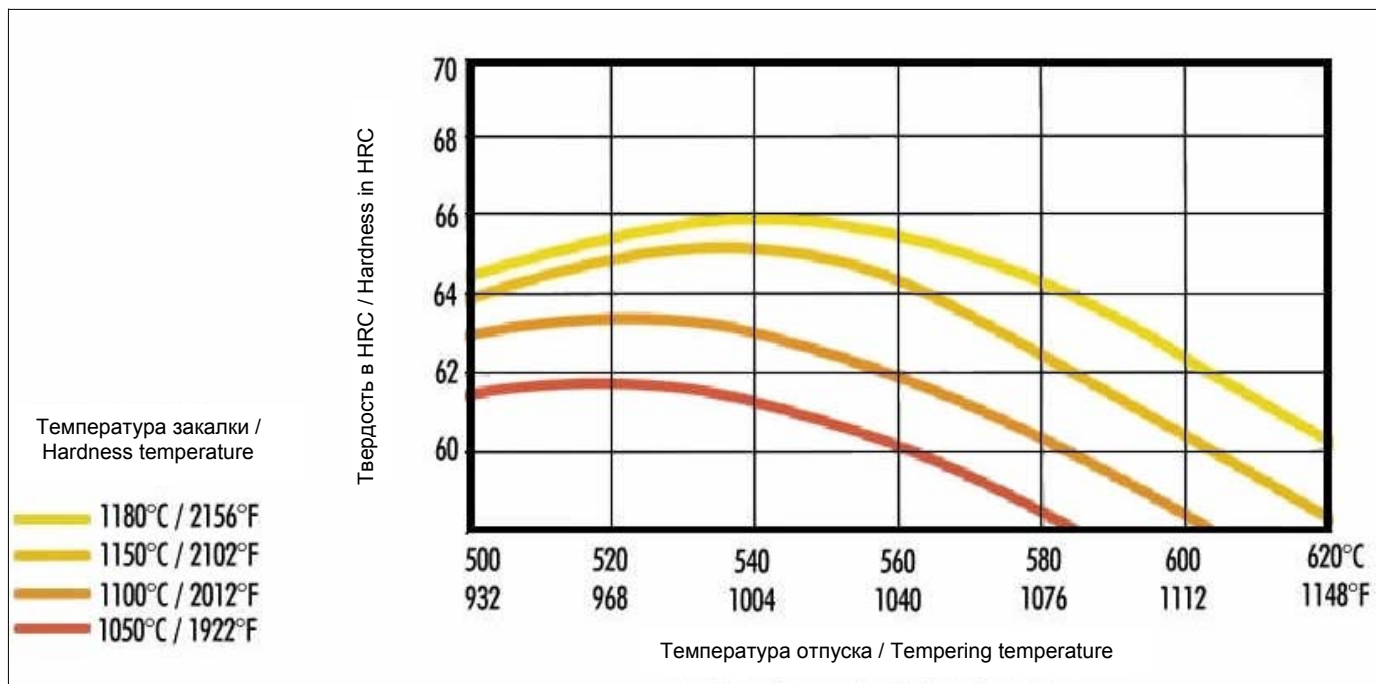
The tempering chart shows typical hardness values resulting from different austenitizing and tempering temperatures.

Диаграмма отпуска

Размер образца: квадрат 25 мм

Tempering chart

Specimen size: square 25 mm



Обработка поверхности

Азотирование:

Подходит для азотирования в ванне, плазменного и газового азотирования.

Surface treatment

Nitriding:

Suited for bath, plasma and gas nitriding.

Нанесение покрытий

В определенных случаях рекомендуются PVD покрытия. Также могут применяться CVD покрытия.

Coating

PVD coating is recommended for certain applications. CVD coating can also be used.

BÖHLER S790 MICROCLEAN®

Диаграмма термокинетического распада аустенита при охлаждении. Continuous cooling CCT curves

Химический состав, в % Chemical analysis, in %	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	W	Co	Cu
	1,29	0,50	0,30	0,024	0,020	4,20	5,00	0,15	3,00	6,30	0,25	0,15

Температура аустенизации: 1180°C
Время выдержки: 180 секунд

K1... карбиды, не растворившиеся во время аустенизации (10%)
K2... начало выпадение карбидов при закалке от температуры аустенизации.

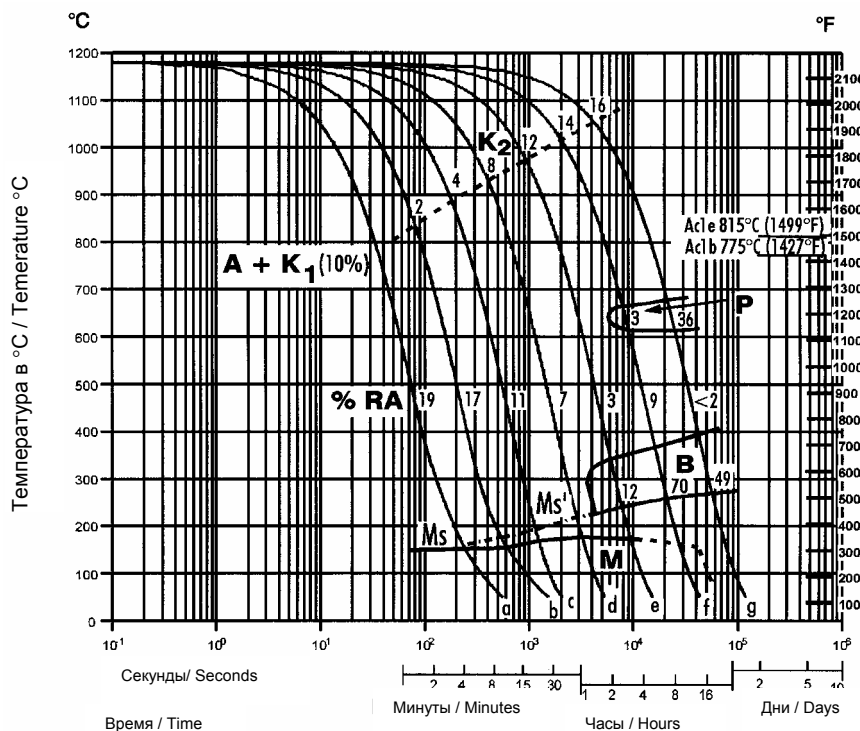
Ms-Ms': границы зерен мартенсита

A... Аустенит
B... Бейнит
P... Перлит
M... Мартенсит
RA.. Остаточный аустенит

Austenitising temperature: 1180°C (2156°F)
Holding time: 180 seconds

K1... Carbides which are not dissolved during austenitisation (10%)
K2... Starting of carbide precipitation during quenching from austenitising temperature

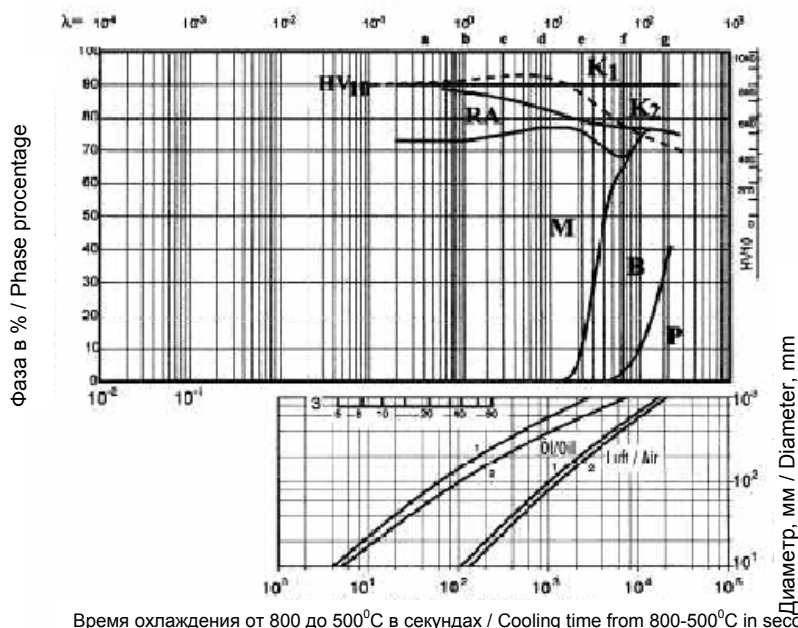
Ms-Ms':
Range of grain boundary martensite formation
A... Austenite
B... Bainite
P... Pearlite
M... Martensite
RA.. Retained austenite



Количественная фазовая диаграмма Quantitative phase diagram

образец Sample	λ	HV ₁₀
a	0,4	811
b	1,1	827
c	3,0	854
d	8,0	855
e	23	751
f	65	560
g	180	448

Параметр охлаждения λ / Cooling parameter λ



- 1..... Кромка или поверхность / Edge or face
- 2..... Сердцевина / Core
- 3..... Торцевая проба:
Расстояние от торца
- 3..... Jominy test: distance from the face end

Время охлаждения от 800 до 500°C в секундах / Cooling time from 800-500°C in seconds

BÖHLER S790 MICROCLEAN®

Рекомендации по механической обработке

(Отожженное состояние, средние значения)

Точение твердосплавным инструментом

Глубина резания, мм	0,5 - 1	1 - 4	4 - 8	свыше 8
Подача, мм/об	0,1 - 0,3	0,2 - 0,4	0,3 - 0,6	0,5 - 1,5
BOHLERIT- марка т.с.	SB10,SB20,	SB10,SB20,EB10	SB30,EB20	SB30,SB40
ISO - марка	P10,P20,	P10,P20,M10	P30,M20	P30,P40
<i>Скорость резания, м/мин</i>				
Сменные твердосплавные пластины				
Стойкость кромки 15 мин.	210 - 150	160 - 110	110 - 80	70 - 45
Напайные твердосплавные пластины				
Стойкость кромки 30 мин.	150 - 110	135 - 85	90 - 60	70 - 35
<i>Сменные твердосплавные пластины с покрытием</i>				
Стойкость кромки 15 мин.				
BOHLERIT ROYAL 121/ISO P20	до 210	до 180	до 130	до 80
BOHLERIT ROYAL 131/ISO P35	до 140	до 140	до 100	до 60
<i>Углы резания для инструмента с напайными твердосплавными пластинами</i>				
Передний угол	6 - 8°	6 - 8°	6 - 8°	6 - 8°
Задний угол	6 - 12°	6 - 12°	6 - 12°	6 - 12°
Угол наклона режущей кромки	0°	- 4°	- 4°	- 4°

Точение быстрорежущим инструментом

Глубина резания, мм	0,5	3	6	
Подача, мм/об	0,1	0,4	0,8	
BOHLER/DIN-марка	S700 / DIN S10-4-3-10			
<i>Скорость резания, м/мин</i>				
Стойкость кромки 60 мин	30 - 20	20 - 15	18 - 10	
Передний угол	14°	14°	14°	
Задний угол	8°	8°	8°	
Угол наклона режущей кромки	- 4°	- 4°	- 4°	

Фрезерование твердосплавным инструментом

Подача, мм/зуб	до 0,2	0,2 - 0,4		
<i>Скорость резания, м/мин</i>				
BOHLERIT SBF / ISO P25	150 - 100	110 - 60		
BOHLERIT SB40 / ISO P40	100 - 60	70 - 40		
BOHLERIT ROYAL 131/ISO P35	130 - 85	-		

Сверление твердосплавным инструментом

Диаметр сверла, мм	3 - 8	8 - 20	20 - 40	
Подача, мм/об	0,02 - 0,05	0,05 - 0,12	0,12 - 0,18	
BOHLERIT / ISO-марка т.с.	HB10/K10	HB10/K10	HB10/K10	
<i>Скорость резания, м/мин</i>				
	50 - 35	50 - 35	50 - 35	
Угол при вершине	115 - 120°	115 - 120°	115 - 120°	
Задний угол	5°	5°	5°	

BÖHLER S790 MICROCLEAN®

Recommendation for machining

(Condition annealed, average values)

Turning with carbide tipped tools

depth of cut mm	0.5 to 1	1 to 4	4 to 8	over 8
feed, mm/rev.	0.1 to 0.3	0.2 to 0.4	0.3 to 0.6	0.5 to 1.5
BOHLERIT grade	SB10,SB20,	SB10,SB20,EB10	SB30,EB20	SB30,SB40
ISO grade	P10,P20,	P10,P20,M10	P30,M20	P30,P40
<i>cutting speed, m/min</i>				
indexable carbide inserts				
edge life 15 min	210 to 150	160 to 110	110 to 80	70 to 45
brazed carbide tipped tools				
edge life 30 min	150 to 110	135 to 85	90 to 60	70 to 35
hardfaced indexable carbide inserts				
edge life 15 min				
BOHLERIT ROYAL 121/ISO P20	to 210	to 180	to 130	to 80
BOHLERIT ROYAL 131/ISO P35	to 140	to 140	to 100	to 60
cutting angles for brazed carbide tipped tools				
clearance angle	6 to 8°	6 to 8°	6 to 8°	6 to 8°
rake angle	6 to 12°	6 to 12°	6 to 12°	6 to 12°
angle of inclination	0°	- 4°	- 4°	- 4°

Turning with HSS tools

depth of cut, mm	0.5	3	6
feed, mm/rev.	0.1	0.4	0.8
HSS-grade BOHLER/DIN	S700 /S10-4-3-10		
<i>cutting speed, m/min</i>			
edge life 60 min	30 to 20	20 to 15	18 to 10
rake angle	14°	14°	14°
clearance angle	8°	8°	8°
angle of inclination	- 4°	- 4°	- 4°

Milling with carbide tipped cutters

feed, mm/tooth	to 0.2	0.2 to 0.4
<i>cutting speed, m/min</i>		
BOHLERIT SBF / ISO P25	150 to 100	110 to 60
BOHLERIT SB40 / ISO P40	100 to 60	70 to 40
BOHLERIT ROYAL 131/ISO P35	130 to 85	-

Drilling with carbide tipped tools

drill diameter, mm	3 to 8	8 to 20	20 to 40
feed, mm/rev.	0.02 to 0.05	0.05 to 0.12	0.12 to 0.18
BOHLERIT / ISO-grade	HB10/K10	HB10/K10	HB10/K10
<i>cutting speed, m/min</i>			
	50 to 35	50 to 35	50 to 35
top angle	115 to 120°	115 to 120°	115 to 120°
clearance angle	5°	5°	5°

BÖHLER S790 MICROCLEAN®

Физические свойства

Physical properties

Плотность при /
Density at20°C (68°F)8,1кг/дм³

Теплопроводность при /
Thermal conductivity at20°C (68°F)19В/(м.К)

Удельная теплоемкость при /
Specific heat at20°C (68°F)460Дж/(кг.К)

Электрическое сопротивление при /
Electrical resistivity at20°C (68°F)0,54Ом.мм²/м

Модуль упругости при /
Modulus of elasticity at20°C (68°F)217x10³ ...Н/мм²

Коэффициент теплового расширения в интервале от 20 ⁰ С до ... ⁰ С, 10 ⁻⁶ м/(м.К) при Thermal Expansion between 20°C (68°F) and ...°C (°F), 10 ⁻⁶ m/(m.K) at	Температура / Temperature		10 ⁻⁶ м/(м.К)
		100°C	212°F
	200°C	392°F	11,7
	300°C	572°F	12,2
	400°C	752°F	12,4
	500°C	932°F	12,7
	600°C	1112°F	13,0
	700°C	1292°F	12,9

Что касается применения и этапов процесса, которые не были упомянуты специально в этой таблице описания продукта, их следует уточнять с нами в каждом отдельном случае. As regards applications and processing steps that are not expressly mentioned in this product description/data sheet, the customer shall in each individual case be required to consult us.

Представитель в Вашем регионе: _____
Your partner:



BÖHLER INTERNATIONAL GmbH
Ул. Петровка, 27, ОАО «Венский дом»
103031 Москва
Россия
TELEFON: (095) 200-0309
TELEFAX: (095) 937-4534
e-mail: bohlerint@edunet.ru
www.bohler-edelstahl.at

Данные, содержащиеся в этой брошюре, предназначены только для передачи основной информации и ни к чему не обязывают компанию. Обязательства накладываются только в случае наличия контракта, в котором подобные данные четко оговорены как обязательства. При производстве нашей продукции не используются вещества, вредные для здоровья или озонового слоя.

The data contained in this brochure is merely for general information and therefore shall not be binding on the company. We may be bound only through a contract explicitly stipulating such data as binding. The manufacture of our products does not involve the use of substances detrimental to health or to the ozone layer.