

# S690



**BÖHLER S690**  
**MICROCLEAN®**

БЫСТРОРЕЖУЩАЯ СТАЛЬ  
произведенная методом порошковой металлургии

HIGH SPEED STEEL  
produced by powder-metallurgy methods

# BÖHLER S690 MICROCLEAN®

Сравнительный  
основных свойств сталей

анализ

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 S690 MICROCLEAN®

## BÖHLER S690 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 690 MICROCLEAN

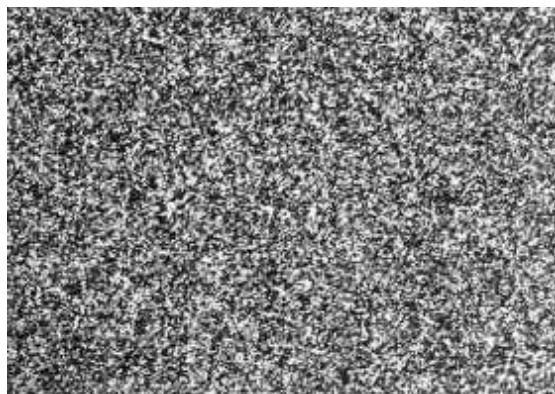
is produced by powder-metallurgy methods.

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 S690 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.

## 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.

## 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

## 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

## Химический состав

(Среднее содержание в %)

C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W
1,33	0,35	0,30	4,30	4,9	4,10	5,90

## Chemical analysis

(Average values, in %)

## Соответствие стандартам

AISI  
~ M4

UNS  
~T11304

BS  
~ BM4

JIS  
~ SKH54

# BÖHLER S690 MICROCLEAN®

## Горячая формовка

Ковка:

1100 - 900°C

Медленное охлаждение в печи или термоизолирующем материале

## Hot forming

Forging:

1100 to 900°C (2012 to 1652°F)

Slow cooling in furnace or in thermoinsulating material.

## Термообработка

Отжиг:

770 - 840°C

Медленное охлаждение в печи.

Твердость после отжига:

**max. 280 HB.**

## Heat treatment

Annealing:

770 to 840°C (1418 to 1544°F) Slow cooling in furnace. Hardness after annealing:

**max. 280 Brinell.**

Снятие напряжений:

600 - 650°C

Медленное охлаждение в печи.

Предназначено для снятия напряжений, полученных в результате длительной механической обработки или при изготовлении инструмента сложной формы. После сквозного прогрева выдерживать в нейтральной атмосфере 1 – 2 часа.

Stress relieving:

600 to 650°C (1112 to 1202°F)

Slow cooling in furnace.

To relieve stresses set up by extensive machining or in tools of intricate shape. After through heating, hold in neutral atmosphere for 1 to 2 hours.

Закалка:

1150 - 1200°C

Масло, соляная ванна (500 - 550°C), вакуум.

Верхнее значение температур – для деталей простой формы, нижнее – для деталей сложной формы. Для холоднштампового инструмента также важно выдерживать нижний уровень температур для достижения наибольшей вязкости. Время выдержки после прогрева всего сечения заготовки – минимум 80 секунд, для достаточного растворения карбидов.

Максимальное время выдержки – 150 секунд во избежание возникновения дефектов.

На практике используется время от помещения заготовки в соляную ванну после предварительного нагрева до вынимания (включая этапы нагрева до определенной поверхностной температуры и прогрева всего сечения). См. диаграммы времени погружения.

Также возможна вакуумная закалка.

Время выдержки в вакуумной печи зависит от размера заготовки и параметров печи.

Hardening:

1150 to 1200°C (2102 to 2192°F)

Oil, salt bath (500 to 550°C (932 to 1022°F), vacuum.

Upper temperature range for parts of simple shape, lower for parts of complex shape. For coldworking tools also lower temperatures are of importance for higher toughness. Soaking time after heating up the whole section of a workpiece 80 seconds minimum is required for dissolving sufficient carbides.

Maximum soaking time 150 seconds to avoid detriments by oversoaking.

In practice instead of soaking time the time of exposure from placing the workpiece into the salt bath after preheating until removing (including the stages of heating to the specified surface temperature and of heating to the temperature throughout the whole section) is used. (see immersion time diagrams).

Vacuum hardening is possible.

The time in the vacuum furnace depends on the relevant workpiece size and furnace parameters.

# BÖHLER S690 MICROCLEAN®

Диаграмма времени погружения (соляная ванна)

Immersion time chart (salt bath)

Время аустенизации  
(температура закалки)  
 — 80 Секунд  
 - - - - - 150 Секунд  
 Предварительный нагрев при  
 550°C, 850°C и 1050°C.

Austenitising time  
(hardening temperature)  
 — 80 seconds  
 - - - - - 150 seconds  
 Preheating at 550°C (1022°F),  
 850°C (1562°F) and 1050°C (1922°F).

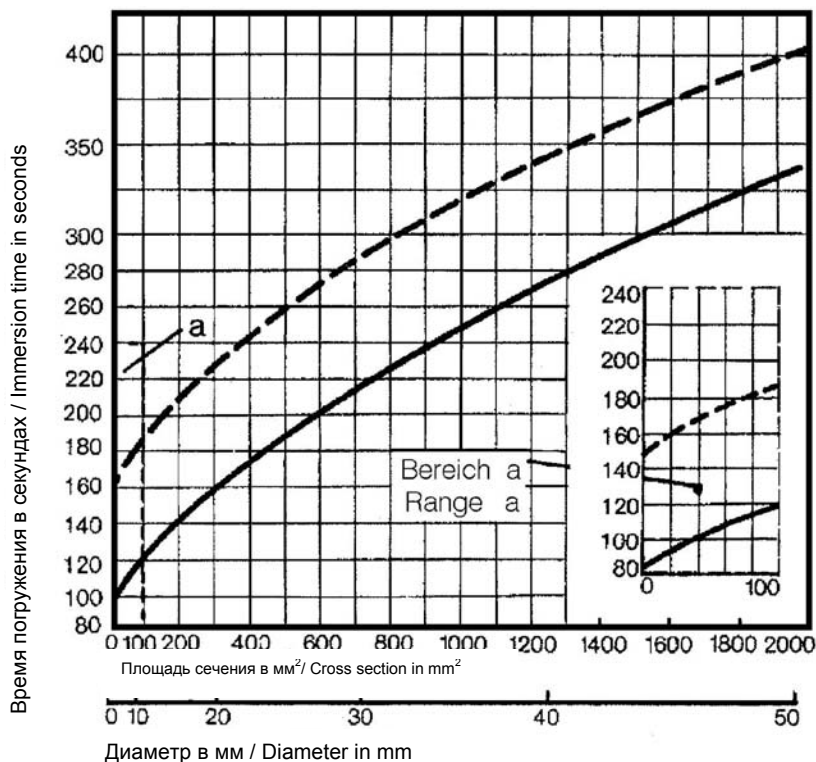
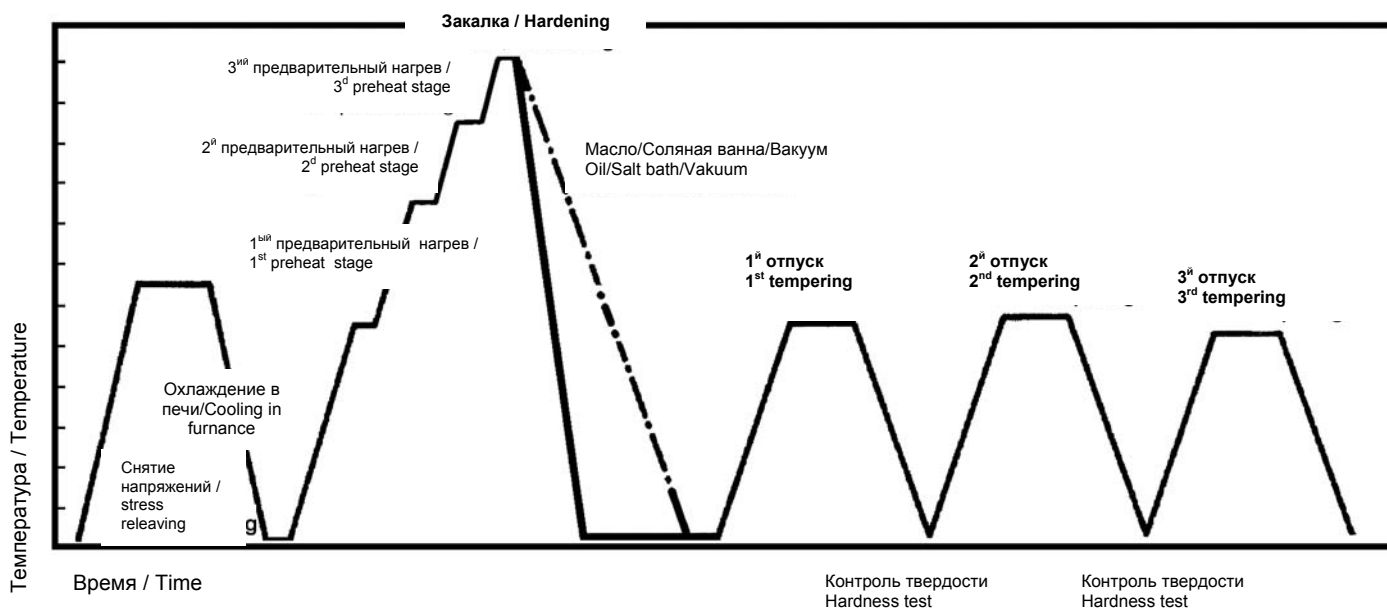


Диаграмма термообработки

Heat treatment sequence



# BÖHLER S690 MICROCLEAN®

## Отпуск:

Медленный нагрев до температуры отпуска сразу после закалки / время выдержки: 1 час на каждые 20 мм толщины заготовки, но не менее 2 часов / охлаждение на воздухе (минимальное время выдержки: 1 час).

1<sup>ый</sup> и 2<sup>ой</sup> отпуск проводятся для получения желаемой рабочей твердости. На диаграмме отпуска показаны средние значения получаемой твердости.

3<sup>ий</sup> отпуск проводится для снятия напряжений при температуре на 30 – 50°C ниже наивысшей температуры отпуска. Твердость после отпуска: **64 - 66 HRC.**

## Tempering:

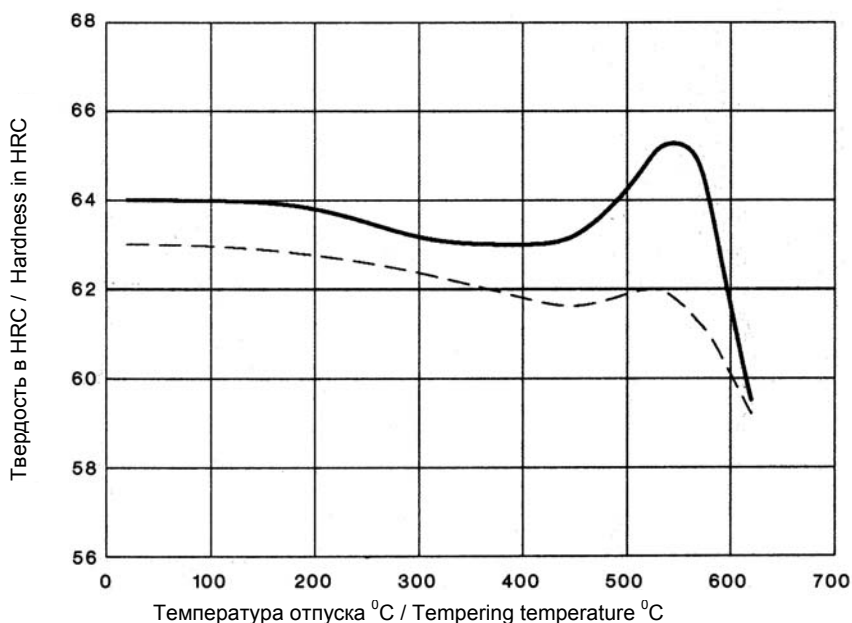
Slow heating to tempering temperature immediately after hardening/time in furnace: 1 hour for every 20 mm of workpiece thickness, but not less than 2 hours/ air cooling (minimum holding time: 1 hour).

1<sup>st</sup> tempering and 2<sup>nd</sup> tempering to desired working hardness. Average obtainable hardness values are shown in the tempering chart.

3<sup>rd</sup> tempering for stress relieving, 30 - 50°C (86-122°F) below highest tempering temperature. Obtainable hardness after tempering: **64 - 66 HRC.**

## Диаграмма отпуска

## Tempering chart



Время выдержки 2 x 2 часа  
Размер образца: 25 x 20 x 15 мм  
Аустенизация в соляной ванне  
Температура закалки:  
——— 1180°C  
----- 1130°C

Holding time 2 x 2 hours  
Specimen size: 25 x 20 x 15 mm  
Austenitising in salt bath  
Hardening temperature:  
——— 1180°C (2156°F)  
----- 1130°C (2066°F)

## Обработка поверхности

### Азотирование:

Возможно газовое и плазменное азотирование, а также азотирование в ванне.

## Нанесение покрытий

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

## Surface treatment

### Nitriding:

Parts made from this steel can be bath, plasma and gas nitriding.

## Coating

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

# BÖHLER S690 MICROCLEAN®

## Диаграмма термокинетического распада аустенита при охлаждении. Continuous cooling CCT curves

Химический состав, в %  
Chemical analysis, in %

C	Cr	Mo	V	W
1,35	4,25	4,50	4,00	5,75

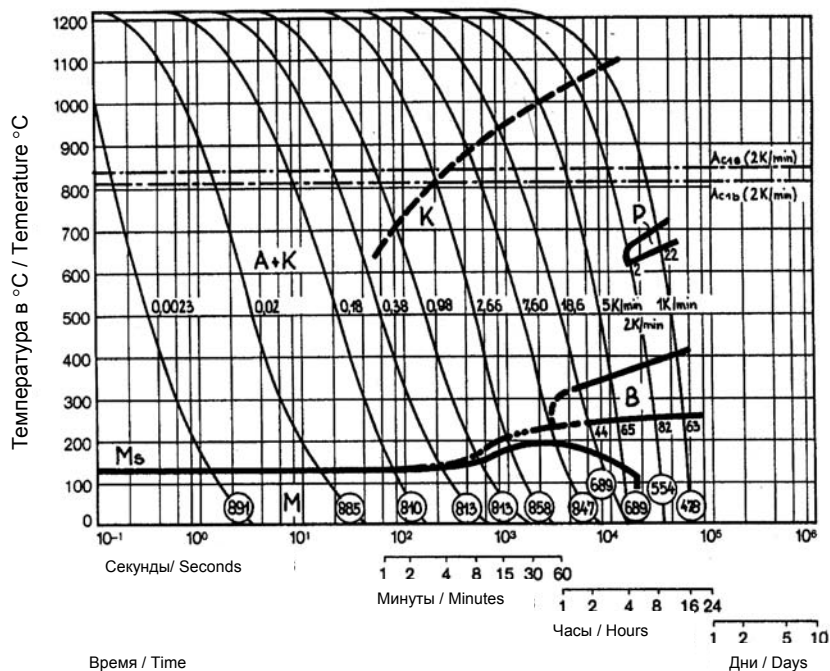
Температура аустенизации: 1210°C  
Время выдержки: 150 секунд

○ Твердость в HV  
2 ... 63 фаза в %  
0,0023 ... 18,6 - параметр охлаждения, т.е. длительность охлаждения от 800 до 500°C (1472 - 932°F) в  $s \times 10^{-2}$  К/мин.

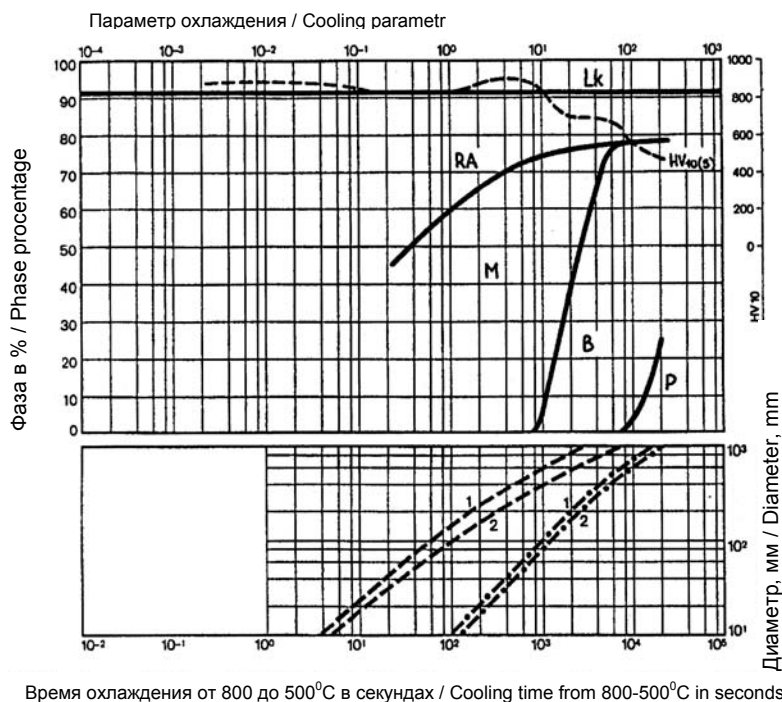
5 K/min ... 1 K/min - скорость охлаждения в К/мин. в интервале 800 - 500°C (1472 - 932°F)  
B.....Бейнит

Austenitising temperature: 1210°C (2210°F)  
Holding time: 150 seconds

○ Vickers hardness  
2 ... 63 phase percentages  
0.0023 ... 18.6 cooling parameter, i.e. duration of cooling from 800-500°C (1472-932°F)  
in  $s \times 10^{-2}$   
5 K/min ... 1 K/min cooling rate in K/min in the 800 - 500°C (1472 - 932°F) range  
B.....Bainite



## Количественная фазовая диаграмма Quantitative phase diagram



--- Охлаждение в масле / Oil cooling  
-•- Охлаждение на воздухе / Air cooling

1 .... Кромка или поверхность / Edge or face  
2 .... Сердцевина / Core

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



# BÖHLER S690 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
Напайные твердосплавные пластины				
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
Углы резания для инструмента с напайными твердосплавными пластинами				
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 S690 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 S690 MICROCLEAN®

## Физические свойства

## Physical properties

Плотность при / Density at .....	20°C (68°F) .....	8,10 .....	кг/дм <sup>3</sup>
Теплопроводность при / Thermal conductivity at .....	20°C (68°F) .....	19 .....	В/(м.К)
Удельная теплоемкость при / Specific heat at .....	20°C (68°F) .....	460 .....	Дж/(кг.К)
Электрическое сопротивление при / Electrical resistivity at .....	20°C (68°F) .....	0,54 .....	Ом.мм <sup>2</sup> /м
Модуль упругости при / Modulus of elasticity at .....	20°C (68°F) .....	217x10 <sup>3</sup> .....	Н/мм <sup>2</sup>

Коэффициент теплового расширения в интервале от 20 <sup>0</sup> С до ... <sup>0</sup> С, 10 <sup>-6</sup> м/(м.К) при Thermal Expansion between 20°C (68°F) and ...°C (°F), 10 <sup>-6</sup> m/(m.K) at	Температура / Temperature		10 <sup>-6</sup> 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](mailto:bohlerint@edunet.ru)  
[www.bohler-edelstahl.at](http://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.