

ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ
ГОРЯЧЕСТАМПОВАЯ СТАЛЬ
HOT WORK TOOL STEEL

BÖHLER W400 VMR

Увеличение стойкости за счет более высокой рабочей твердости.

Одним из факторов, наряду с другими влияющим на снижение затрат и стоимости продукции, является стойкость инструмента, а также низкие эксплуатационные расходы и постоянные затраты.

На практике это достигается путем использования инструментальных материалов, которые, например, обладают высокой **однородностью** и имеют высокую **микро-чистоту**, значительно замедляющие начало термического разгара.

К тому же, высокий **потенциал вязкости** означает, что на некоторых операциях увеличение срока службы инструмента может быть достигнуто путем **увеличения рабочей твердости**.

Внедрение такого специально адаптированного инструментального материала может, помимо **увеличения срока службы инструмента**, дать множество других преимуществ, благодаря:

- ≪ Повышенной стойкости
- ≪ Снижению количества инструмента
- ≪ Снижению количества ремонтов
- ≪ Большему сроку службы между ремонтами.

Service life increase through higher working hardness

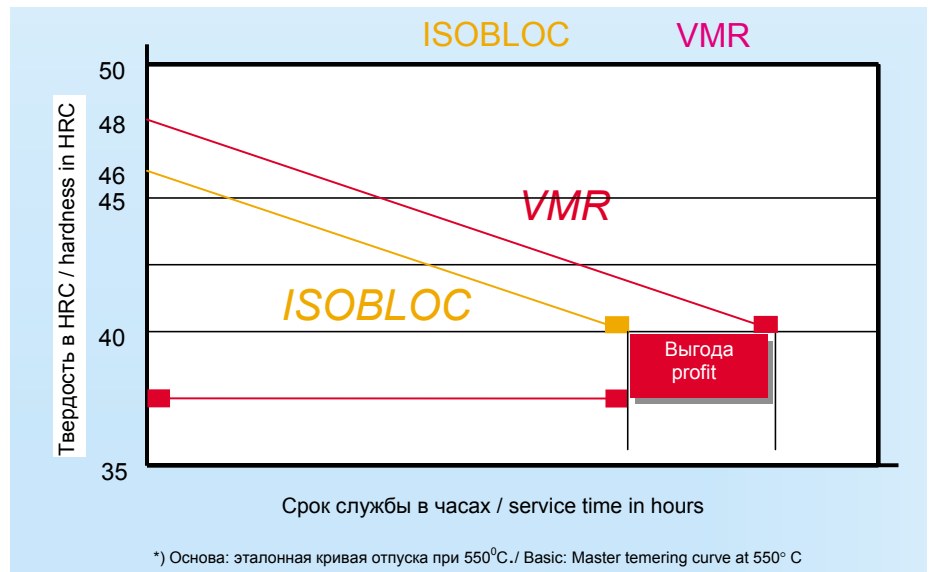
The most important factors, among others, which can result in a lowering of production costs are a long tool life, and low maintenance and stand still costs.

This is achieved in practice by using tool materials which, for example, are highly homogenous and have a high **micro-cleanliness**, causing a significant delay in the onset of heat checking.

In addition, the high **potential for toughness** means for certain applications that an improvement in the service life of the tool can be achieved by **increasing the working hardness**.

Employing such a specially adapted tooling material can result in several advantages for the user, besides the **longer service life**, due to:

- ≪ Longer tool life
- ≪ Fewer tools
- ≪ Fewer tool changes
- ≪ Fewer repairs
- ≪ Longer tool-in-service time between repairs



BÖHLER W400 VMR

Качественное сравнение

Qualitative comparison

BÖHLER Grade BÖHLER марка	Высокотемпературная прочность / High temp. strength	Высокотемпературная вязкость / High temp. toughness	Высокотемпературная износостойкость / High temp. wear resistance	Обрабатываемость Machinability
BÖHLER W100				
BÖHLER W300				
BÖHLER W302				
BÖHLER W303				
BÖHLER W320				
BÖHLER W321				
BÖHLER W400 VMR				
BÖHLER W403 VMR				
BÖHLER W500				
BÖHLER W705				

Характеристики качества

Quality characteristics

Выдающиеся свойства новой инструментальной стали BÖHLER W400 VMR определяются не только путем улучшения химического состава, но также благодаря оптимизации этапов технологического процесса производства:

- ≠ выбор шихтовых материалов высокой чистоты для плавки
- ≠ вакуумный переплав (VMR)
- ≠ оптимизированный диффузионный отжиг и структурная обработка
- ≠ и, наконец, специальная термообработка для достижения идеального отожженного состояния.

The outstanding properties of BÖHLER's new tool steel W400 VMR are dependant not only on a modified chemical composition, but also on the following technologically optimised production steps:

- ≠ Selection of highly clean raw materials for melting
- ≠ Remelting under vacuum (VMR)
- ≠ Optimised diffusion annealing and structural treatment
- ≠ Final, special heat treatment for an excellent annealed condition.

	ISODISC	ISOBLOC	VMR
Плавка Melting	ELBO + VD EAF + VD	ELBO + VD EAF + VD	ELBO + VD EAF + VD
Переплав Remelting	- да / yes	ESU / ESR да / yes	VLBO / VAR да / yes
Структурная обработка Structural treatment			
Специальная термообработка Special heat treatment	да / yes	да / yes	да / yes

BÖHLER W400 VMR

Свойства

Благодаря сбалансированному сочетанию улучшенного химического состава и оптимизированного технологического процесса, в BÖHLER W400 VMR достигнуты оптимальные свойства:

- ≠ хорошая макро- и микроструктура с очень низким уровнем ликваций
- ≠ очень низкое содержание газов
- ≠ очень низкое содержание нежелательных примесей
- ≠ превосходная однородность и изотропность
- ≠ наивысший балл чистоты
- ≠ наивысшая вязкость
- ≠ наилучшая полируемость
- ≠ наилучшая теплопроводность
- ≠ наилучшая стабильность размеров при термообработке
- ≠ хорошая обрабатываемость
- ≠ наивысшая рабочая твердость для увеличения срока службы (меньше высокотемпературный износ, выше предел текучести).

Применение

Тяжелонагруженные инструменты для горячей обработки и штампы, в основном для обработки легких сплавов: пробойники, матрицы, контейнеры для экструзии металлических труб и прутков; оборудование для горячей экструзии; инструменты и штампы для производства пустотелых деталей, винтов, заклепок, гаек и болтов. Оборудование для литья под давлением, формообразующие детали пресс-форм, вставки, ножницы для горячей отрезки, пресс-формы для литья пластмасс.

Properties

Due to the balanced combination of a modified chemical composition and an optimised processing route, optimum material properties have been achieved in BÖHLER W400 VMR:

- ≠ Good macro and microstructure with lowest levels of segregation
- ≠ Lowest gas contents
- ≠ Lowest levels of unwanted trace elements
- ≠ Excellent homogeneity and isotropy
- ≠ Highest degree of cleanliness
- ≠ Highest toughness
- ≠ Best polishability
- ≠ Best thermal conductivity
- ≠ Highest dimensional stability during heat treatment
- ≠ Good machinability
- ≠ Higher working hardness for increased service life (less hot wear, higher hot strength)

Application

Heavy duty hot work tools and dies, mainly for light alloy processing: mandrels, dies, and containers for metal tube and rod extrusion; hot extrusion equipment; tools and dies for the manufacture of hollow bodies, screws, rivets, nuts and bolts. Die casting equipment, forming dies, die inserts, hot shear blades, and plastic moulding dies.

Химический состав

(содержание в %, среднее)

C	Si	Mn	Cr	Mo	V
0,36	0,20	0,25	5,00	1,30	0,45

Chemical composition

(average %)

Соответствие стандартам

Standards

EN / DIN ~1.2343 ~X37CrMoV5-1	BS ~BH11	UNE ~F5317 ~X37CrMoSiV5	AISI ~H11	UNS ~T20811
AFNOR Z36CDV5 ~Z38CDV5	UNI ~X37CrMoV5-1KU	JIS ~SKD6	GOST ~4Ch5MFS	

Вязкость инструментальных горячештамповых сталей, произведенных различными способами.

Toughness of hot work tool steels manufactured by different routes

Сравнение материалов разного качества – стандартного ISOBLOC и VMR – показывает, что материал с высокой гомогенностью, изотропией и микрочистотой имеет более высокий уровень вязкости.

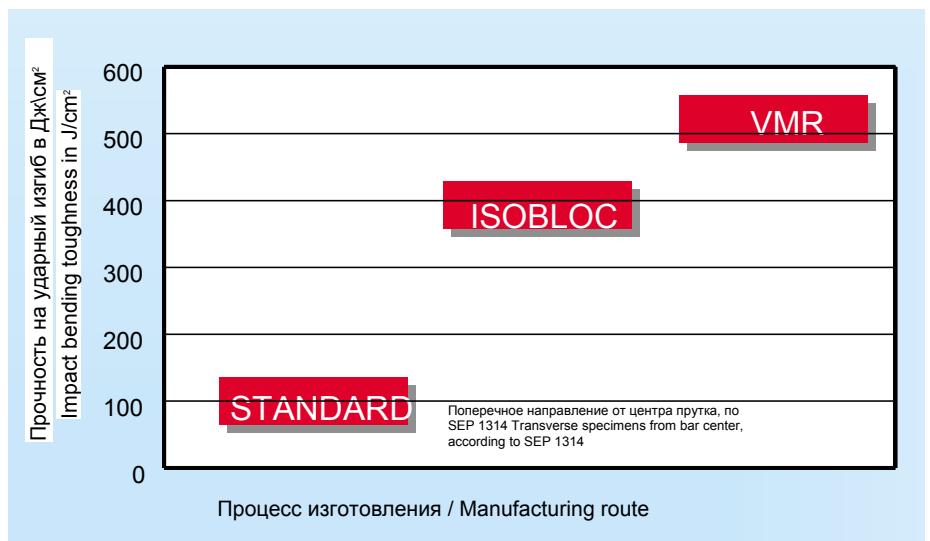
Одним из лучших методов измерения прочности является испытание на ударный изгиб. В этом испытании используются образцы размером 7 x 10 x 55 мм, закаленные и отпущенные до 45± 2 HRC (по STAHL-EISEN-Prufblatt SEP 1314, апрель 1990).

BÖHLER W400 VMR обладает очень высокой ударной прочностью во всех направлениях, вплоть до размеров 810 x 365 x 3000 мм или 710 x 450 x 3000 мм.

A comparison of different quality materials – standard, ISOBLOC and VMR – shows that a material with high homogeneity, high isotropy and high microcleanliness also has the highest levels of toughness.

One of the best methods of measuring the toughness is in an impact bending test. Un-notched specimens of dimension 7 x 10 x 55 mm, hardened and tempered to 45 ± 2 HRC, are used in this test (according to the STAHL-EISEN-Prufblatt SEP 1314, April 1990).

BOHLER W400 VMR shows an extremely high impact toughness in all orientations up to a size of 810 x 365 x 3000 mm or 710 x 450 x 3000 mm.



Краткий анализ уровня микрочистоты материалов различного качества, произведенных разными методами, показывает, что BÖHLER W400 VMR обладает микрочистотой, сравнимой с той, что обычно требуется только в аэрокосмической промышленности. Примерно 10 или 5 уровень по немецкому стандарту DIN 50602/K0, также может быть достигнут для ISODISC и ISOBLOC соответственно. Однако, для BÖHLER W400 VMR уровень K0 из 5 – максимум в полосе разброса.

Представленные здесь микроснимки показывают отличную однородность и микроструктуру, достигнутые благодаря производству с использованием VAR.

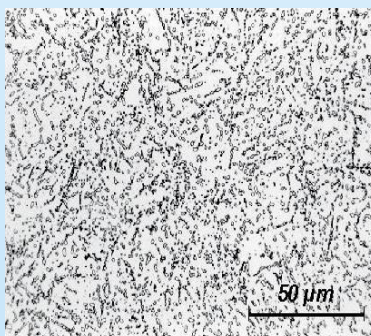
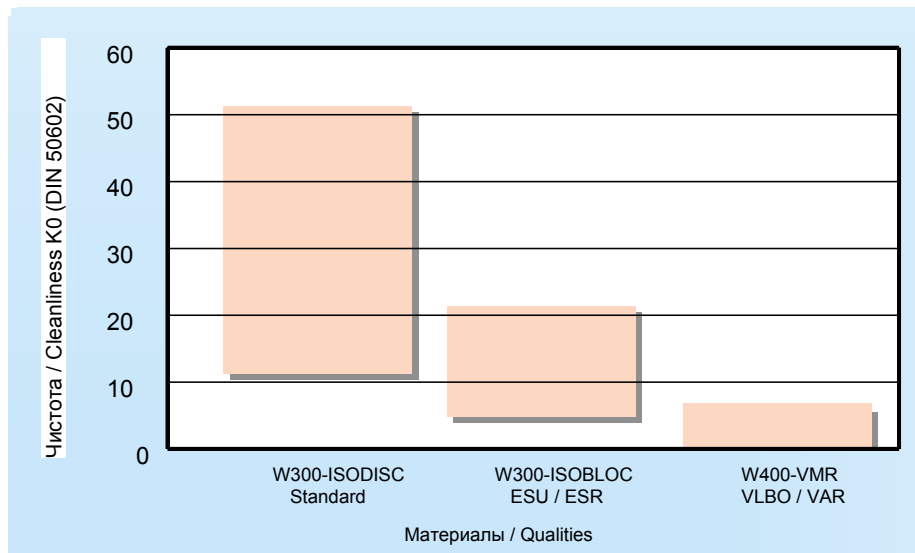
The summary of the micro-cleanliness levels of various qualities manufactured by different routes shows that BOHLER W400 VMR has a micro-cleanliness level comparable to that which is generally only demanded by the aerospace industry. Values of around 10 or 5 according to the German standard DIN 50602/K0, can also be achieved for the ISODISC and ISOBLOC qualities respectively. For BOHLER W400 VMR however a K0-value of 5 is the maximum value in the scatter band.

The micrographs reproduced here show the excellent homogeneity of the microstructure achieved by manufacturing via VAR.

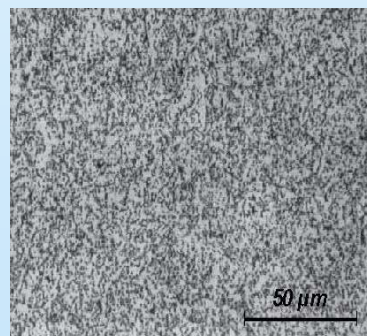
BÖHLER W400 VMR

Микрочистота и микроструктура

Micro-cleanliness and Microstructure



Микроструктура после мягкого отжига **Стандартное качество**
Microstructure after soft annealing **Standard quality**



Микроструктура после мягкого отжига **VMR (VAR) - качество**
Microstructure after soft annealing **VMR (VAR) - quality**

Оценка микроструктуры и микросегрегации горячештаптовых инструментальных сталей проводится по действующему стандарту STAHL-EISEN-Prüfblatt SEP 1614 (сентябрь 1996) или по техническим условиям NADCA. Микроструктура BÖHLER W400 VMR соответствует изображениям с GA1 по GA5, GA1 по GB4 и GC1 по GC2. Микросегрегация BÖHLER W400 VMR соответствует изображениям высших сортов: SA1, SA2 и SA3.

The evaluation of microstructure and micro-segregation of hot work tool steels is carried out according to the current STAHL-EISEN-Prüfblatt SEP 1614 (September 1996) or according to the NADCA specification.

The microstructure of BÖHLER W400 VMR corresponds to pictures GA1 to GA5, GB1 to GB4 and GC1 to GC2. The micro-segregation of BÖHLER W400 VMR corresponds to the pictures for premium grades; SA1, SA2 and SA3.

Состояние поставки

Отожженное не более 205 HB

Condition of delivery

Annealed max. 205 HB

Термообработка

Отжиг:

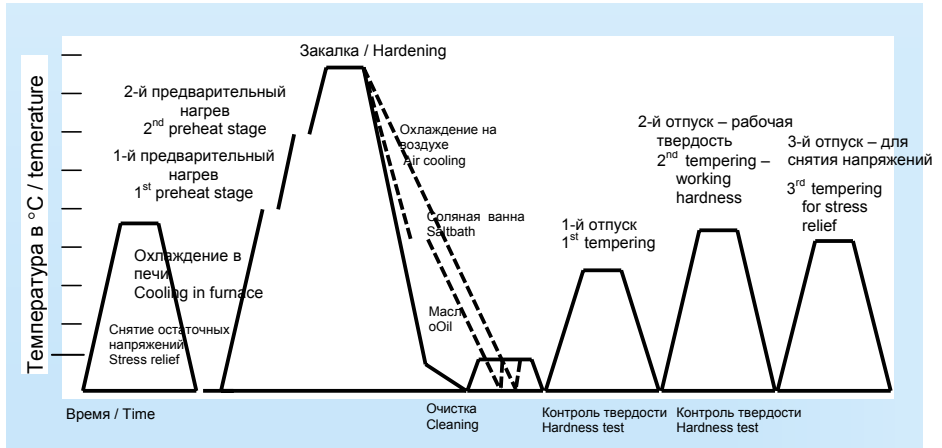
800 до 850° C
Медленное контролируемое охлаждение в печи со скоростью 10 - 20 °C/час примерно до 600°С с дальнейшим охлаждением на воздухе.

Heat treatment

Annealing:

800 to 850° C
Slow controlled cooling in furnace at a rate of 10 to 20° C/hr down to approx. 600° C, further cooling in air.

Диаграмма термообработки Heat treatment sequence



Снятие напряжений:

600 до 650° C
Медленное охлаждение в печи.
Для снятия напряжений, полученных при интенсивной механической обработке или при изготовлении инструмента со сложной геометрией. Выдержать 1-2 часа после выравнивания температур (в нейтральной атмосфере).

Stress relieving:

600 to 650° C
Slow cooling in furnace.
To relieve stresses caused by extensive machining, or for complex shapes. Soak for 1 - 2 hours after temperature equalisation (in neutral atmosphere).

Закалка:

980 до 990° C
Масло, солевая ванна (500 - 550° C),
Закалка на воздухе или в вакууме с газовой средой. Время выдержки после выравнивания температур: 15-30 мин.
Достижимая твердость:
52 - 54 HRC при закалке в масле или соляной ванне;
50 - 53 HRC при закалке на воздухе или в вакууме.
Для предотвращения увеличения зерна закалка должна проводиться при рекомендуемых температурах 980-990°С. Благодаря прекрасной прочности BÖHLER W400 VMR, возможно увеличить рабочую твердость инструмента на 1-2 HRC, для того, чтобы в дальнейшем увеличить стойкость до начала термического растрескивания.

Hardening:

980 to 990° C
Oil, salt bath (500 - 550° C),
air or vacuum with gas quenching. Holding time after temperature equalization: 15 to 30 minutes.
Obtainable hardness:
52 - 54 HRC in oil or salt bath hardening, 50 - 53 HRC in air or vacuum hardening. **In order to prevent coarsening of the grain, hardening must be carried out at the recommended temperature of 980 - 990° C.**
Due to the outstanding toughness of BÖHLER W400 VMR it is possible to raise the working hardness of the tooling by 1 - 2 HRC, in order to further delay the onset of heat checking.

BÖHLER W400 VMR

Отпуск:

Медленный нагрев до температуры отпуска сразу после закалки (время в печи 1 час на каждые 20 мм толщины заготовки, но не менее 2 часов), охлаждение на воздухе. Рекомендуется проводить отпуск минимум дважды.

Третий цикл отпуска для снятия напряжений может предоставить дополнительные преимущества.

1-й отпуск: примерно на 30°C выше температуры максимальной вторичной твердости.

2-й отпуск: до желаемой рабочей твердости. Диаграмма отпуска показывает средние значения твердости после отпуска.

3-й отпуск: для снятия напряжений при температуре на 30-50°C ниже наивысшей температуры отпуска.

Tempering:

Slow heating to tempering temperature immediately after hardening/time in furnace 1 hour for each 20 mm of workpiece thickness but at least 2 hours/cooling in air. It is recommended to temper at least twice.

A third tempering cycle for the purpose of stress relieving may be advantageous

1st tempering approx. 30° C above maximum secondary hardness.

2nd tempering to desired working hardness. The tempering chart shows average tempered hardness values.

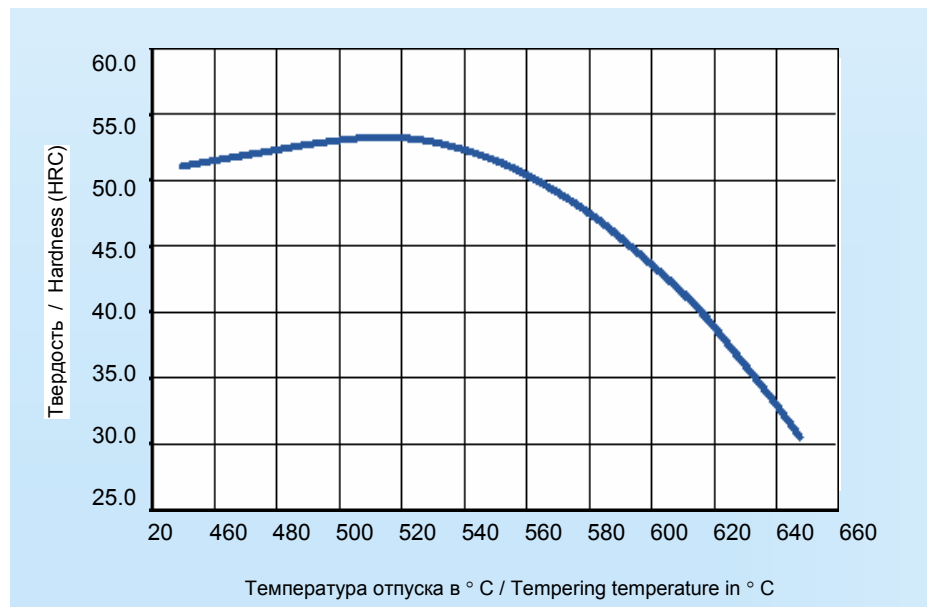
3rd for stress relieving at a temperature 30 to 50° C below highest tempering temperature.

Диаграмма отпуска

Температура закалки: 990°C
Размер образца: квадрат 20 мм.

Tempering chart

Hardening temperature: 990° C
Specimen size: square 20 mm



Обработка поверхности

Азотирование:

Возможно как газовое азотирование, так и в ванне.

Surface treatment

Nitriding:

Suited for bath, gas and plasma nitriding.

Ремонт наплавлением

Инструментальные стали имеют склонность к образованию трещин после наплавки. Если нельзя избежать наплавки, следует применять и строго следовать инструкциям соответствующего производителя сварочных электродов.

Repair welding

There is a general tendency for tool steels to develop cracks after welding. If welding cannot be avoided, the instructions of the appropriate welding electrode manufacturer should be sought and followed.

Диаграмма термокинетического распада аустенита при охлаждении. Continuous cooling CCT curves

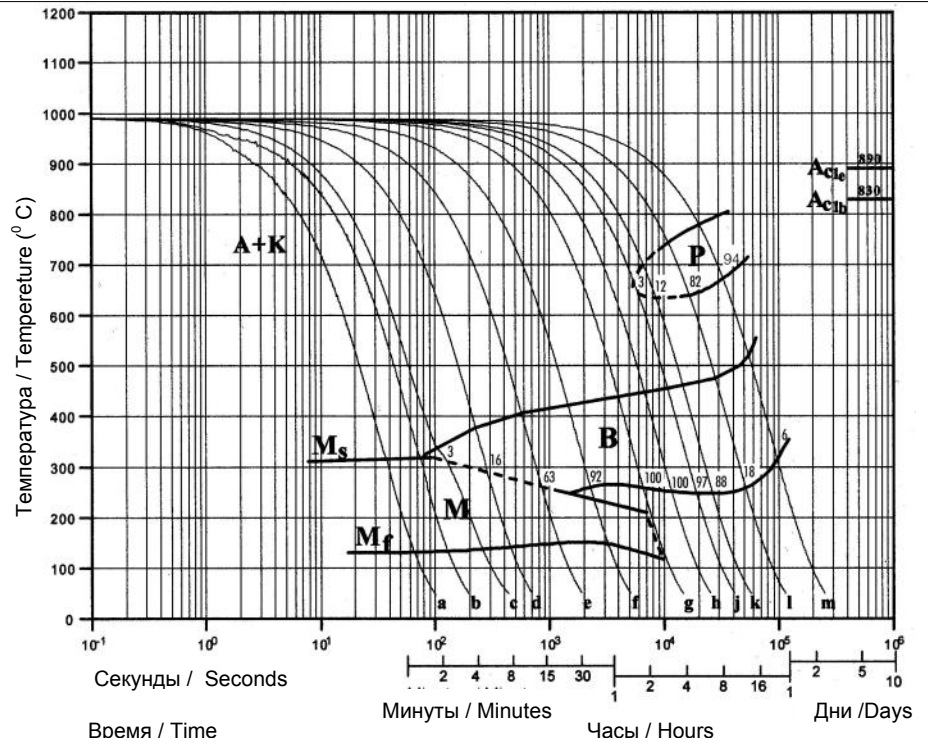
Химический состав % Chemical composition %	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	W	N	Al
	0,37	0,20	0,18	<0,003	0,002	4,83	1,23	0,06	0,44	<0,05	0,0038	0,011

Температура аустенизации: 990° C
Время выдержки: 15 минут.

647 226 Твердость в HV
0,15 400 Параметр охлаждения, т.е. длительность охлаждения от 800 - 500° C в $s \times 10^{-2}$

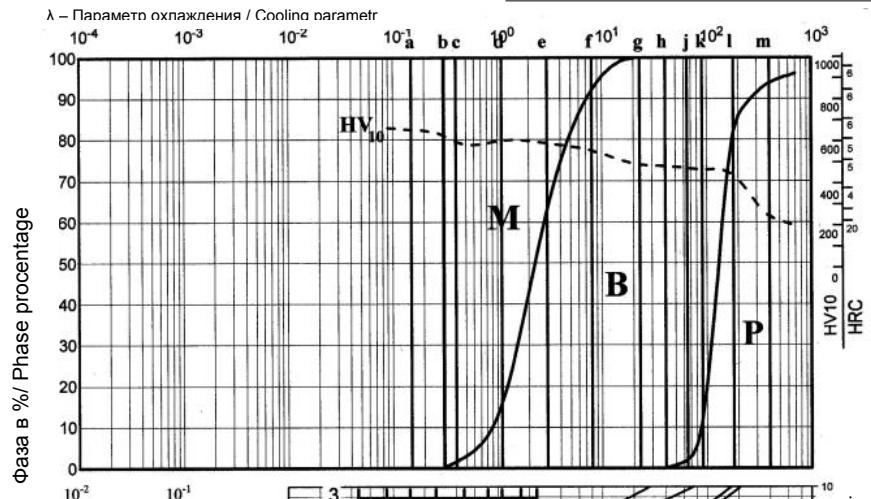
Austenitizing temperature: 990° C
Holding time: 15 minutes

647 226 Vickers hardness
0.15 400 cooling parameter, i.e. duration of cooling from 800 - 500° C in $s \times 10^{-2}$



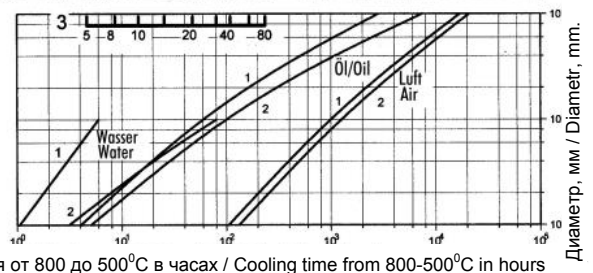
Probe Sample	λ	HV 10
a	0,15	647
b	0,31	619
c	0,40	590
d	1,1	595
e	3	582
f	8	546
g	23	478
h	40	462
j	65	462
k	90	454
l	180	434
m	400	226

Численная фазовая диаграмма Quantitative phase diagram



A..... Аустенит / Austenite
B..... Бейнит / Bainite
K..... Карбид / Carbide
P..... Перлит / Pearlite
M..... Мартенсит / Martensite

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



Время охлаждения от 800 до 500°С в часах / Cooling time from 800-500°С in hours

BÖHLER W400 VMR

Рекомендации по механической обработке

Recommendations for machining

Способ обработки *) Type of machining*)	Инструментальный материал ¹⁾ Tool material ¹⁾	Скорость резания Cutting speed	Подача Feed	Глубина резания Depth of cut	Обработка с помощью Working with	
Точение Turning	Пред. черновая обработка Pre-roughing	P35 ¹⁾	80 m/min	1,0 мм/об / mm/rev.	14 mm	СОЖ coolant / lubrication
	Черновая обработка Roughing	P25 ¹⁾	120 m/min	0,8 мм/об / mm/rev.	8 mm	СОЖ coolant / lubrication
	Черновая обработка Roughing	P15 ¹⁾	180 m/min	0,3 мм/об / mm/rev.	2 mm	СОЖ coolant / lubrication
Фрезерование Milling	Черновая обработка Roughing	P25 ¹⁾	120 m/min	0,15 мм зуб / tooth	5 mm	сухая/сжатый воздух dry / compressed air
	Финишная обработка Finishing	P25 ¹⁾	140 m/min	0,10 мм зуб / tooth	1 mm	Сухая/сжатый воздух dry / compressed air
Сверление Drilling		HSS	18 m/min	0,16 мм зуб / tooth	в зависимости от инструмента depending on tool	СОЖ coolant / lubrication
	D = 40-80 mm	P25 ¹⁾	100 m/min	0,17 мм/об / mm/rev.	-	СОЖ coolant / lubrication
	D = 20-40 mm	P25 ¹⁾	100 m/min	0,12 мм/об / mm/rev.	-	СОЖ coolant / lubrication
	D = 0-20 mm	K20	70 m/min	0,10 мм/об / mm/rev.	-	СОЖ coolant / lubrication

*) для отожженного материала

*) for annealed material

1) Инструмент с многослойным покрытием

1) Tools with multi-layer coating

Быстрорежущий инструмент **) High Speed Cutting **)	Инструмент Tool	Скорость резания Cutting speed	Подача Feed	Глубина резания Depth of cut	Смазка Lubricant
Черновая обработка Roughing	Фреза со сменными пластинами Milling cutter with indexable inserts d15 r3.5	330 m/min	0,2 мм зуб / tooth	0,4 mm	Сухая dry
Пред-финишная обработка Pre-finishing	Цельная твердосплавная фреза Solid carbide milling cutter (TiAlN) d8	360 m/min	0,2 мм зуб / tooth	0,5 mm	Масло oil-mist
Финишная обработка Finishing	Цельная твердосплавная фреза Solid carbide milling cutter (TiAlN) d6	400 m/min	0,12 мм зуб / tooth	0,15 mm	Масло oil-mist

**) для рабочей твердости ~50 HRC

**) For a working hardness of approx. 50 HRC.

Оптимальные условия механической обработки могут быть достигнуты только после консультации с соответствующим производителем станков.

Optimum machining parameters can only be obtained in consultation with the appropriate machine tool manufacturer

BÖHLER W400 VMR

Физические характеристики

Physical properties

Плотность при / Density at

20° C	7,80	кг/дм ³
500°С	7,64	кг/дм ³
600°С	7,60	кг/дм ³

	Температура Temperature	В/(м.К) W/(m.K)
Теплопроводность при Thermal conductivity at	100°С	32,1
	200°С	32,6
	300°С	32,8
	400°С	32,6
	500°С	32,1
	600°С	30,5
	700°С	29,6

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.