



BÖHLER



ГОРЯЧЕСТАМПОВЫЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СТАЛИ

voestalpine High Performance Metals, RUS
www.bohlerenn.ru

voestalpine

ONE STEP AHEAD.

ДЛЯ МАКСИМАЛЬНОЙ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ

Являясь лидером среди мировых производителей инструментальной стали, компания voestalpine BÖHLER Edelstahl уделяет особое внимание решению самых сложных задач своих заказчиков в области инструментального производства. Здесь одним из наших главных приоритетов является производство горячештамповых инструментальных сталей.

Горячештамповые инструментальные стали – это легированные инструментальные стали для процессов, в которых температура поверхности обычно превышает 200 °С. При использовании инструмент часто вступает в контакт с горячим материалом, температура которого значительно превышает 200 °С. Помимо длительной тепловой нагрузки, возникает дополнительное напряжение, вызванное периодическим изменением температуры.

Инструментальные стали для таких задач должны выдерживать не только механические и абразивные нагрузки, обычные для инструментальных сталей, но также и тепловую нагрузку.





ВЫСШАЯ ФОРМА СПЕЦИАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ

Оптимальное сочетание механических и металлургических свойств позволяет достичь:

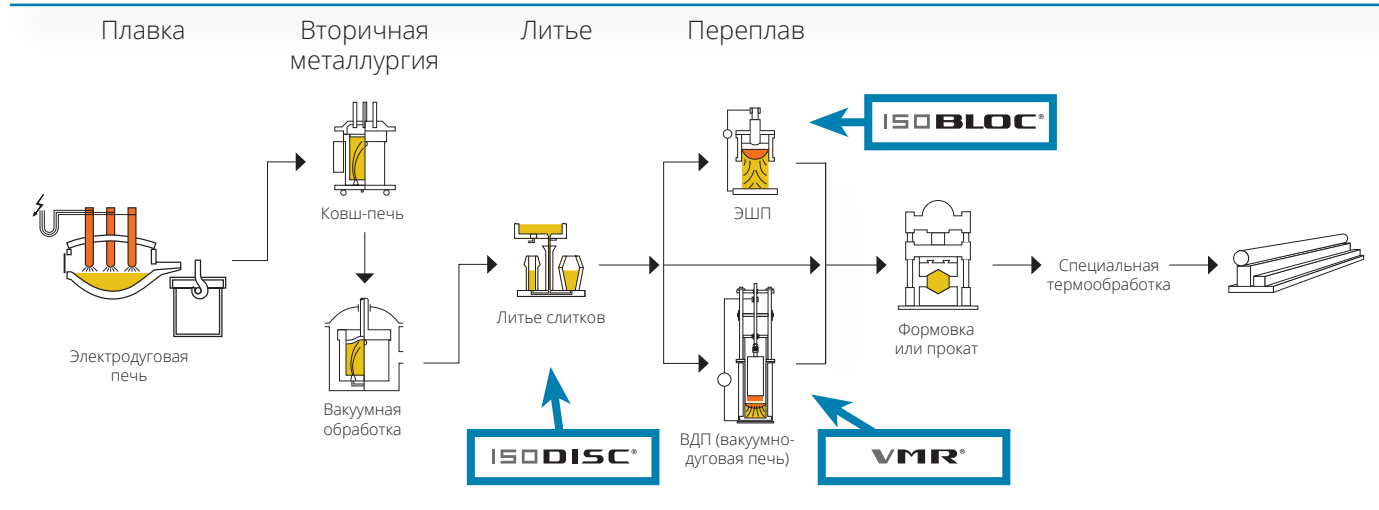
При производстве инструментальной стали:

- » Простоты механической обработки и непревзойденной обрабатываемости
- » Безопасной и простой термообработки
- » Наилучшей размерной стабильности при термообработке

При использовании:

- » Длительного и стабильного срока службы инструмента
- » Максимальной защиты от поломок

Технологические процессы производства горячештамповых инструментальных сталей BÖHLER





Свойство

Определение

Преимущества

Вязкость при высокой температуре

Стойкость материала к образованию и росту трещин. Вязкость таких инструментальных сталей увеличивается с ростом температуры.

На инструментах с глубоким рельефом, в местах изменения сечения и на кромках могут возникать сильные механические напряжения, приводящие к образованию термических трещин. Повышение вязкости **снижает риск образования трещин** и вносит большой вклад **в препятствование их образованию**.

Прочность при нагреве

Способность материала поглощать напряжение без деформации. Изменение микроструктуры под действием высоких температур приводит к снижению прочности при комнатной температуре и впоследствии – к снижению прочности при рабочей температуре.

При достаточной прочности даже при высокой температуре снижается вероятность **деформации** инструментов.

Сохранение твердости

Стойкость материала к размягчению при повышенной температуре.

При достаточно хороших свойствах отпуска **приемлемая рабочая твердость** будет гарантирована даже при высоких температурах.

Износостойкость при высокой температуре

Износостойкость поверхности при механическом воздействии.

При достаточной износостойкости при высокой температуре снижается **риск эрозии** металла.

Стойкость к термическому удару

Способность материала выдерживать периодические нагрузки вследствие циклических изменений температуры.

Замедляется образование сетки разгарных трещин на поверхности в связи с перепадом температур.

Теплопроводность

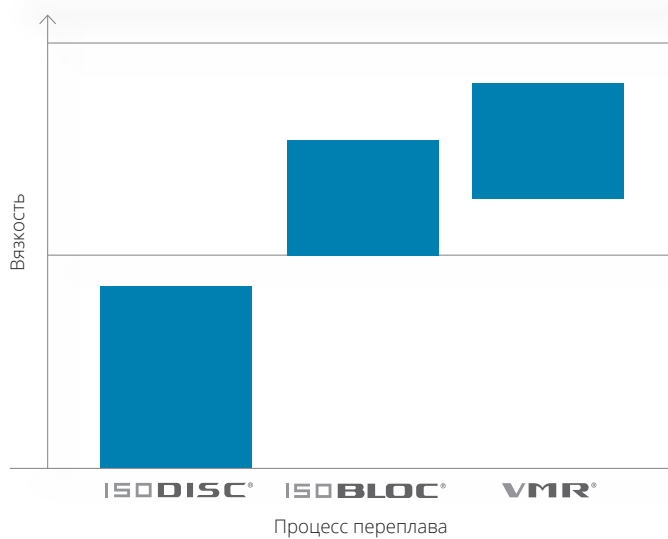
Скорость, с которой тепло из одной точки распространяется по всему материалу.

С одной стороны, при высокой теплопроводности снижается температурный градиент, приводящий к тепловому напряжению. С другой стороны, благодаря отводу теплоты поверхность инструмента не нагревается до температуры, при которой происходит его повреждение. Это приводит к **уменьшению деформаций, трещин разгара и общего растрескивания**.

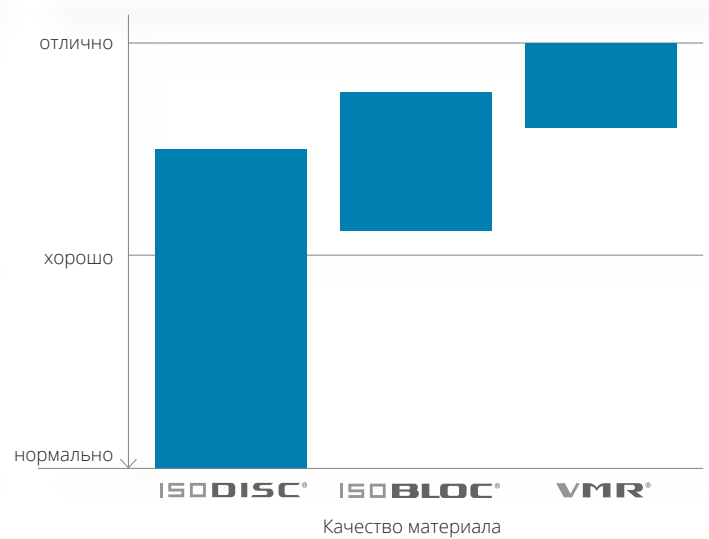
По большей части эти свойства определяются особенностями металлургического процесса и, таким образом, регулируются во время плавки горячештамповой инструментальной стали. Наш опыт и непрерывающиеся исследования позволяют постоянно улучшать эти металлургические свойства за счет нововведений и дальнейших разработок в области процессов плавления и переплава.



Зависимость вязкости от процесса переплава



Степень чистоты (K0 согл. стандарту DIN 50602)*



* Степень чистоты (K0 согл. стандарту DIN 50602) зависит от процессов плавки и переплава

СРАВНЕНИЕ СВОЙСТВ МАРОК СТАЛИ

Количественное сравнение основных свойств сталей

Данная таблица предназначена для облегчения выбора марки стали. Тем не менее, в ней не учтены различные режимы нагрузки, налагаемые различными типами применения. Наши технические консультанты будут рады помочь вам по любым вопросам, касающимся использования и обработки сталей.

Марка BÖHLER	Высокотемпературная прочность	Высокотемпературная вязкость	Высокотемпературная износостойкость	Обрабатываемость
BÖHLER W300 ISODISC®	★★	★★★	★★	★★★★★
BÖHLER W300 ISOBLOC®	★★	★★★★	★★	★★★★★
BÖHLER W302 ISODISC®	★★★	★★★	★★★	★★★★★
BÖHLER W302 ISOBLOC®	★★★	★★★★	★★★	★★★★★
BÖHLER W303 ISODISC®	★★★★	★★★	★★★★	★★★★★
BÖHLER W320 ISODISC®	★★★	★★	★★★	★★★★★
BÖHLER W350 ISOBLOC®	★★★	★★★★★	★★★	★★★★★
BÖHLER W360 ISOBLOC®	★★★★★	★★★★	★★★★★	★★★★★
BÖHLER W400 VMR®	★★	★★★★★	★★	★★★★
BÖHLER W403 VMR®	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★
BÖHLER W720 VMR®	Мартенситно-старяющие стали (температура старения составляет прибл. 480 °С) в этой форме не сравнимы с термообработываемыми сталями.			
BÖHLER W722 VMR®				

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ



Марка BÖHLER	Химический состав в %								Стандарты DIN / EN	AISI	AFNOR
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	Другие			
BÖHLER W300 ¹ ISOBLOC ®	0,38	1,10	0,40	5,00	1,30	-	0,40	-	< 1.2343 > X38CrMoV5-1	H11	Z38CDV5
BÖHLER W302 ¹ ISOBLOC ®	0,39	1,10	0,40	5,20	1,30	-	0,95	-	< 1.2344 > X40CrMoV5-1	H13	Z40CDV5
BÖHLER W303 ISODISC ®	0,38	0,40	0,40	5,00	2,80	-	0,55	-	< 1.2367 > X38CrMoV5-3	-	-
BÖHLER W320 ISODISC ®	0,31	0,30	0,35	2,90	2,80	-	0,50	-	< 1.2365 > 32CrMoV12-28 (X32CrMoV3 3)	H10	32DCV28
BÖHLER W350 ISOBLOC ®	0,38	0,20	0,55	5,00	1,75	-	0,55	-	-	-	-
BÖHLER W360 ISOBLOC ®	0,50	0,20	0,25	4,50	3,00	-	0,55	-	-	-	-
BÖHLER W400 VMR ®	0,37	0,20	0,25	5,00	1,30	-	0,45	-	1.2340 ~ X37CrMoV5-1	~ H11	Z36CDV5 ~ Z38CDV5
BÖHLER W403 VMR ®	0,38	0,20	0,25	5,00	2,80	-	0,65	-	~ 1.2367 ~ X38CrMoV5-3	-	~ Z38CDV5-3
BÖHLER W720 VMR ®	макс. 0,005	макс. 0,05	макс. 0,10	-	5,00	18,50	-	Co = 9,00 Ti = 0,70 Al = 0,10	~1.2709	-	-
BÖHLER W722 ² VMR ®	макс. 0,005	макс. 0,05	макс. 0,05	-	4,90	18,00	-	Co = 9,30 Ti = 1,00	< 1.2709 >	-	-

¹ также производится с уровнем качества ISODISC

² Специальная марка, направить запрос перед заказом



Марка BÖHLER	Области применения	
BÖHLER W300 ISOBLOC ¹	Главным образом, для обработки легких сплавов	Высоконагруженная горячештамповая оснастка, такая как рассекатели, матрицы и контейнеры для прессования металлических труб и прутков.
BÖHLER W302 ISOBLOC ¹		Инструменты для горячей экструзии, литья под давлением, формовочные матрицы, вставки матриц, лезвия для горячей резки.
BÖHLER W303 ISODISC ¹		Инструменты для изготовления пустотелых заготовок, винтов, гаек, заклепок и болтов.
BÖHLER W320 ISODISC ¹	Главным образом, для обработки сплавов тяжелых металлов	
BÖHLER W350 ISOBLOC ¹	Главным образом, для обработки легких сплавов	
BÖHLER W360 ISOBLOC ¹	Главным образом, для обработки сплавов тяжелых и легких металлов	Матрицы и пуансоны для полугорячей и горячейковки. Оснастка для высокоскоростных прессов. Оснастка для холодной штамповки, где важна вязкость. Экструзионная оснастка (например, матрицы). Сердечники и вставки матриц для литейных пресс-форм. Специфические области применения при обработке пластмасс.
BÖHLER W400 VMR ¹	Главным образом, для обработки легких сплавов	Высоконагруженная горячештамповая оснастка, такая как рассекатели, матрицы и контейнеры для прессования металлических труб и прутков. Инструменты для литья под давлением, формовочные матрицы, вставки матриц, лезвия для горячей резки.
BÖHLER W403 VMR ¹		Инструменты для горячей экструзии, инструменты для изготовления пустотелых заготовок, винтов, гаек, заклепок и болтов.
BÖHLER W720 VMR ¹	Горяче- и холоднштамповые инструментальные стали для длительного использования при температуре около 450 °С. Инструменты для изостатических прессов, холодной экструзии, холодной штамповки и рельефной формовки, пресс-формы для производства пластмасс, инструменты для литья под давлением алюминиевых и цинковых сплавов, инструменты для горячего прессования, оправки для холодной пилигримовой прокатки труб.	
BÖHLER W722 VMR ¹	Инструменты для холодной штамповки и рельефной формовки, холодной экструзии, корпуса, шпонки, пресс-формы для производства пластмасс, инструменты для литья под давлением алюминиевых и цинковых сплавов, инструменты для горячего прессования.	

¹ также производится с уровнем качества ISODISC

ПРОЦЕСС ЛИТЬЯ ПОД ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ

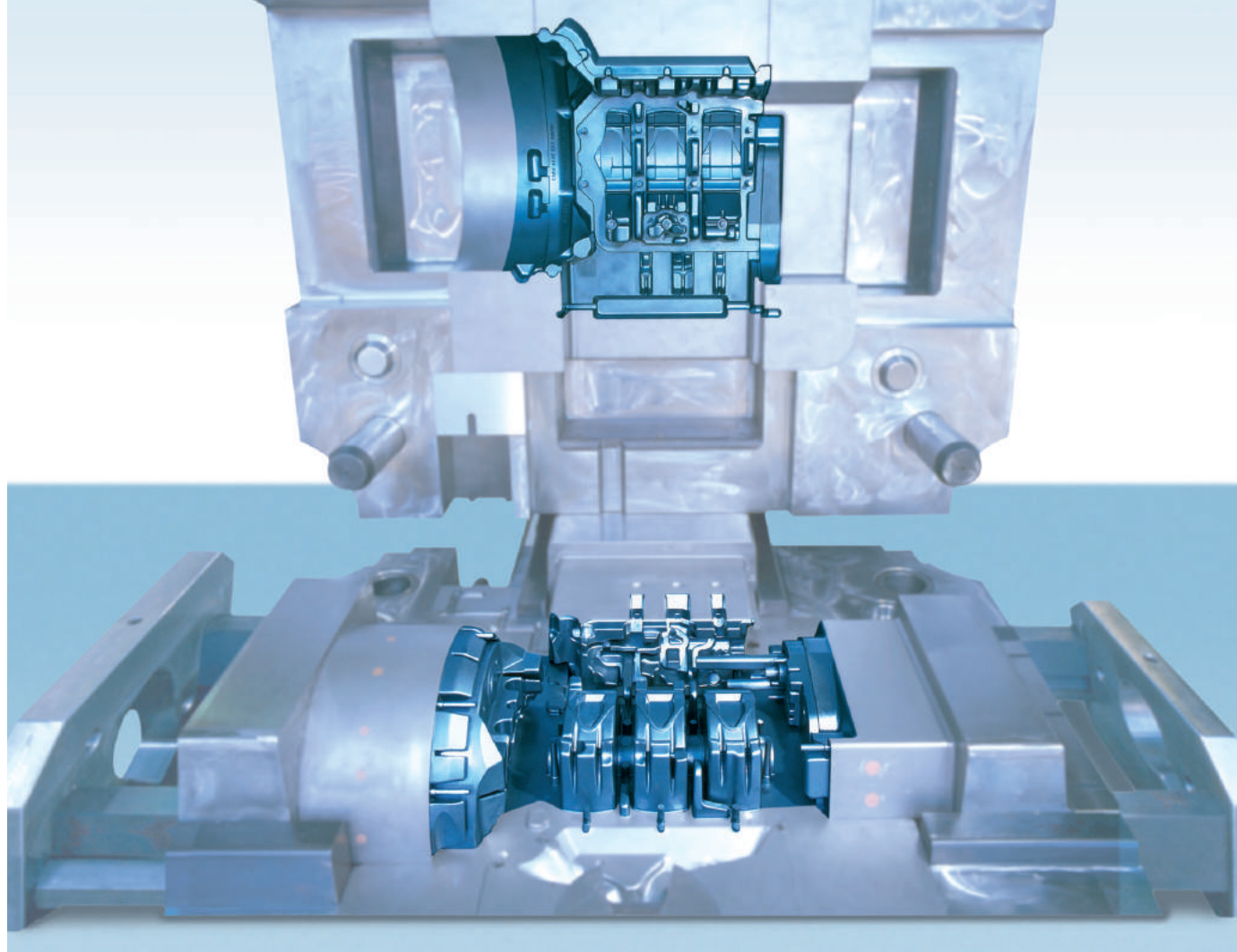
ЛИТЬЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

В процессе литья под давлением жидкий металл вводят в матрицу, в которой он затвердевает. Таким способом изготавливают детали из материалов с более низкими температурами плавления, таких как сплавы олова, свинца и цинка, и из тех, которые имеют средние температуры плавления, таких как алюминий или магниевые и их сплавы, вплоть до медных сплавов с более высокими температурами плавления.

В процессе **литья под давлением в холодной камере** обрабатываемый металл подают в литейную камеру порциями из дозирующей печи с помощью ковшового устройства. Затем металл под давлением подают в литейную форму с помощью поршня с гидравлическим приводом. Поскольку литейная камера не контактирует с жидким расплавом в течение всего процесса литья и остается холодной в отличие от расплава, используют термин «процесс с холодной камерой сжатия». В **процессе литья под давлением в горячей камере** литейная камера постоянно соприкасается с расплавом. Такая камера имеет температуру разливаемого металла.

Поскольку алюминиевые и медные сплавы вступают в реакцию со сталью литейной камеры, более длительный контакт этого расплава с компонентами инструмента приводит к эрозии и коррозии. По этой причине эти металлы обрабатывают в холодной камере. Чтобы гарантировать даже отливку без предварительного затвердевания на тонкостенных деталях, расплав формуют под давлением от 200 до 300 бар. Благодаря такому высокому давлению процессы литья происходят достаточно быстро. Даже формы для алюминиевых отливок весом в несколько килограммов заполняются в течение нескольких секунд.

В настоящее время около 80% алюминиевых отливок производятся с использованием метода литья под давлением в холодной камере.



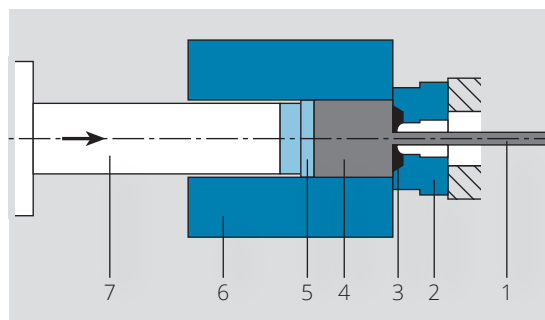
Предъявляемые требования	Литейная камера	Поршень	Пресс-форма	Сердечник
Износостойкость	★★★★	★★	★★★	★★★
Сохранение твердости	★★★	★★	★★★	★★★★★
Высокотемпературная прочность	★★	★	★★★	★★★
Разгаростойкость	★★	★	★★★★	★★★★★
Высокотемпературная вязкость	★★	★★	★★★★★	★★★

ЭКСТРУЗИЯ ПРУТКОВ

ПРЯМАЯ ЭКСТРУЗИЯ

Прямая экструзия – это наиболее часто используемый процесс. В нем подлежащую экструзии заготовку продавливают штоком через матрицу. Трение, возникающее между заготовкой и вкладышем, ограничивает длину контейнера. Поскольку экструдированный материал всегда деформируется в матрице, здесь возникают не только более высокая тепловая нагрузка, но и более сильный износ, что приводит к значительной нагрузке.

Поскольку прямая экструзия – это самый ранний вид процесса, в эксплуатации все еще находятся контейнеры без управляемых систем нагрева. Современные прессы для прямой экструзии обычно оснащены зональными управляемыми системами нагрева, а иногда и системой охлаждения, несмотря на сравнительно небольшую длину контейнера.

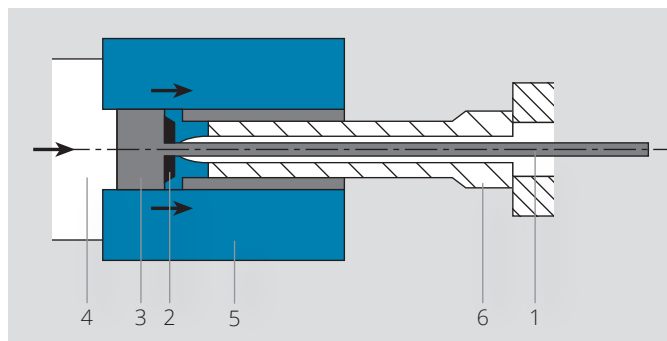


- | | |
|---------------------|---------------|
| 1 Экструзия | 4 Заготовка |
| 2 Держатель матрицы | 5 Пресс-шайба |
| 3 Матрица | 6 Контейнер |
| | 7 Пресс-шток |

НЕПРЯМАЯ ЭКСТРУЗИЯ

За последние несколько лет непрямая (косвенная) экструзия приобрела большое значение. В этом процессе контейнер с заготовкой прижимают непосредственно к полым пресс-штокам, в результате чего трение между заготовкой и вкладышем становится пренебрежимо малым, что снижает необходимое усилие. Это позволяет использовать очень длинные контейнеры. В результате длительное время прессования приводит к более высоким термическим напряжениям в компонентах контейнера.

Поскольку экструдированный материал должен проходить через отверстие в пресс-штоке, диаметр этого отверстия ограничивает размер готовых изделий. Тем не менее, чтобы иметь возможность производить широкий ассортимент изделий, полый пресс-шток обычно проектируют с большим отверстием, что, в свою очередь, приводит к высокому сжимающему напряжению в нем и требует тщательного выбора материалов. Большинство не прямых прессов оснащены контейнерами длиной более 1200 мм, предполагая наличие многозонных систем нагрева и охлаждения.

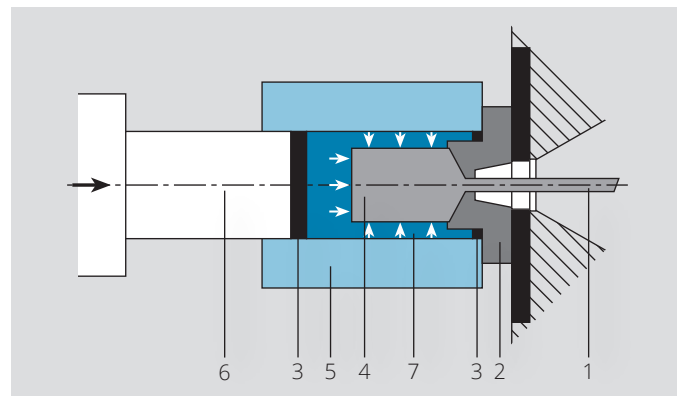


- | | | |
|--------------------------|------------------------|--------------|
| 1 Экструзия | 3 Заготовка | 5 Контейнер |
| 2 Пресс-шайба с матрицей | 4 Изолирующая заглушка | 6 Пресс-шток |



ГИДРОСТАТИЧЕСКАЯ ЭКСТРУЗИЯ

Гидростатическая экструзия является относительно редким процессом и в основном используется только для изделий, которые трудно изготовить другим способом. Этот процесс обычно проходит при очень высоком давлении, так что компоненты контейнера подвергаются высоким усталостным напряжениям. Эти инструменты являются особой проблемой для поставщиков инструментов. Наши материалы качества VMR (переплав в вакуумно-дуговой печи) с наилучшими свойствами оказались хорошим решением для этой задачи.



- 1 Экструзия
- 2 Матрица
- 3 Уплотнение
- 4 Заготовка
- 5 Контейнер
- 6 Пресс-шток
- 7 Гидростатическая среда

Предъявляемые требования	Кожух	Промежуточная втулка	Втулка	Шток
Износостойкость	★	★	★★★★★	★★
Твердость при высокой температуре	★★★	★★★	★★★★★	★★★★★
Высокотемпературная прочность	★★★	★★★★★	★★★★★	★★★
Сопротивление ползучести	★★★★★	★★★★★	★★★	★
Разгаростойкость	★	★	★★★★★	★
Прочность на сжатие	★	★★★	★★	★★★★★
Высокотемпературная вязкость	★★★	★	★★★	★★

ПРОЦЕСС КОВКИ

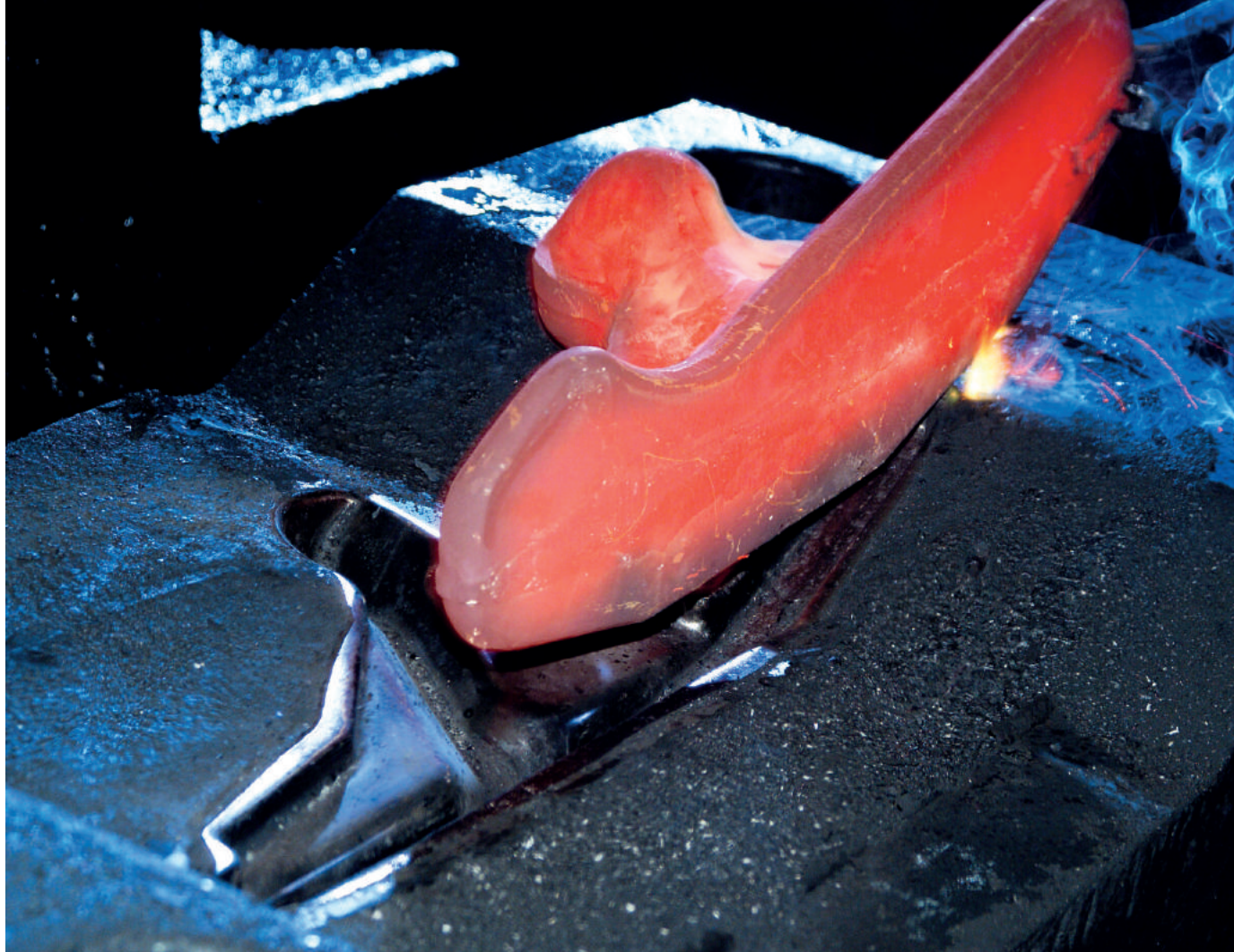
Ковка – это формование металлов между двумя инструментами. Выбор инструментальной стали определяется главным образом соответствующим процессом ковки.

КУЗНЕЧНАЯ ШТАМПОВКА

Кузнечная штамповка выполняется путем воздействия на материал высоким давлением с помощью молота, кузнечного прессы или ковочной машины.

При ковке **молотом** заготовка находится в контакте с матрицей в течение короткого периода времени. По этой причине матрица должна выдерживать более низкие температуры, однако **механическое напряжение велико**. Поэтому очень важно, чтобы горячештамповая инструментальная сталь обладала очень хорошей ударной вязкостью.

По сравнению с этим контакт во время **кузнечного прессования** происходит в течение более длительного периода времени, что обуславливает **более высокую температурную деформацию инструмента**. Таким образом, в этом случае используют горячештамповые инструментальные стали на хромомолибденовой основе, которая отличается хорошей устойчивостью к отпуску, высокотемпературной прочностью, износостойкостью и вязкостью.



БЫСТРАЯ КОВКА

Полностью автоматический многоступенчатый пресс – это кузнечное оборудование, которое производит в несколько этапов даже **самые сложные формы из материалов, которые трудно поддаются деформации**. На этом оборудовании в основном производят **вращающиеся симметричные детали**. Нагрев заготовок, загрузка, резка ножами и формование происходят полностью автоматически.

ПОЛУГОРЯЧАЯ КОВКА

Термин «полугорячая ковка» относится к процессу деформации, в котором **заготовку предварительно нагревают до такой температуры, когда при заданных условиях деформации происходит постоянное механическое упрочнение (наклеп)**. Это определение означает, что материал деформируется при температуре ниже температуры рекристаллизации, однако этот термин также используют для температур выше температуры рекристаллизации. На практике это понимается как деформация стали в диапазоне температур от 650 до прилб. 950 °С. Эта температура значительно ниже температуры традиционнойковки 1100-1250 °С.

Предъявляемые требования	Ковка в штампе на молоте	Ковка в штампе на прессе	Полугорячая ковка
Износостойкость	★★★★★	★★★★★	★★★★★
Сохранение твердости	★★	★★★★	★★★
Высокотемпературная прочность	★★★	★★★★	★★★★
Разгаростойкость	★	★★	★
Высокотемпературная вязкость	★★★★	★★★★	★★



ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННАЯ ОБРАБОТКА

В процессе электроэрозионной обработки за счет местного электрического разряда материал на поверхности расплавляется и удаляется каплями. При плавлении поверхности образуется быстро затвердевающий, неотпущенный мартенситный (так называемый «белый») слой. Он очень хрупкий, и в нем могут легко образовываться трещины, распространяясь вглубь основного материала. Чтобы свести к минимуму образование трещин, грубая предварительная механическая обработка всегда должна сопровождаться мелкой эрозией. Низкий уровень силы тока и высокая частота импульсов уменьшают толщину зоны воздействия.

После этого образовавшийся слой необходимо удалить шлифованием или полировкой либо отпустить инструмент при температуре на 30 °C ниже последней температуры отпуска. Если ни один из этих вариантов невозможен, распространение трещин можно уменьшить, повышая вязкость инструментальной стали.

Примеси в диэлектрике могут привести к электролизу за счет блуждающих токов, в результате чего материал удаляется неконтролируемым образом из-за нежелательных разрядов. По этой причине следует регулярно проверять качество пресной воды. Дополнительная информация приведена в нашей брошюре «Электроэрозионная механическая обработка инструментальных сталей».

ТЕРМООБРАБОТКА

В настоящее время термообработку в основном не используют для регулирования целевой твердости. Она скорее влияет на многочисленные механические свойства, такие как вязкость или стойкость к термическому удару. По этой причине необходимо обрабатывать высококачественные стали BÖHLER в соответствии с точно установленными инструкциями, содержащимися в соответствующих брошюрах для продукции.

В частности, в сегменте горячештамповой инструментальной стали инструменты зачастую имеют огромные размеры. Это нередко создает сложности для процесса термообработки. Закалку необходимо осуществлять в соляной ванне или в вакууме. Чтобы избежать грубого растрескивания во время нагрева, эта фаза должна происходить медленно, особенно в нижнем диапазоне, чтобы обеспечить выравнивание температуры между сердцевиной и поверхностью.

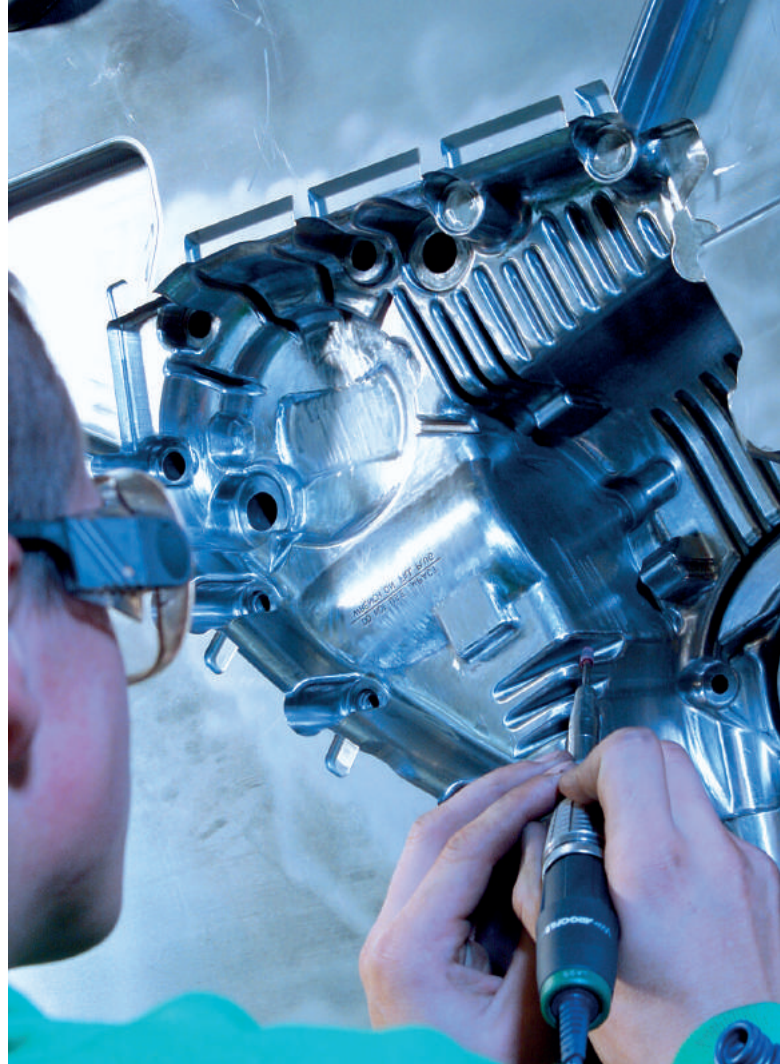
По этой причине необходимо планировать как минимум три фазы предварительного нагрева. Для получения оптимальных структур требуется быстрое охлаждение после достижения температуры закалки. Рекомендуется использовать теплую ванну для предотвращения развития трещин.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ

АЗОТИРОВАНИЕ

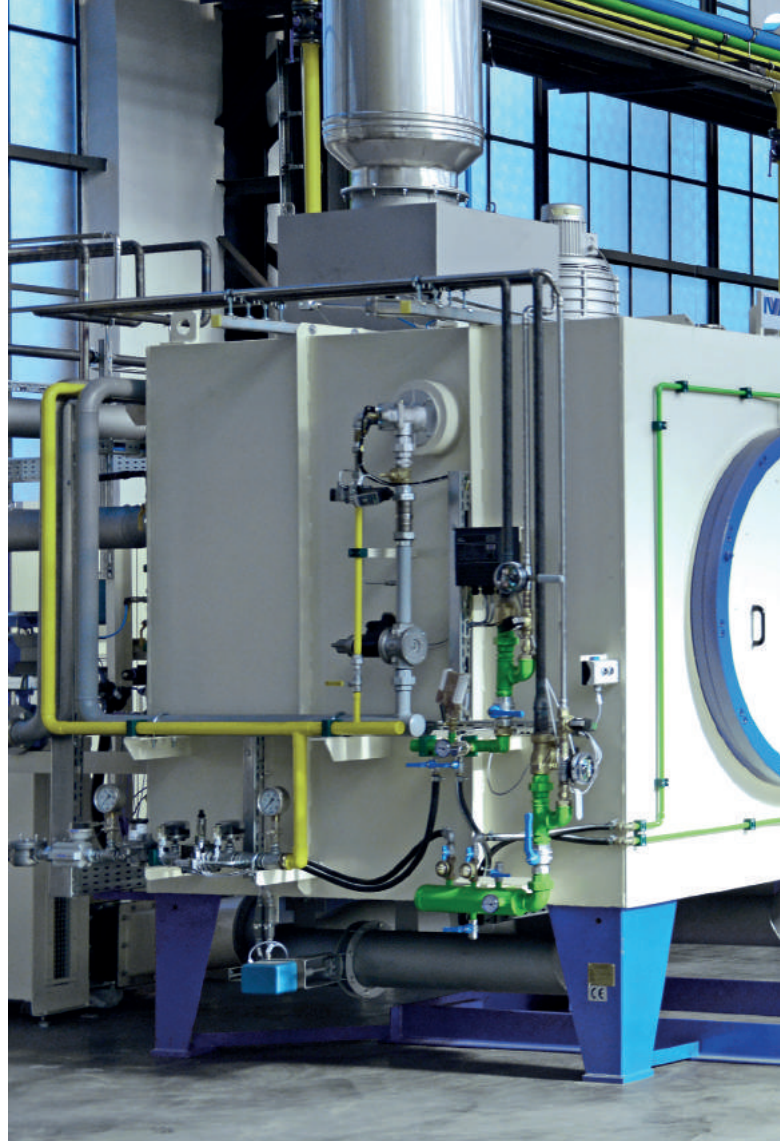
Термин «азотирование» используют для обозначения обогащения поверхностного слоя инструмента азотом с помощью термохимической обработки при температуре прибл. 500-580 °С. Слой, состоящий в основном из соединений азота и таким образом называемый дисперсионным, образуется на поверхности из-за большого количества доступного азота. При быстром охлаждении азот остается в смешанных кристаллах в так называемом диффузионном слое, металлографически изолированном от основного слоя металла. При более медленном охлаждении оседают игольчатые нитриды.

Твердый диффузионный слой отвечает за высокую степень износостойкости обрабатываемой детали и уменьшает градиенты адгезии и холодной сварки. По этой причине инструменты, подверженные износу в тяжелых условиях, обычно азотируют. Тем не менее, следует учитывать, что при азотировании существенно снижается потенциальная вязкость материала. Так как диффузионный слой является довольно хрупким, трещины могут легко образовываться на азотированных поверхностях и затем распространяться в основной материал.



Перед тем как выполнить азотирование, обрабатываемую поверхность необходимо подвергнуть травлению до достижения совершенно чистой, металлически полированной поверхности. В целом следует заметить, что детали сложной формы с различным поперечным сечением или большими размерами необходимо нагревать и медленно охлаждать. Для того чтобы подлежащая азотированию заготовка оставалась термически устойчивой при температуре азотирования, ее сначала следует закалить при температуре выше температуры азотирования. Любое внутреннее напряжение должно быть устранено до начала обработки азотированием с помощью снятия напряжения.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ



ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАГРЕВ

Максимальная эффективность инструмента может быть достигнута только при условии его правильного обслуживания как перед эксплуатацией, так и во время эксплуатации. Для уменьшения напряжений, создаваемых ударными тепловыми нагрузками от горячего обрабатываемого металла, и, таким образом, для снижения опасности термического растрескивания, перед началом литья необходимо выполнить постепенный предварительный нагрев матрицы в соответствии с температурой плавления обрабатываемого металла.

Предварительный нагрев матриц следует проводить медленно и на всю глубину.



СНЯТИЕ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

Напряжения, создаваемые постоянным изменением температуры и механической нагрузкой, необходимо время от времени снимать с помощью соответствующей термообработки. Опыт показывает, что промежуточное снятие напряжений помогает увеличить срок службы инструмента. Подобное снятие напряжений необходимо проводить в течение нескольких часов при температуре на 30-50 °C ниже максимальной температуры отпуска с последующим охлаждением в печи (см. диаграммы отпуска в листах технических данных BÖHLER).

После демонтажа инструментов для хранения на складе рекомендуется выполнить их очистку и снятие напряжений.

СВАРКА

Для инструментов из горячештамповой стали часто требуется сварка. Обычно горячештамповые инструментальные стали, как прошедшие отжиг, так и уже закаленные и отпущенные, пригодны для сварки. Предварительный нагрев до температуры не менее 325 °C абсолютно необходим. Во время сварки температура не может опускаться ниже этого уровня и не должна подниматься выше 475 °C.

После завершения процесса сварки рекомендуется использовать медленное охлаждение. Ранее отожженный материал следует повторно отжигать после сварочной обработки. Инструмент, который уже был закален и отпущен, также необходимо довести до температуры на 30 °C ниже последней температуры отпуска.

Дополнительную информацию можно найти в нашей брошюре «Сварка в инструментальном производстве».



voestalpine High Performance Metals, RUS

603069, Нижний Новгород,

ул. Ореховская, 80

Тел./факс: 8-800-550-2-117,

E-Mail: general@bohler-uddeholm.ru

www.bohlernn.ru

BW015 EN – 05.2018

voestalpine

ONE STEP AHEAD.