



Вся информация, представленная в брошюре, основана на сегодняшнем состоянии уровня наших знаний и предназначена для того, чтобы дать общее представление о нашей продукции и областях ее применения.

Она не должна рассматриваться как гарантия определенных свойств описываемых марок сталей или соответствия их специфическим целям.

Квалифицировано согласно EU-директиве 1999/45/EC.

Для получения дополнительной информации смотрите наш "Лист надежности материалов".

Выпуск 1, 05.2011

Последнее пересмотренное и дополненное издание этой брошюры на английском языке Вы всегда можете найти на нашем сайте [www.uddeholm.com](http://www.uddeholm.com)



SS-EN ISO 9001  
SS-EN ISO 14001

## Общая информация

Uddeholm QRO 90 Supreme – это высококачественная горячештамповая инструментальная сталь, легированная хромом, молибденом и ванадием, обладающая следующими характеристиками:

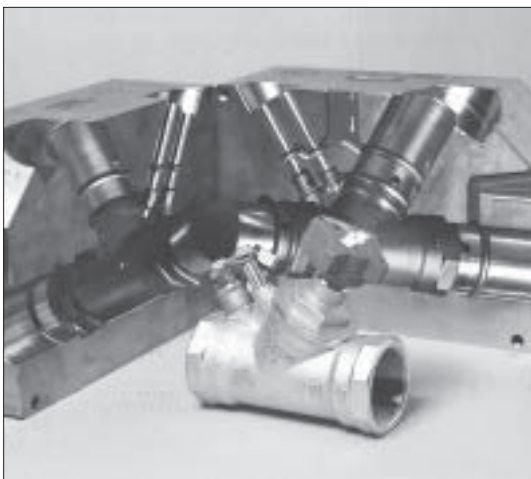
- Отличная высокотемпературная прочность и высокотемпературная твердость
- Очень хорошая устойчивость к вторичному износу
- Уникальная устойчивость к термической усталости
- Отличная теплопроводность
- Хорошая прочность и пластичность и продольном и поперечном направлении
- Однородная обрабатываемость
- Хорошая способность к термообработке

Химический состав %	C 0,38	Si 0,30	Mn 0,75	Cr 2,6	Mo 2,25	V 0,9
Стандарты других стран	Нет. Данный материал защищен патентом по всему миру					
Состояние поставки	Отжиг до примерно 180 НВ					
Цветовой код	Оранжевый/светло-коричневый					

## Улучшенная работоспособность инструмента

Uddeholm QRO 90 Supreme – это высококачественная горячештамповая сталь, специально разработанная Uddeholm для обеспечения повышенной работоспособности инструмента при повышенных температурах.

Присутствие слова “Supreme” в названии данной стали означает, что для обеспечения высокой чистоты и хороших механических свойств стали при ее производстве были



использованы специальные технологии, такие как электрошлаковый переплав. Это, в сочетании с оптимально сбалансированным составом легирующих элементов в составе Uddeholm QRO 90 Supreme, обеспечивает уникальный по сравнению с другими горячештамповыми сталями баланс свойств. Сочетание высокотемпературной прочности, устойчивости к вторичному отпуску и теплопроводности является непревзойденным. Поэтому, использование Uddeholm QRO 90 Supreme в таких областях как литье под давлением и экструзия цветных металлов иковка и экструзия сталей обеспечивает увеличение срока службы инструмента.

## Области применения

### Формы для литья пластмасс и сопутствующее инструментальное обеспечение

Uddeholm QRO 90 Supreme является наилучшим выбором инструментальной стали при изготовлении инструмента для литья под давлением алюминия, меди и медных сплавов. Отличная высокотемпературная прочность этой стали обеспечивает устойчивость к высокотемпературному растрескиванию и продление срока службы инструмента.

Более того, высокая теплопроводность стали позволяет уменьшить время литейного цикла и повысить производительность.

Uddeholm QRO 90 Supreme рекомендуется для использования в тех областях применения, где требуется устойчивость к термическому растрескиванию, эрозии и изгибу. Типичным примером являются сердечники, оформляющие шпильки, вставки, движущиеся части для литья под давлением алюминия, меди и медных сплавов.

### Матрицы и инструменты для экструзии

При экструзии алюминия рекомендуется применять QRO 90 Supreme для изготовления матриц в тех случаях, когда тоннажный объем производимой продукции, возможно, превысит срок службы инструмента, изготовленного из обычной стали, например:

- Матрицы для обработки заготовок простой формы при массовом производстве, объем которого требует более одного инструмента
- Матрицы для заготовок сложной формы или тонкостенных заготовок
- Пустотелые матрицы

- Матрицы для сплавов, плохо поддающихся экструзии.

При экструзии алюминия и сталей Uddeholm QRO 90 Supreme обеспечивает повышенный срок службы таких частей инструмента, как внутренние втулки контейнеров, пресс-шайбы, иглы, пресс-штемпели, по сравнению с AISI H13.

При экструзии меди и медных сплавов Uddeholm QRO 90 Supreme обеспечивает повышенный срок службы таких частей инструмента, как пресс-шайбы и опоры матрицы, по сравнению с AISI H13.

Подобное повышение срока службы обложки инструмента также наблюдается при использовании Uddeholm QRO 90 Supreme для протяжки изделий из медных сплавов.

### Ковочные штампы

Uddeholm QRO 90 Supreme обеспечивает отменные результаты при ковке на прессе сталей и медных сплавов, особенно для изготовления небольших и средних штампов. Эта сталь также безупречно подходит для прогрессивнойковки, высадки, объемной штамповки выдавливанием, порошковойковки и любых других операций, где используется обильное охлаждение водой.

## Свойства

Все образцы взяты из сердцевины прутка размером 356 x 127 мм. Если не указано иначе, все образцы были подвергнуты закалке при 1030°C в течение 30 минут с охлаждением на воздухе, и отпуску 2 + 2 ч. при 645°C. Твердость образцов 45 ± 1 HRC.

### Физические свойства

В закаленном и отпущенном состоянии до твердости 45 HRC. Данные при комнатной и повышенной температуре.

Температура	20°C	400°C	800°C
Плотность кг/м <sup>3</sup>	7 800	7 700	7 600
Модуль упругости Н/мм <sup>2</sup>	210 000	180 000	140 000
Коэффициент температурного расширения на °C от 20°C	–	12,6 x 10 <sup>-6</sup>	13,2 x 10 <sup>-6</sup>
Теплопроводность Вт/м°C	–	33	33

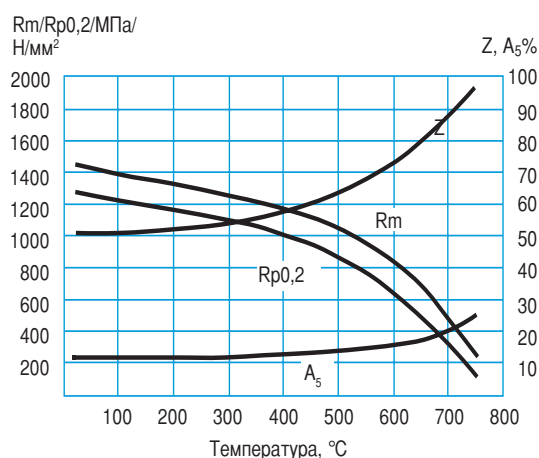
## Механические свойства

Примерные значения прочности на растяжение при комнатной температуре

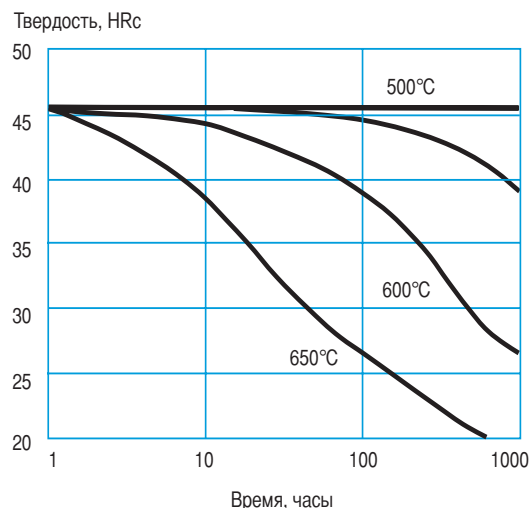
Твердость	48 HRC	45 HRC	40 HRC
Прочность на растяжение R <sub>m</sub>	1620 Н/мм <sup>2</sup>	1470 Н/мм <sup>2</sup>	1250 Н/мм <sup>2</sup>
Предел текучести R <sub>p0,2</sub>	1400 Н/мм <sup>2</sup>	1270 Н/мм <sup>2</sup>	1100 Н/мм <sup>2</sup>

ПРИМЕРНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Продольное направление

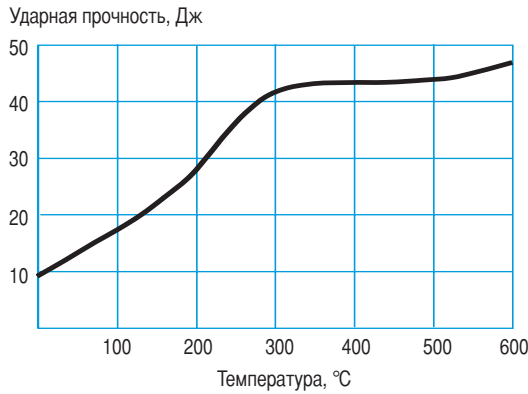


ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ НА ТВЕРДОСТЬ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ



**ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА УДАРНУЮ ПРОЧНОСТЬ**

Образец с V-образным надрезом по Шарпи, короткая сторона, поперечное направление



**Отпуск для снятия внутренних напряжений**

После черновой механической обработки инструмент должен быть прогрет до температуры 650°C и выдержан при этой температуре в течение 2-х часов. После этого медленно охладите до температуры 500°C, затем на воздухе

**Закалка**

Температура предварительного нагрева: 600–850°C, обычно в два этапа

Температура аустенизации: 1020–1050°C

Температура °C	Время выдержки* минут	Твердость перед отпуском
1020	30	51±2 HRC
1050	15	52±2 HRC

\* Время выдержки = это время при температуре закалки после полного сквозного прогрева инструмента.

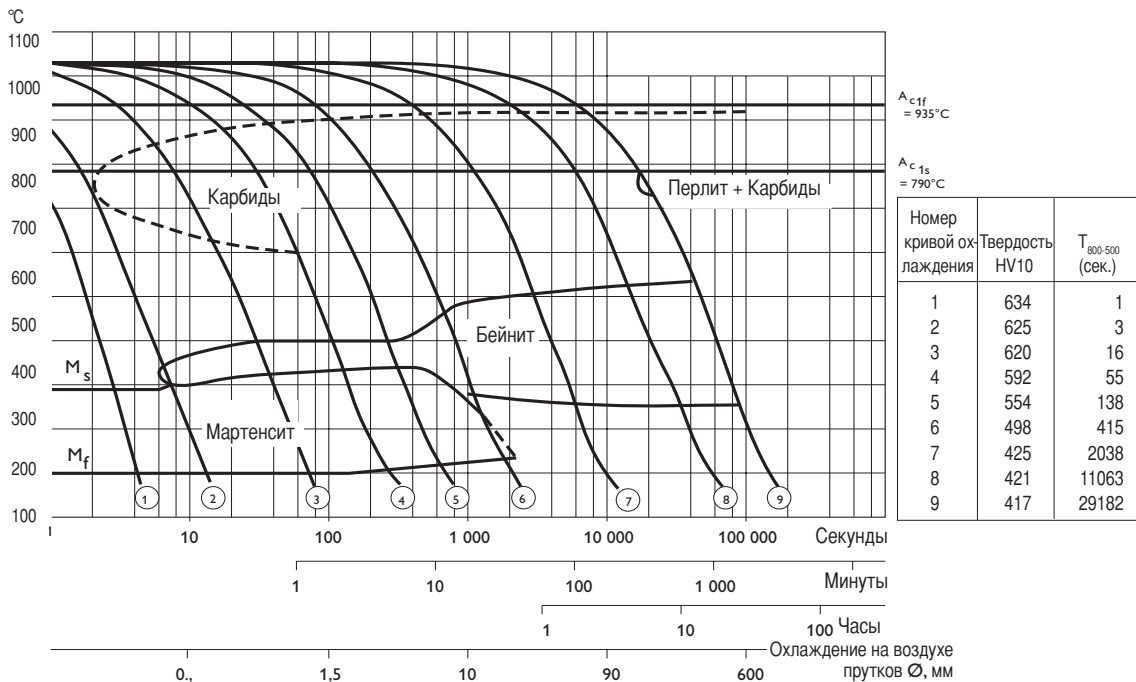
*Во время закалки заготовка должна быть защищена от обезуглероживания и окисления.*

**Термообработка - общие рекомендации**

**Отжиг**

Защитите сталь от обезуглероживания и прогрейте насквозь до температуры 820°C. Затем охладите в печи со скоростью 10°C в час до 650°C. Дальнейшее охлаждение на воздухе.

Диаграмма термокINETического распада аустенита при охлаждении  
Температура аустенизации 1020°C. Время выдержки 30 минут.



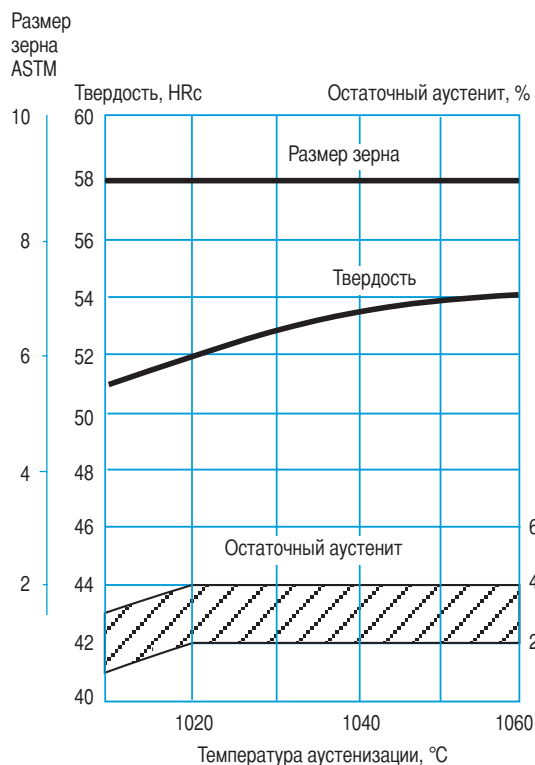
## Закалочная среда

- Воздух принудительной подачи/циркулирующая среда
- Вакуум (воздух принудительной подачи с достаточным избыточным давлением).  
Рекомендуется проводить ступенчатое охлаждение
- Ванна для ступенчатой закалки или псевдооживленный слой при 550°C
- Ванна для ступенчатой закалки или псевдооживленный слой при 180–220°C
- Теплое масло

*Замечание 1:* Отпуск инструмента необходимо производить как только он охладится до 50–70°C.

*Замечание 2:* Для получения оптимальных свойств инструмента, скорость охлаждения должна быть высокой, но не настолько, чтобы привести к образованию избыточных короблений или трещин.

### ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ АУСТЕНИЗАЦИИ НА ТВЕРДОСТЬ, РАЗМЕР ЗЕРНА И ОСТАТОЧНЫЙ АУСТЕНИТ



## Отпуск

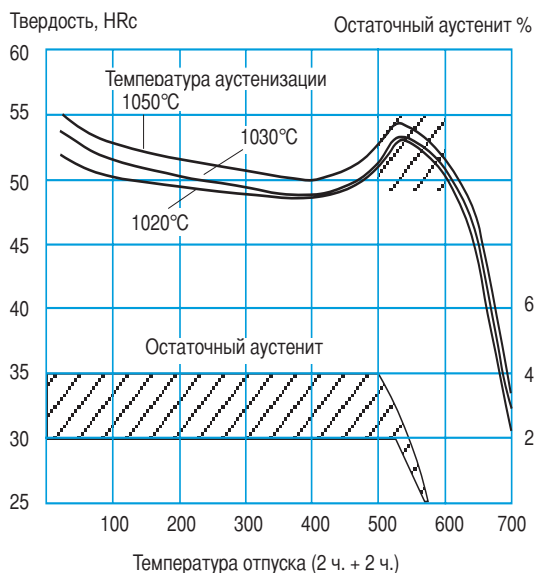
Выберите температуру отпуска согласно требуемой твердости. Следует производить двойной отпуск с промежуточным охлаждением до комнатной температуры. Самая низкая рекомендуемая температура отпуска 600°C.

Выдержка при температуре отпуска должна быть не менее 2-х часов. Для избежания "отпускной хрупкости" при отпуске следует избегать интервала температур 500–600°C.

### ДИАГРАММА ОТПУСКА

Образцы размером 25 x 25 x 40 мм, охлаждение на воздухе. Образцам с большим поперечным сечением характерна пониженная начальная твердость и смещение вторичного пика твердости в сторону более высоких температур.

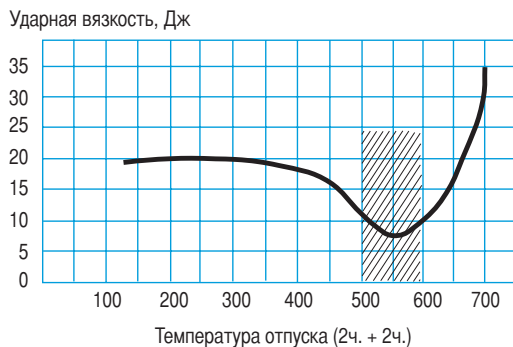
Однако, при перекале кривые ведут себя более менее одинаково, спускаясь вниз от примерно 45 HRc, вне зависимости от размера поперечного сечения.



Вытапливающие втулки, изготовленные из Uddeholm QRO 90 Supreme.

**ПРИМЕРНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ УДАРНОЙ ВЯЗКОСТИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ ОТПУСКА**

Продольные образцы, термообработанные после механической обработки.



Проведение отпуска в интервале температур 500–600°C обычно не рекомендуется из-за снижения прочности.

**Изменения размеров во время закалки и отпуска**

Во время закалки и отпуска инструмент подвергается термическим напряжениям, а также напряжениям трансформации. Это неизбежно приводит к изменениям размеров и короблениям. Поэтому, рекомендуется всегда оставлять припуски на механическую обработку после черновой обработки перед закалкой и отпуском. Обычно, сторона инструмента с наибольшим размером усаживается, а сторона с наименьшим размером может увеличиться, однако, это зависит от размера и конструкции инструмента, а также скорости охлаждения при закалке.

Для инструмента, изготовленного из Uddeholm QRO 90 Supreme рекомендуется оставлять припуски на механическую обработку, равные 0,3% от размера по длине, ширине и толщине.

**Азотирование и нитроцементация**

Азотирование и нитроцементация позволяют получить твердый поверхностный слой, обладающий очень высокой износостойкостью и эрозионной стойкостью. Однако, азотированный слой является очень хрупким и склонным к образованию трещин и задиров при воздействии внезапных механических или термических напряжений; эта склонность повышается с увеличением толщины слоя. Перед проведением азотирования инструмент необходимо

подвергнуть закалке и отпуску при температуре по крайней мере на 25–50°C выше температуры азотирования. Азотирование в среде аммиака при 510°C или плазменное азотирование при 480°C в смеси 75% водорода/25% азота позволяет получить поверхностную твердость примерно 1000 HV<sub>0,2</sub>. В общем случае, плазменное азотирование является более предпочтительным, поскольку обеспечивается лучший контроль за потенциалом азота; в частности, при плазменном азотировании возможно полностью избежать образования так называемого белого слоя, присутствие которого на рабочих поверхностях горячештампового инструмента является очень нежелательным. Однако, аккуратно проведенное газовое азотирование также позволяет получить абсолютно приемлемые результаты.

Uddeholm QRO 90 Supreme также может быть подвергнута нитроцементации в газовой среде или соляной ванне. Поверхностная твердость, получаемая после нитроцементации, составляет 800–900 HV<sub>0,2</sub>.

**Глубина азотированного слоя**

Вид азотирования	Время	Глубина азотированного слоя, мм
Газовое азотирование при 510°C	30	0,27
Плазменное азотирование при 480°C	30	0,27
Нитроцементация – в газовой среде при 580°C – в соляной ванне при 580°C	2,5 ч.	0,20
	1 ч.	0,13

Глубина азотированного слоя на поверхностях горячештампового инструмента не должна превышать 0,3 мм. Следует заметить, что Uddeholm QRO 90 Supreme обладает лучшей способностью к азотированию, чем AISI H13. Поэтому, время азотирования Uddeholm QRO 90 Supreme должно быть уменьшено по сравнению с H13, иначе возникает риск получения азотированного слоя слишком большой толщины.

Uddeholm QRO 90 Supreme может быть азотирована в отожженном состоянии, однако, в этом случае твердость получаемого поверхностного слоя будет пониженной.

## Рекомендации по механической обработке

Данные по обработке резанием, приведенные ниже, следует рассматривать как рекомендации, которые должны быть откорректированы с учетом используемого оборудования. Более подробная информация дана в брошюре Uddeholm "Рекомендации по параметрам механической обработки".

### Токарная обработка

Режимы обработки	Обработка твердосплавным инструментом		Обработка быстрорежущим инструментом Чистовая обработка
	Черновая обработка	Чистовая обработка	
Скорость резания, $v_c$ м/мин	200–250	250–300	25–30
Подача, (f) мм/об	0,2–0,4	0,05–0,2	0,05–0,3
Глубина резания, $a_p$ мм	2–4	0,5–2	0,5–2
Обозначение твердого сплава ISO	P20–P30 Твердый сплав с покрытием	P10–P20 Твердый сплав с покрытием или кермет	—

### Фрезерование

#### ПЛОСКОЕ И ТОРЦЕВОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ

Режимы обработки	Фрезерование твердосплавным инструментом	
	Черновое фрезерование	Чистовое фрезерование
Скорость резания, $v_c$ м/мин	180–260	260–300
Подача, ( $f_z$ ) мм/зуб	0,2–0,4	0,1–0,2
Глубина резания, $a_p$ мм	2–5	–2
Обозначение твердого сплава ISO	P20–P40 Твердый сплав с покрытием	P10–P20 Твердый сплав с покрытием или кермет

### КОНЦЕВОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ

Режимы обработки	Вид концевой фрезы		
	Цельная твердосплавная	Со сменными неперетачиваемыми твердосплавными пластинами	Из быстрорежущей стали
Скорость резания, $v_c$ м/мин	160–200	170–230	35–40 <sup>1)</sup>
Подача, ( $f_z$ ) мм/зуб	0,03–0,2 <sup>2)</sup>	0,08–0,2 <sup>2)</sup>	0,05–0,35 <sup>2)</sup>
Обозначение твердого сплава, ISO	–	P20–P30	–

<sup>1)</sup> Для концевых фрез из быстрорежущей стали с покрытием  $v_c = 55–60$  м/мин.

<sup>2)</sup> В зависимости от радиальной глубины резания и диаметра фрезы

### Сверление

#### БЫСТРОРЕЖУЩЕЕ СПИРАЛЬНОЕ СВЕРЛО

Диаметр сверла мм	Скорость резания ( $v_c$ ) м/мин	Подача, (f) мм/об
1–5	16–18*	0,05–0,15
5–10	16–18*	0,15–0,20
10–15	16–18*	0,20–0,25
15–20	16–18*	0,25–0,30

\* Для быстрорежущих сверл с покрытием  $v_c = 28–30$  м/мин

#### ТВЕРДОСПЛАВНОЕ СВЕРЛО

Параметры обработки	Тип сверла		
	Со сменными неперетачиваемыми твердосплавными пластинами	Цельное твердосплавное	С твердосплавным наконечником <sup>1)</sup>
Скорость резания, ( $v_c$ ) м/мин	220–240	130–160	80–110
Подача, (f) мм/об	0,03–0,12 <sup>2)</sup>	0,08–0,20 <sup>3)</sup>	0,15–0,25 <sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Сверло со сменным или напайным твердосплавным наконечником

<sup>2)</sup> Скорость подачи для сверл диаметром 20–40 мм

<sup>3)</sup> Скорость подачи для сверл диаметром 5–20 мм

<sup>4)</sup> Скорость подачи для сверл диаметром 10–20 мм



## Шлифование

Общие рекомендации по выбору шлифовальных кругов приведены ниже. Более подробная информация дана в брошюре Uddeholm “Шлифование инструментальных сталей”.

Тип шлифования	Отожженное состояние	Закаленное состояние
Плоское шлифование периферией круга	A 46 HV	A 46 HV
Плоское шлифование сегментами	A 24 GV	A 36 GV
Круглое шлифование	A 46 LV	A 60 KV
Внутреннее шлифование	A 46 JV	A 60 IV
Профильное шлифование	A 100 KV	A 120 JV

## Электроэрозионная обработка

Если электроэрозионная обработка (ЭЭО) инструмента проводится в закаленном и отпущенном состоянии, образующийся на поверхности белый слой необходимо удалить с помощью последующей механической обработки, например, шлифования. После этого инструмент необходимо подвергнуть дополнительному отпуску при температуре на примерно 25°C ниже температуры последнего отпуска.

## Хромирование

После нанесения покрытия, инструмент необходимо подвергнуть отпуску при температуре 180°C в течение 4-х часов для избежания риска азотного охрупчивания.



Пресс-шайбы, изготовленные из Uddeholm QRO 90 Supreme.

## Сварка

При сварке инструментальных сталей можно получить хороший результат, если принять все необходимые предосторожности в плане повышенной рабочей температуры, подготовки поверхностей свариваемых деталей, правильного выбора расходных материалов и технологии.

Метод сварки	Сварка в среде защитного газа TIG	Ручная дуговая сварка MMA
Рабочая температура	325–375°C	325–375°C
Расходные материалы	QRO 90 WIG-Weld	QRO 90 Weld
Скорость охлаждения	20–40°C/ч в течение первых 2-3 ч., затем на воздухе.	
Твердость после сварки	50–55 HRC	50–55 HRC
<b>Термообработка после сварки</b>		
Закаленное состояние	Отпуск при температуре на 10–20°C ниже температуры последнего отпуска	
Отожженное состояние	Отжиг при температуре 820°C в среде защитного газа. Последующее охлаждение со скоростью 10°C в час до 650°C, затем на воздухе.	

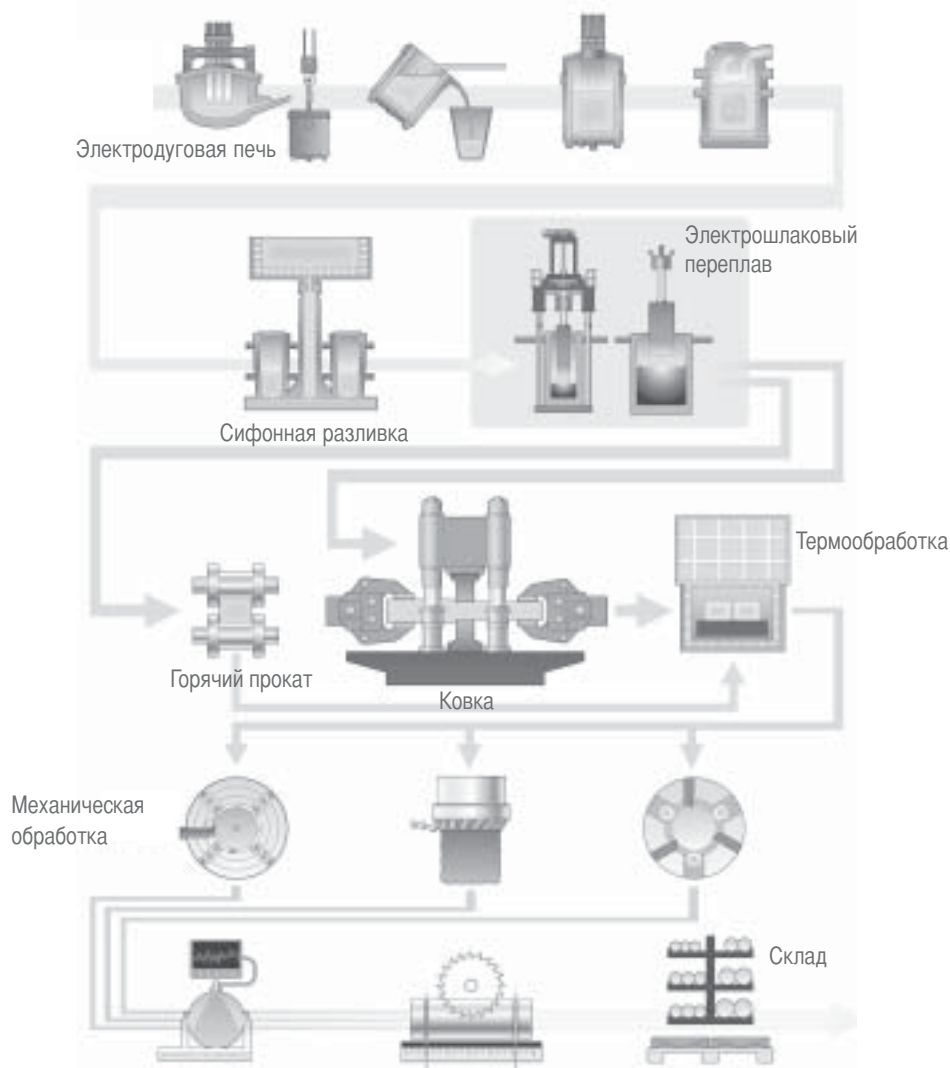
Более подробная информация предоставлена в брошюре Uddeholm “Сварка инструментальных сталей”.

## Дополнительная информация

Для получения дополнительной информации о выборе материала, термообработке, областях применения, условиях и сроках поставок инструментальной стали Uddeholm, пожалуйста, обращайтесь в Ваше региональное представительство.



Вставки, изготовленные из Uddeholm QRO 90 Supreme.



## Производственный процесс с электрошлаковым переплавом

В электродуговой печи тщательно отобранный стальной лом, ферросплавы и шлак плавятся за счет энергии дуги, возникающей между электродами и стальным ломом. Через 2,5 часа расплавленный металл переливается в литейный ковш.

При переливке производится снятие насыщенного кислородом шлака. В литейном ковше производится деоксидация, легирование и подогрев расплавленного металла. В процессе вакуумной обработки удаляются такие элементы, как водород, азот и сера. Оксиды отделяются от расплавленного металла путем газового и индукционного перемешивания. После этого расплавленный металл разливается в изложницы контролируемой сифонной разливкой.

### ЭЛЕКТРОШЛАКОВЫЙ ПЕРЕПЛАВ

При электрошлаковом переплаве слиток формируется в водоохлаждаемой форме путем плавления электрода, погруженного в расплавленный шлак с температурой выше температуры плавления стали. Реакция между шлаком и каплями стали с кончика электрода приводит к значительному снижению содержания серы и неметаллических включений. Контролируемая кристаллизация в направлении снизу вверх приводит к получению слитка с высокой однородностью, мелкозернистой структурой и отсутствием макро-сегрегации. Электрошлаковый переплав в защитной атмосфере обеспечивает еще большую чистоту стали.

### ГОРЯЧИЙ ПРОКАТ

Наши цеха горячей прокатки специально спроектированы для изготовления проката из инструментальных сталей. В одном из них слитки прокатываются в металлопрокат крупных размеров. В другом цехе прокат крупных размеров подвергается последующей обработке с получением готового металлопроката различных размеров и форм.

Наш ковочный пресс - один из самых современных в мире. Максимальное усилие пресса составляет 4000 тонн. Возможно получение поковок круглого и четырехгранного сечения, а также полос, весом от 2 до 42 тонн.

### ТЕРМООБРАБОТКА

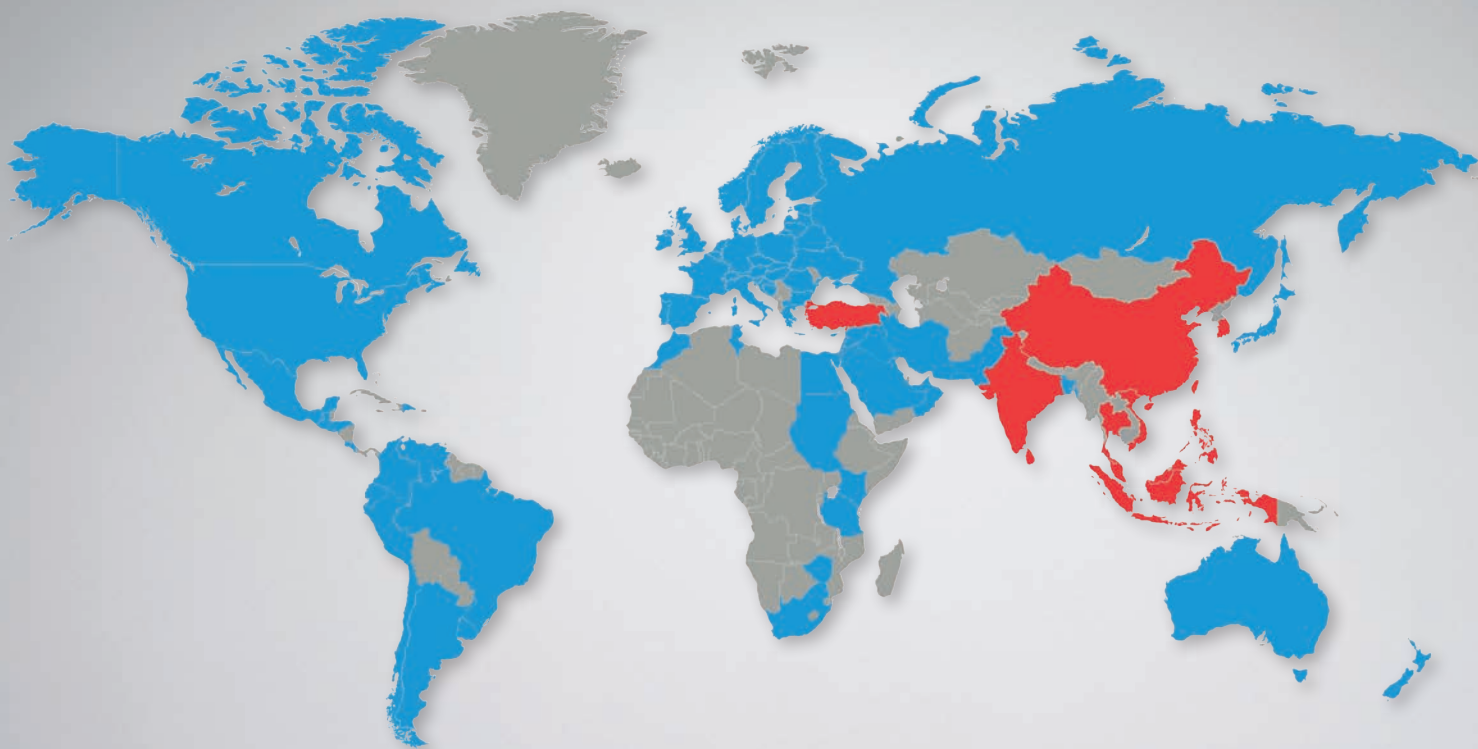
После горячей обработки производится термическая обработка - отжиг или закалка с последующим отпуском.

Отжиг способствует получению низкой твердости и хорошей обрабатываемости стали, а также микроструктуры, которая необходима для последующей закалки и отпуска готового инструмента. Закаленный и отпущенный материал обеспечивает ряд преимуществ, а именно, не требуется закалка и отпуск готового инструмента. Это означает экономию времени и средств.

### МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

Механическая обработка поверхностей и отрезка концов производится с целью удаления деформированного слоя и окалины после термообработки и облегчения контроля поверхности и ультразвукового контроля качества стали. Механическая обработка производится также с целью экономии материала, а значит, и средств наших клиентов.

Размеры заготовок определяются пожеланиями наших клиентов. Мы обеспечиваем около 1 миллиона поставок в год более 100 000 клиентам по всему миру.



## Сеть мастерства

Присутствие компании UDDEHOLM во всем мире означает, что Вы всегда можете быть уверены, что получите одинаково высокое качество нашей продукции, где бы Вы не находились. На многих рынках мы представлены компанией ASSAB, нашим дочерним предприятием и эксклюзивным продавцом нашей продукции, совместно с которой мы укрепляем нашу позицию мирового лидера поставщика инструментальной стали.

UDDEHOLM является мировым лидером среди поставщиков и производителей инструментальной стали. Эту позицию мы заняли благодаря нашему постоянному содействию нашим заказчикам в улучшении их работы.

С нашим накопленным опытом, фундаментальными исследованиями и постоянным развитием и производством новой продукции мы отлично вооружены для того, чтобы решить все возникающие проблемы. Это серьезный вызов, но поставленные нами цели так же очевидны сейчас, как и ранее - быть лучшим деловым партнером и первым среди поставщиков.

Наше присутствие на каждом континенте земного шара гарантирует, что Вы получите одинаково высокое качество нашей продукции, где бы Вы не находились. ASSAB является дочерним предприятием Uddeholm и его эксклюзивным каналом продажи. ASSAB является представителем Uddeholm на многих рынках. Совместно мы укрепляем нашу позицию мирового лидера поставщика инструментальной стали. Наше присутствие во всем мире упрощает возможность стать нашим заказчиком, так как представители ASSAB или Uddeholm всегда имеются у Вас под рукой, готовые дать Вам консультацию и оказать необходимую помощь. Главным здесь является доверие, как при длительном сотрудничестве, так и в моменты разработки новой продукции.

Для нас доверие является тем, к чему мы стремимся. Каждый день.

Дополнительную информацию Вы можете найти по адресу в Интернете:

[www.uddeholm.com](http://www.uddeholm.com) или [www.assab.com](http://www.assab.com)