



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, 09.2011

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

---

## UDDEHOLM UNIMAX

Благодаря отличному сочетанию свойств, Uddeholm Unimax может быть использована для изготовления инструмента для различных областей применения. Снижение сроков изготовления и повышение срока службы инструмента обеспечивают общее повышение экономичности производства. Благодаря сочетанию высокой пластичности и высокой твердости, Uddeholm Unimax идеально подходит для изготовления пресс-форм для литья пластмасс - процесса, который обычно приводит к повышенному износу литейной формы.

Uddeholm Unimax обладает многими преимуществами:

- Эта сталь отлично подходит для пресс-форм изготовления деталей из упрочненных пластмасс, массового производства и компрессионного литья. Сочетание высокой пластичности и высокой твердости обеспечивает улучшение долговечности и износостойкости инструмента.
- Обеспечивает повышение срока службы инструмента.
- Хорошо подходит для обработки поверхности.
- Очень хорошая закаливаемость Uddeholm Unimax позволяет получить отличные свойства по всему поперечному сечению заготовки.

Отличное сочетание вязкости и твердости позволяет использование Uddeholm Unimax в качестве универсальной конструкционной стали.

Как мы говорим: *чем тверже - тем лучше!*

## Общая информация

Uddeholm Unimax – это инструментальная сталь, легированная хромом, молибденом и ванадием, обладающая следующими характеристиками:

- Отличной вязкостью и пластичностью во всех направлениях
- Хорошей износостойкостью
- Хорошей—размерной стойкостью при термообработке и эксплуатации
- Отличной сквозной прокаливаемостью
- Хорошей устойчивостью к вторичному отпуску
- Хорошей высокотемпературной прочностью
- Хорошей устойчивостью к температурной усталости
- Отличной полируемостью

Химический состав, %	C 0,5	Si 0,2	Mn 0,5	Cr 5,0	Mo 2,3	V 0,5
Стандарты других стран	Нет					
Состояние поставки	Отжиг до твердости примерно 185 НВ					
Цветовой код	Коричневый/серый					

## Области применения

Uddeholm Unimax хорошо подходит для форм для массового производства при литье пластмасс, литье упрочненных пластмасс и компрессионном литье.

Uddeholm Unimax отлично подходит для инструмента для тяжелонагруженных холодноштамповых операций, таких как высоконагруженная листовая штамповка, холодная ковка и накатка резьбы, где требуется высокая стойкость к растрескиванию.

Эта сталь также подходит для общих машиностроительных и горячештамповых областей применения, требующих высокой твердости и прочности.

## Свойства

Значения, указанные ниже, даны для образцов, взятых из сердцевины прутков размером 396 x 136 мм, Ø 125 мм и Ø 220 мм. Если не указано иначе, все образцы закалены при температуре 1025°C, с газовым охлаждением в вакуумной печи, и отпущены дважды при температуре 525°C в течение двух часов. Рабочая твердость образцов 56–58 HRC.

## Физические свойства

Закаленное и отпущенное состояние до 58–58 HRC

Температура	20°C	200°C	400°C
Плотность кг/м³	7 790	–	–
Модуль упругости МПа	213 000	192 000	180 000
Коэффициент термического расширения на °C от 20°C	–	11,5 x 10 <sup>-6</sup>	12,3 x 10 <sup>-6</sup>
Теплопроводность Вт/м°C	–	25	28
Удельная теплоемкость Дж/кг	460	–	–

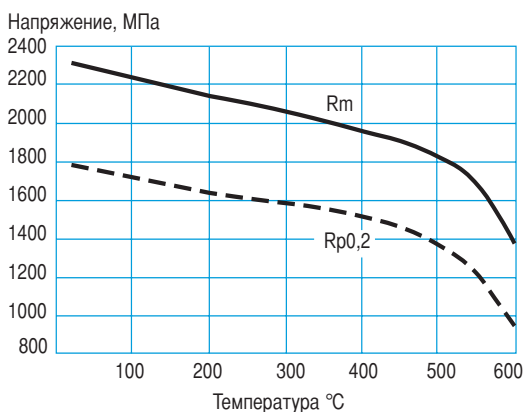
## Механические свойства

Примерные значения прочности и пластичности при комнатной температуре при испытаниях на растяжение.

Твердость	54 HRC	56 HRC	58 HRC
Предел текучести, Rp0,2	1720 МПа	1780 МПа	1800 МПа
Прочность на растяжение, Rm	2050 МПа	2150 МПа	2280 МПа
Удлинение, A <sub>5</sub>	9 %	8 %	8 %
Уменьшение площади, Z	40 %	32 %	28 %

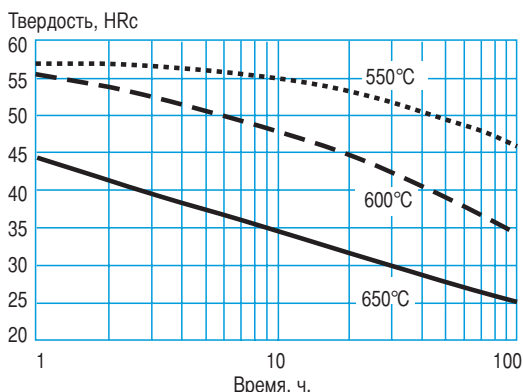
### ПРИМЕРНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Продольное направление. Образцы закалены при 1025°C и отпущены дважды при 525°C до твердости 58 HRC.

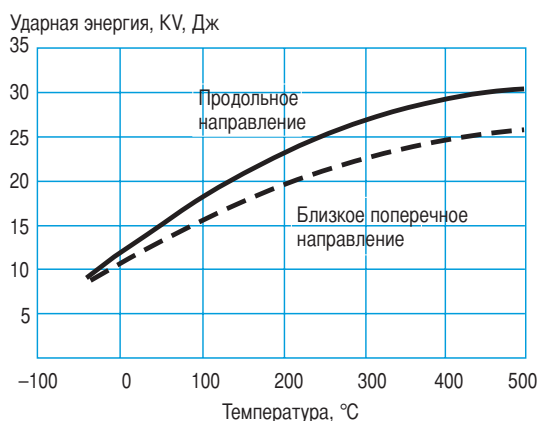


**ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ НА ТВЕРДОСТЬ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ**

Начальная твердость 57 HRC.



**ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА УДАРНУЮ ВЯЗКОСТЬ**



**Термообработка – общие рекомендации**

**Отжиг**

Защитите сталь от обезуглероживания и прогрейте насквозь до температуры 850°C. Затем охладите в печи со скоростью 10°C в час до 600°C. Дальнейшее охлаждение на воздухе.

**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: 600–650°C и 850–900°C.

Температура аустенизации: 1000–1025°C, обычно 1025°C.

Время выдержки: 30 минут.

Температура °C	Время выдержки* минут	Твердость перед отпуском
1000	30	61 HRC
1025	30	63 HRC

\* Время выдержки – это время при заданной температуре после полного сквозного прогрева инструмента.

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

**Закалочная среда**

- Высокоскоростной газ/циркулирующая атмосфера
- Вакуумная печь (высокоскоростной газ с достаточным избыточным давлением).
- Ванна для ступенчатой закалки, соляная ванна или псевдооживленный слой при 500–550°C
- Ванна для ступенчатой закалки при 200–350°C

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

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

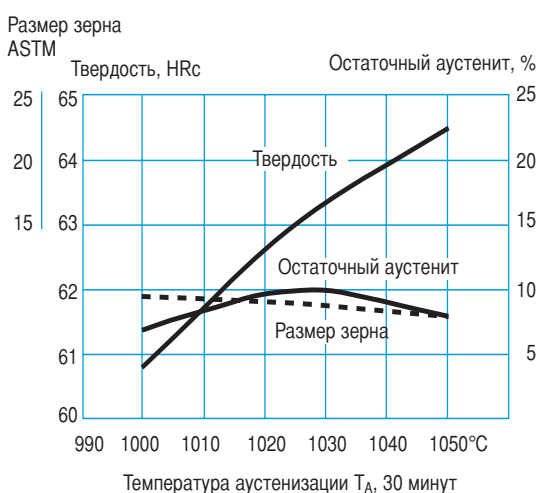
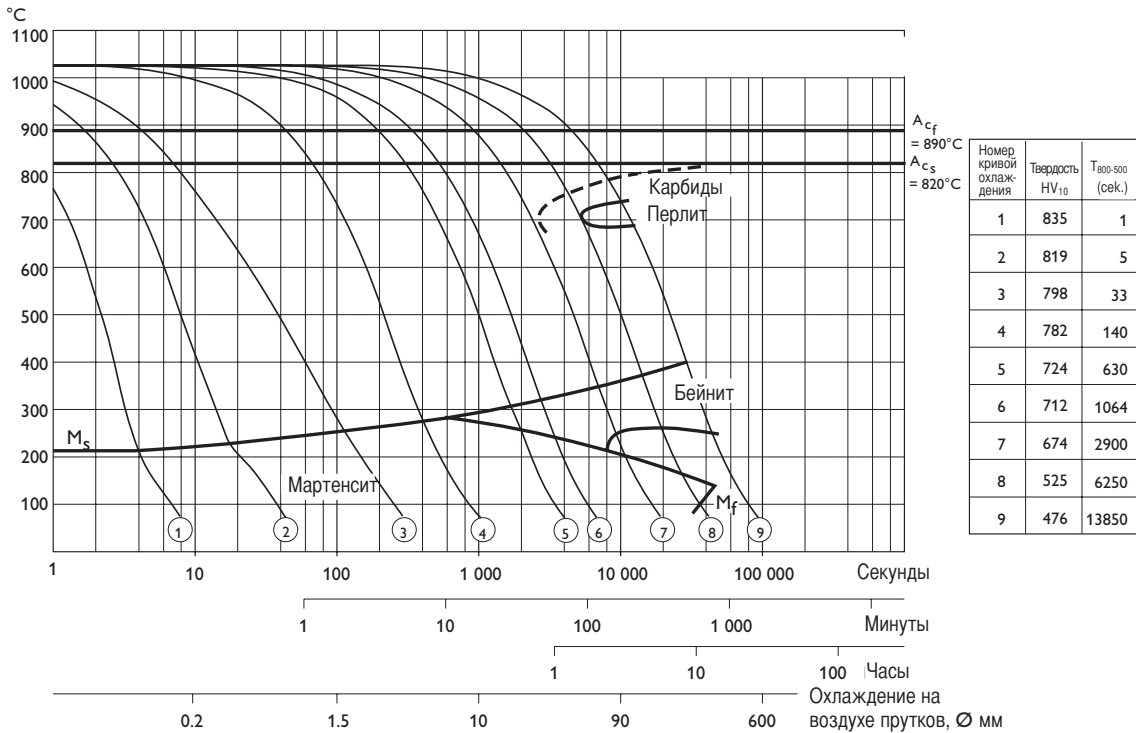


ДИАГРАММА ТЕРМОКИНЕТИЧЕСКОГО РАСПАДА АУСТЕНИТА ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ

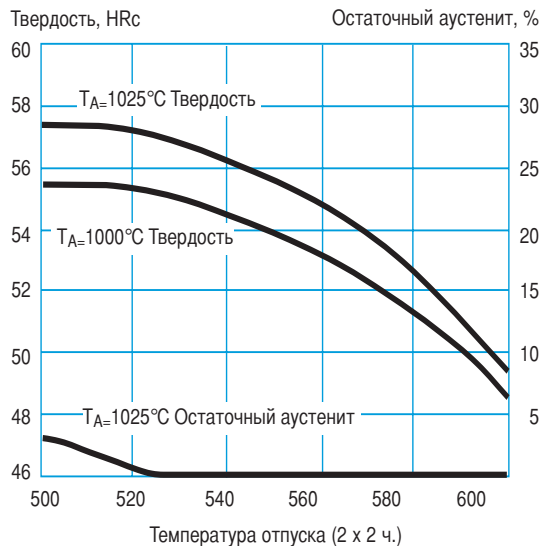
Температура аустенизации 1025°C. Время выдержки 30 минут.



Отпуск

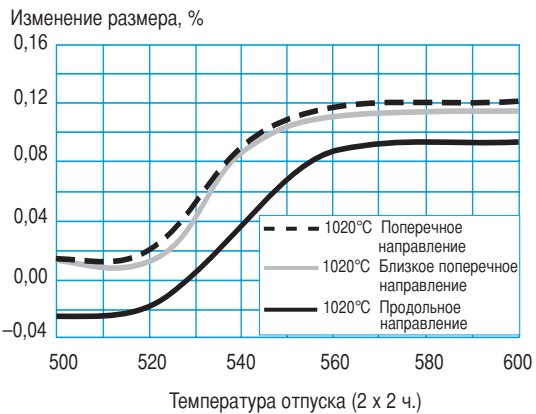
Выберите температуру отпуска согласно требуемой твердости. Следует производить двойной отпуск с промежуточным охлаждением до комнатной температуры. Самая низкая рекомендуемая температура отпуска 525°C. Выдержка при температуре отпуска после сквозного прогрева должна быть не менее 2-х часов.

ДИАГРАММА ОТПУСКА



Изменение размеров при закалке и отпуске

Изменение размеров было измерено после аустенизации при 1020°C/30 минут, с последующим охлаждением в среде N<sub>2</sub> со скоростью 1,1°C/сек. в интервале 800–500°C в холоднокамерной вакуумной печи. Размер образца: 100 x 100 x 100 мм.



## Обработка поверхности

Инструментальные стали могут быть подвергнуты различным видам поверхностной обработки с целью снижения коэффициента трения и повышения износостойкости. Наиболее часто используемыми видами поверхностной обработки являются азотирование и нанесение износостойких покрытий методами PVD или CVD.

Высокая твердость и вязкость в сочетании с хорошей размерной стабильностью позволяют использовать Uddeholm Unimax как базовый материал для различных поверхностных покрытий.

### Азотирование и нитроцементация

Азотирование и нитроцементация позволяют получить твердый поверхностный слой, обладающий очень высокой износостойкостью и стойкостью к отслаиванию.

Поверхностная твердость после азотирования составляет примерно 1000–1200 HV<sub>0,2кг</sub>. Следует выбирать глубину получаемого азотированного слоя в зависимости от области применения.

### PVD

Физическое осаждение из паровой фазы (PVD) - это метод нанесения износостойких поверхностных покрытий при температуре 200–500°C.

### CVD

Химическое осаждение из паровой фазы (CVD) - это метод нанесения износостойких поверхностных покрытий при температуре около 1000°C.

## Рекомендации по механической обработке

Данные по обработке резанием, приведенные ниже, следует рассматривать как рекомендации, которые должны быть откорректированы с учетом используемого оборудования.

*Рекомендации, приведенные в таблицах ниже, действительны для обработки Uddeholm Unimax в отожженном состоянии при твердости примерно 185 HB.*

### Токарная обработка

Параметры обработки	Токарная обработка твердосплавным инструментом		Токарная обработка быстрорежущим инструментом чистовая обработка
	черновая обработка	чистовая обработка	
Скорость резания ( $v_c$ ) м/мин	150–200	200–250	15–20
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 Твердый сплав с покрытием или кермет	–

### ФРЕЗЕРОВАНИЕ

Торцевое фрезерование и фрезерование уступов

Параметры обработки	Фрезерование твердосплавным инструментом	
	Черновая обработка	Чистовая обработка
Скорость резания ( $v_c$ ) м/мин	120–170	170–210
Подача ( $f_z$ ) мм/зуб	0,2–0,4	0,1–0,2
Глубина резания ( $a_p$ ) мм	2–4	0,5–2
Обозначение твердого сплава ISO	P20–P40 Твердый сплав с покрытием	P10 Твердый сплав с покрытием или кермет

Концевое фрезерование

Параметры обработки	Тип фрезы		
	Цельная твердосплавная	Со сменными непоретачиваемыми твердосплавными пластинами	Из быстрорежущей стали
Скорость резания ( $v_c$ ) м/мин	120–150	110–150	20–25 <sup>1)</sup>
Подача ( $f_z$ ) мм/зуб	0,01–0,20 <sup>2)</sup>	0,06–0,20 <sup>2)</sup>	0,01–0,30 <sup>2)</sup>
Обозначение твердого сплава ISO	–	P20–P30	–

<sup>1)</sup> Для концевых фрез из быстрорежущей стали с покрытием  $v_c = 30–40$  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
– 5	15–20*	0,05–0,10
5–10	15–20*	0,10–0,20
10–15	15–20*	0,20–0,30
15–20	15–20*	0,30–0,35

\* Для быстрорежущих сверл с покрытием скорость резания  $v_c = 35–40$  м/мин.

Твердосплавное сверло

Параметры обработки	Тип сверла		
	Со сменными непоретачиваемыми твердосплавными пластинами	Цельное твердосплавное	С твердосплавным наконечником <sup>1)</sup>
Скорость резания ( $v_c$ ) м/мин	180–220	120–150	60–90
Подача (f) мм/об	0,03–0,10 <sup>2)</sup>	0,10–0,25 <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	Отжженное 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 LV	A 120 KV

Сварка

При сварке частей штампов можно получить хороший результат, если принять все необходимые предосторожности в плане подготовки поверхностей свариваемых деталей, правильного выбора расходных материалов, предварительного нагрева инструмента, контроля за охлаждением инструмента и процессов обработки после сварки. Обобщенные сведения по наиболее важным параметрам сварочного процесса приведены ниже. Более подробная информация предоставлена в брошюре Uddeholm “Сварка инструментальных сталей”.

Метод сварки	Сварка в среде защитного газа TIG	Ручная дуговая сварка MMA
Температура предварительного нагрева	200–250°C	200–250°C
Расходные материалы	UNIMAX TIG-WELD UTP ADUR600 UTP A 73G2	UTP 67S UTP 73G2
Максимальная температура между проходами	350°C	350°C
Охлаждение после сварки	20–40°C/ч. в течение первых 2-х часов, затем на воздухе.	
Твердость после сварки	54–60 HRc	55–58 HRc
<i>Термообработка после сварки</i>		
Закаленное состояние	Отпуск при 510°C в течение 2-х часов.	
Отжженное состояние	Отжиг согласно “Рекомендациям по термообработке”.	



## Электроэрозионная обработка

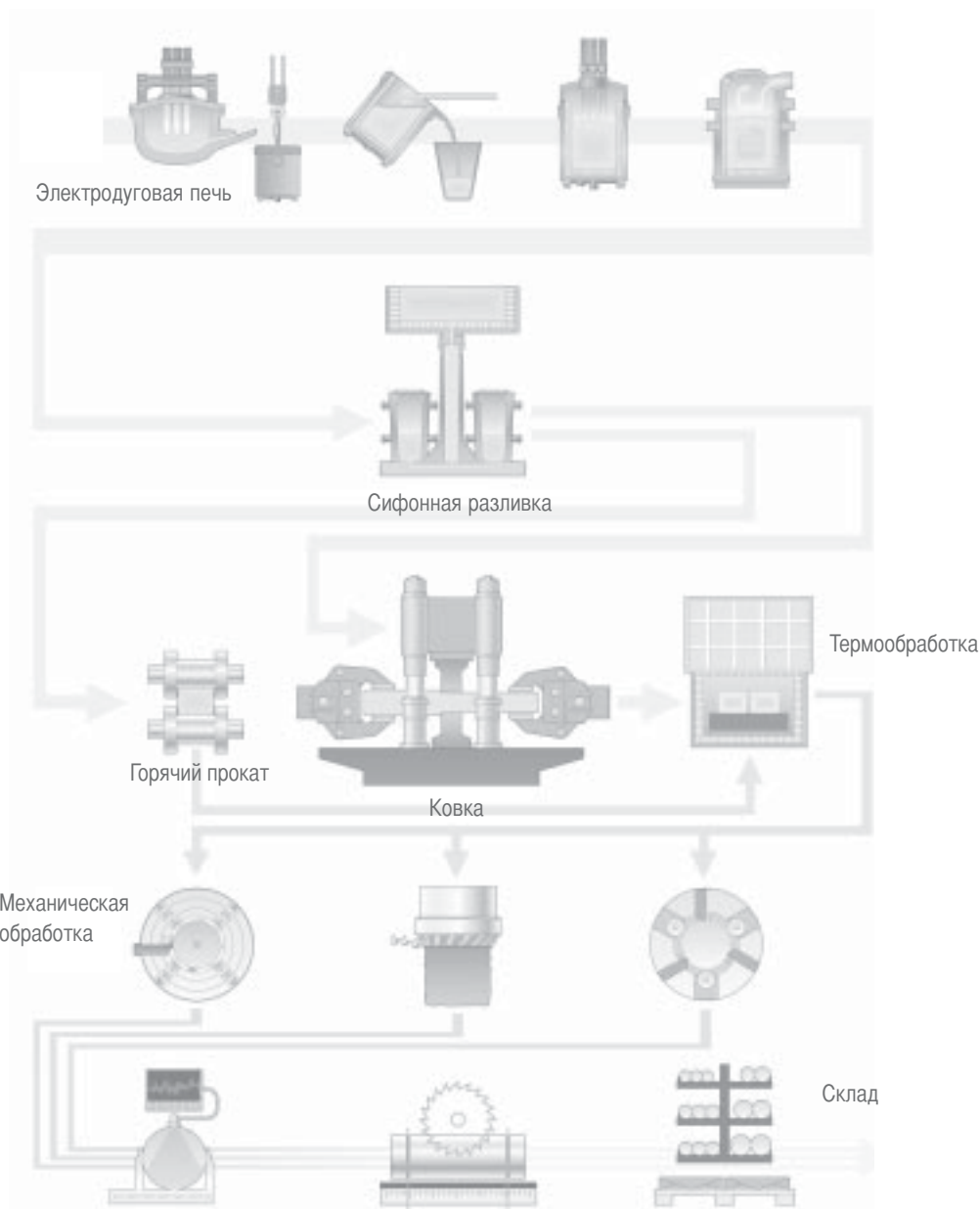
После ЭЭО на обработанной поверхности инструмента образуется заново затвердевший слой (белый слой) и перекаленный и не отпущенный слой. Оба эти слоя являются очень хрупкими и, поэтому, негативно влияют на работоспособность инструмента.

Если проводится ЭЭО, то образующийся в результате белый слой должен быть полностью удален путем механической обработки, например шлифованием. После чистовой механической обработки инструмент необходимо подвергнуть дополнительному отпуску при температуре на примерно 25°C ниже температуры последнего отпуска.

Более подробная информация предоставлена в брошюре Uddeholm “ЭЭО 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.



## Традиционный процесс производства инструментальных сталей

Материалы для производства наших инструментальных сталей тщательно выбираются из высококачественного металлолома, который затем переплавляется в электродуговой печи вместе с ферросплавами и материалами для образования шлака. После этого полученный расплав переливается в ковш.

Насыщенный кислородом шлак выводится из сплава с помощью установки для удаления шлака. После деоксидации проводится легирование и нагрев стального расплава в ковшевой печи. Последующая вакуумная дегазация позволяет удалить из сплава такие вредные элементы как водород, азот и сера.

Расплав разливается в заранее подготовленные изложницы путем сифонной разливки. После этого слитки отправляются непосредственно на прокатный стан или ковочный пресс для формовки в круглые или плоские заготовки.

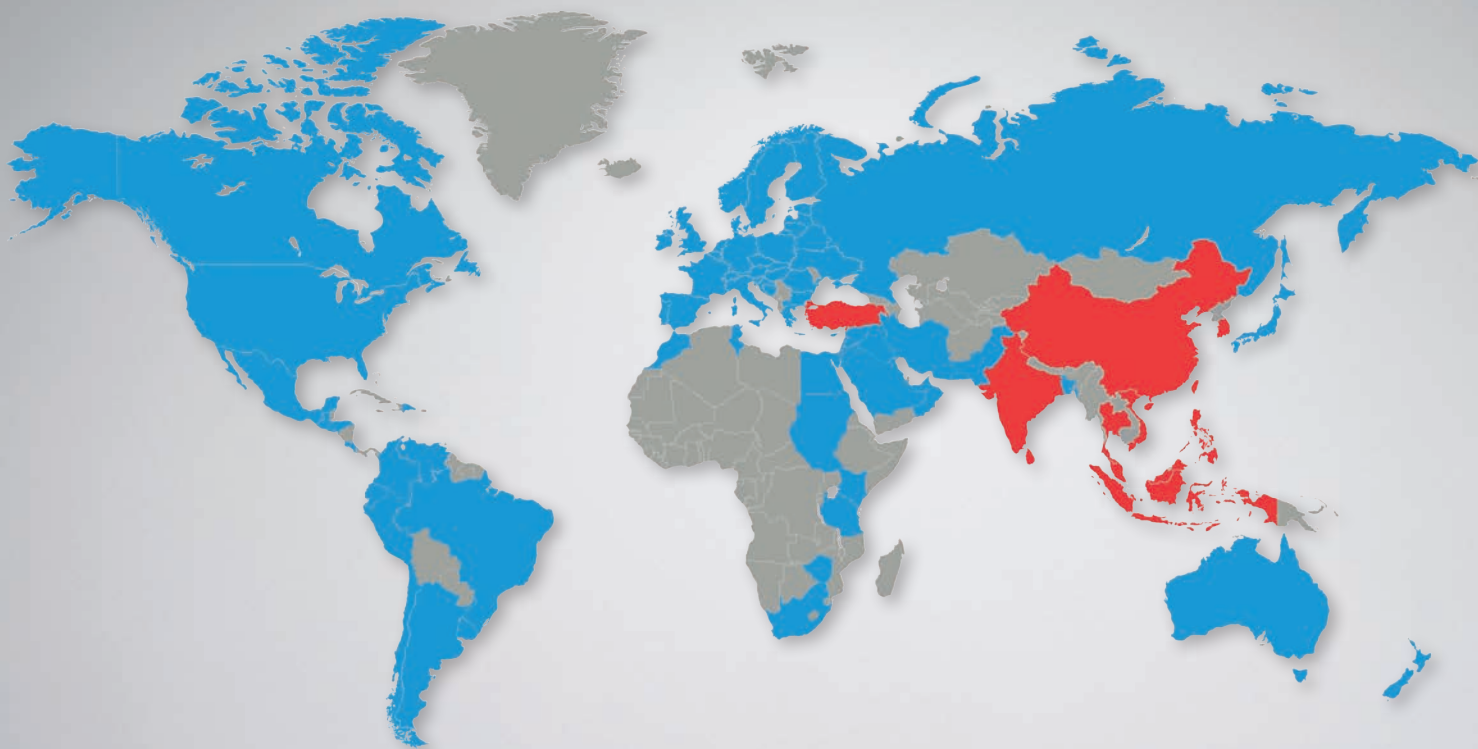
## ТЕРМООБРАБОТКА

Перед поставкой все наши стали подвергаются тому или иному виду термообработки: отжигу или закалке и отпуску. Данные операции обеспечивают необходимый баланс твердости и прочности стали.

## МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

Перед отправкой наших материалов на склад, мы также проводим черновую механическую обработку заготовок для получения необходимых размеров и требуемых допусков. При обработке заготовок больших размеров на токарном станке стальной пруток вращается относительно неподвижного инструмента. При зачистке заготовок меньших размеров режущий инструмент вращается относительно стального прутка.

Качество наших сталей и надежность изготавливаемого из них инструмента гарантированы, потому что мы проводим как поверхностную, так и ультразвуковую проверку каждой заготовки. Торцы заготовок и любые найденные в результате проверки дефекты удаляются.



## 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, которая является нашим собственным и эксклюзивным распространителем в Азиатско-Тихоокеанском Регионе. Данное сотрудничество обеспечивает нам лидирующую позицию на рынке поставщиков инструментальных сталей.

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. На многих рынках мы представлены компанией ASSAB, которая является нашим собственным и эксклюзивным распространителем в Азиатско-Тихоокеанском Регионе. Данное сотрудничество обеспечивает нам лидирующую позицию на рынке поставщиков инструментальных сталей. 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)