



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, 03.2011

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 Elmax - это инструментальная сталь, легированная хромом, ванадием и молибденом и обладающая следующими характеристиками:

- Высокой износостойкостью
- Высокой прочностью на сжатие
- Коррозионной стойкостью
- Очень хорошей стойкостью к короблениям

Как правило, считается, что стали, обладающие высокой износостойкостью, обладают низкой коррозионной стойкостью, и наоборот. Однако, Uddeholm Elmax обладает уникальным сочетанием свойств, благодаря процессу производства, основанному на порошковой металлургии.

Использование Uddeholm Elmax позволяет изготавливать инструмент с долгим сроком службы и низкими ремонтными затратами, обеспечивающего наилучшую экономичность производства.

Химический состав, %	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
	1,7	0,8	0,3	18,0	1,0	3,0
Состояние поставки	Отжиг до твердости примерно 280 НВ					
Цветовой код	Синий/Черный					

## Области применения

Появление новых машиностроительных пластмасс, обладающих высоким содержанием наполнителей, повышает требования, предъявляемые к инструментальным материалам, в плане износостойкости и коррозионной стойкости. Uddeholm Elmax была специально разработана для высокотехнологичных областей применения, включающих электронную промышленность (разъемы, штепсели, переключатели, резисторы, интегральные микросхемы и т.д.). Uddeholm Elmax может также использоваться в пищевой промышленности и для производства промышленных и специализированных ножей, где требуется сочетание коррозионной стойкости и износостойкости.

## Свойства

### Физические свойства

Закалка и отпуск до 58 HRC.

Температура	20°C	200°C	400°C
Плотность кг/м <sup>3</sup>	7 600	7 560	7 500
Модуль упругости Н/мм <sup>2</sup>	230 000	210 000	200 000
Коэффициент термического расширения на °C от 20°C	-	10,6 x 10 <sup>-6</sup>	11,4 x 10 <sup>-6</sup>
Коэффициент теплопроводности* Вт/м°C	-	15	21
Удельная теплоемкость Дж/кг°C	460	-	-

\*Коэффициент теплопроводности трудно измеряем. Разброс может составлять до ±15%

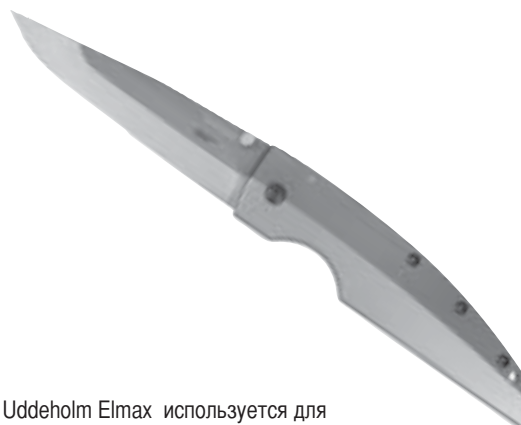
### Прочность на сжатие

Примерные значения

Твердость	60 RC	55 RC	50 RC
Прочность на сжатие Rm Н/мм <sup>2</sup>	3 000	2 700	2 300
Предел текучести Rp <sub>0,2</sub> Н/мм <sup>2</sup>	2 300	2 150	1 800

### Коррозионная стойкость

Литейные формы, изготовленные из Uddeholm Elmax, обладают хорошей коррозионной стойкостью при литье коррозионно активных пластмасс в нормальных производственных условиях.



Uddeholm Elmax используется для изготовления ножей Speedform марки Kershaw, удостоившихся награды "Blade Magazine 2009 American-Made Knife Of The Year®".

# Термообработка

## Отжиг

Защитите сталь от обезуглероживания, прогрейте насквозь до температуры 980° и выдерживайте при этой температуре в течение 2-х часов. Охладите в печи со скоростью 20°С в час до 850°С и выдерживайте при этой температуре в течение 10-ти часов. Затем медленно охладите до 750°С, потом навоздухе.

## Отпуск для снятия внутренних напряжений

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

## Закалка

Температура предварительного нагрева: 600–850°С

Температура аустенизации: 1050–1100°С, обычно 1080°С.

Температура °С	Время выдержки минут*	Твердость перед отпуском HRC
1050	30	60
1080	30	61

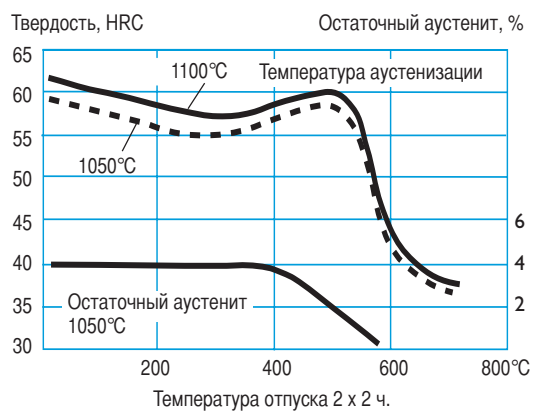
\* Время выдержки - это время при температуре аустенизации после полного сквозного прогрева инструмента

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

## Отпуск

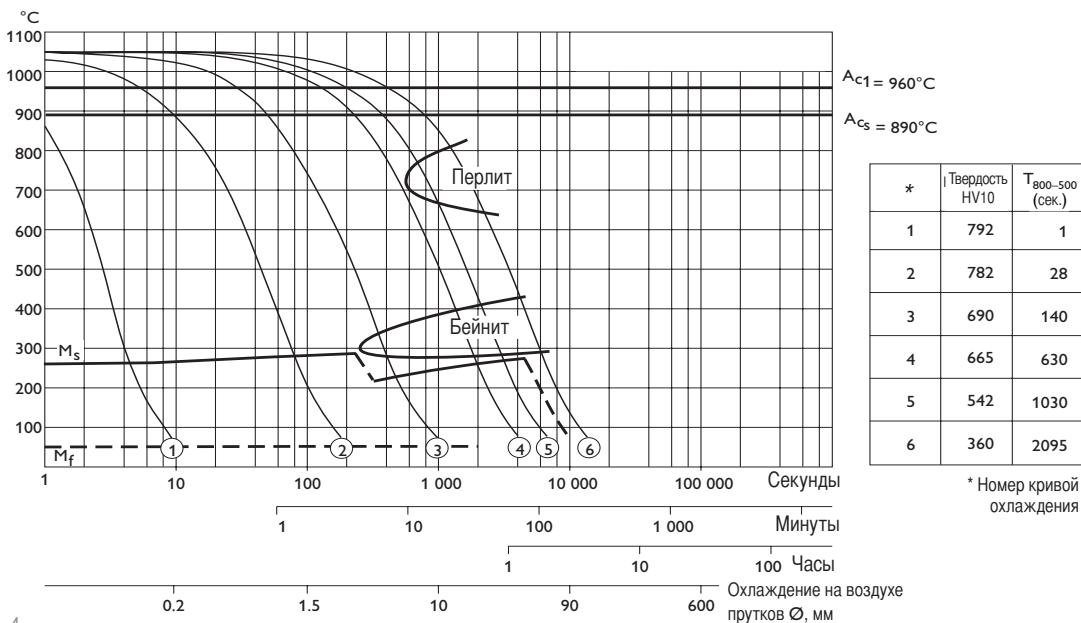
Выберите температуру отпуска согласно требуемой твердости. Следует производить двойной отпуск с промежуточным охлаждением до комнатной температуры. Рекомендуемая температура отпуска 250°С или выше. В исключительных случаях, для небольших вставок простой формы и когда прочность не играет большого значения, может применяться температура отпуска 180°С. Выдержка при температуре отпуска должна быть не менее 2-х часов.

### ДИАГРАММА ОТПУСКА



### ДИАГРАММА ТЕРМОКИНЕТИЧЕСКОГО РАСПАДА АУСТЕНИТА ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ

Температура аустенизации 1050°С. Время выдержки 30 минут



## Закалочная среда

- Газ/воздух принудительной подачи
- Псевдосжиженный слой или соляная ванна при 200–550°C, с последующим охлаждением на воздухе.

*Замечание:* Для получения оптимальных свойств стали, скорость охлаждения должна быть настолько высокой, насколько возможно с учетом допустимых короблений. Отпуск должен проводиться немедленно после того, как инструмент охладится до 50–70°C.

## Коробления при термообработке

ПРИМЕР КОРОБЛЕНИЙ ПРИ ТЕРМООБРАБОТКЕ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ АУСТЕНИЗАЦИИ С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ КРИОГЕННОЙ ОБРАБОТКОЙ.

Размер испытательного образца 40 x 40 x 40 мм.



Аустенизация: 1050°C 30 мин.      1050°C 30 мин.

Закалочная среда: Воздух      Воздух

Криогенная обработка: –      -60°C

Отпуск: 230°C 2ч + 2ч      230°C 2ч + 2ч

## Криогенная обработка

Детали, требующие повышенной устойчивости к короблениям, необходимо подвергать криогенной обработке для избежания объемных изменений.

Криогенная обработка проводится немедленно после закалки, с последующим отпуском.

Криогенная обработка Uddeholm Elmax обычно проводится при температуре от -150°C до -196°C, хотя иногда могут применяться температуры -40°C и выше, если необходимое криогенное оборудование и материалы недоступны.

Следует избегать сложных геометрических форм инструмента, т.к. повышается опасность растрескивания.

## Рекомендации по механической обработке

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

### Токарная обработка

Режимы обработки	Обработка твердосплавным инструментом		Обработка быстрорежущим инструментом
	Черновая обработка	Чистовая обработка	
Скорость резания, $v_c$ м/мин	70–120	120–140	10–14
Подача, (f) мм/об	0,2–0,4	0,05–0,2	0,05–0,2
Глубина резания, $a_p$ мм	2–4	0,5–2	0,5–3
Обозначение твердого сплава ISO	K20, P10–P20 Твердый сплав с покрытием*	K15, P10 Твердый сплав с покрытием*	–

\* Рекомендуется использовать износостойкие марки твердого сплава с  $Al_2O_3$  покрытием

## Сверление

### БЫСТРОРЕЖУЩЕЕ СПИРАЛЬНОЕ СВЕРЛО

Диаметр сверла мм	Скорость резания ( $v_c$ ) м/мин	Подача, (f) мм/об
– 5	10–12*	0,05–0,15
5–10	10–12*	0,15–0,20
10–15	10–12*	0,20–0,25
15–20	10–12*	0,25–0,35

\* Для-быстрорежущих-сверл с покрытием  $v_c = 18–20$  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	90–120	60–80	30–35
Подача, (f) мм/об	0,05–0,25 <sup>2)</sup>	0,10–0,25 <sup>2)</sup>	0,15–0,25 <sup>2)</sup>

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

<sup>2)</sup> В зависимости от диаметра сверла

## Фрезерование

### ПЛОСКОЕ И ТОРЦЕВОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ

Режимы обработки	Фрезерование твердосплавным инструментом	
	Черновое фрезерование	Чистовое фрезерование
Скорость резания, $v_c$ м/мин	80–110	110–140
Подача, ( $f_z$ ) мм/зуб	0,2–0,4	0,1–0,2
Глубина резания, $a_p$ мм	2–4	–2
Обозначение твердого сплава ISO	K20, P20 Твердый сплав с покрытием*	K15, P10 Твердый сплав с покрытием*

\* Рекомендуется использовать износостойкие марки твердого сплава с  $Al_2O_3$  покрытием

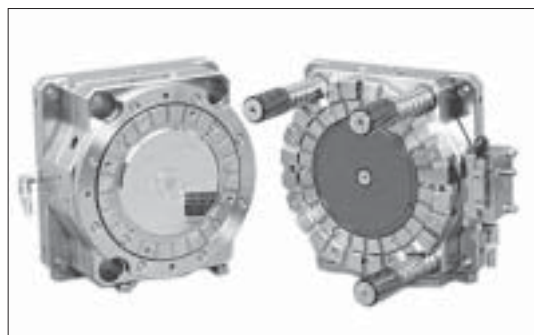
### КОНЦЕВОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ

Параметры обработки	Вид концевой фрезы		
	Цельная твердосплавная	Со сменными неперетачиваемыми твердосплавными пластинами	Из быстрорежущей стали
Скорость резания, $v_c$ м/мин	50–60	80–110	5–8 <sup>1)</sup>
Подача, ( $f_z$ ) мм/зуб	0,01–0,2 <sup>2)</sup>	0,06–0,2 <sup>2)</sup>	0,01–0,3 <sup>2)</sup>
Обозначение твердого сплава, ISO	–	K15, P10–P20 Твердый сплав с покрытием <sup>3)</sup>	–

<sup>1)</sup> Для концевых фрез из быстрорежущей стали с покрытием  $v_c = 14–16$  м/мин.

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

<sup>3)</sup> Рекомендуется использовать износостойкие марки твердого сплава с  $Al_2O_3$  покрытием



Литейная форма для производства DVD. Uddeholm Elmax рекомендована в качестве материала для изготовления для рабочей поверхности формы (с обработкой поверхности).

## 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	B 151 R50 B3 <sup>1)</sup> A 46 GV
Плоское шлифование сегментами	A36 GV	A 46 GV
Круглое шлифование	A 60 KV	B 151 R50 B3 <sup>1)</sup> A 60 JV
Внутреннее шлифование	A 60 JV	B 151 R75 B3 <sup>1)</sup> A 60 IV
Профильное шлифование	A 100 IV	B 126 R100 B6 <sup>1)</sup> A 100 JV

<sup>1)</sup> По возможности рекомендуется использовать КНБ шлифовальные круги для данной области применения

## Электроэрозионная обработка

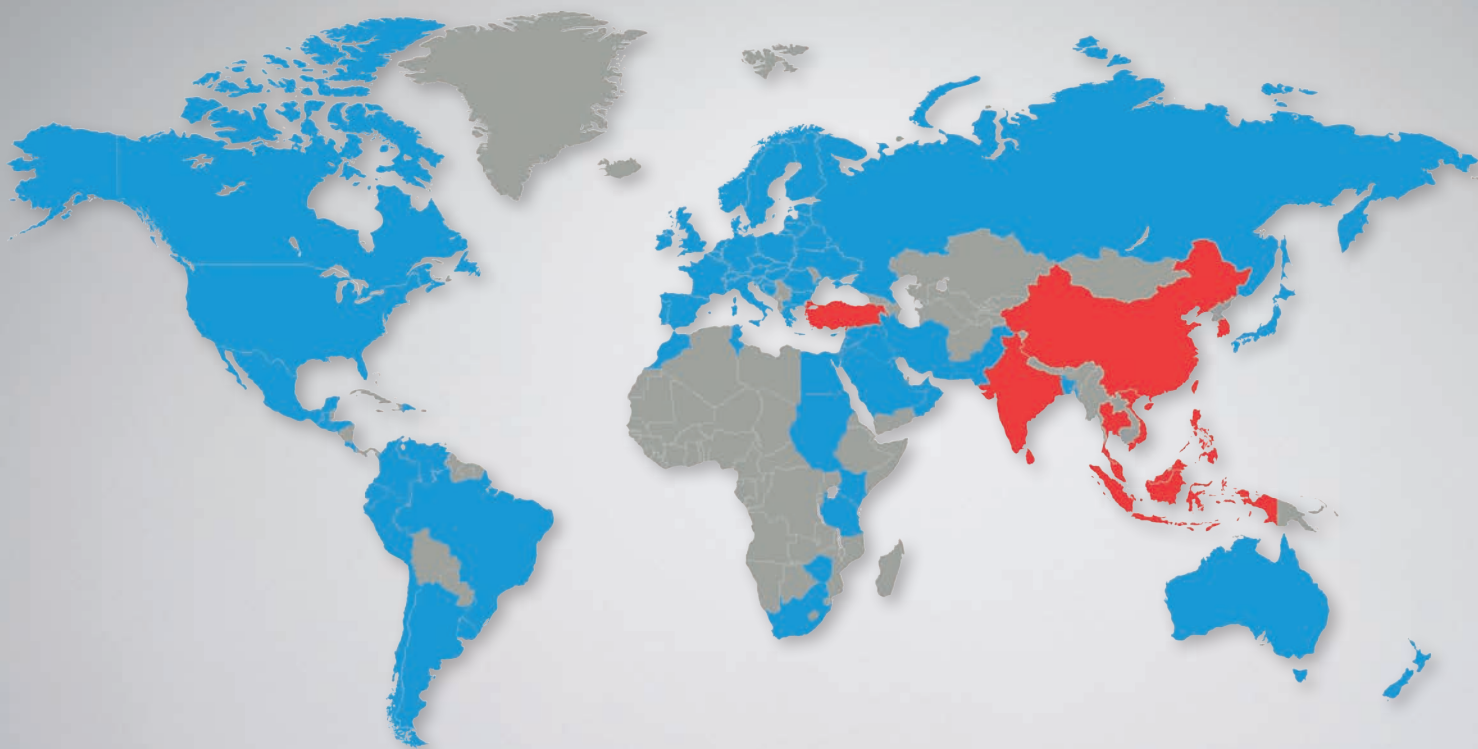
Если электроэрозионная обработка проводится в закаленном и отпущенном состоянии, инструмент следует подвергнуть дополнительному отпуску при температуре на примерно 20°C ниже температуры последнего отпуска.

## Сравнительная диаграмма свойств различных марок сталей

Марка Uddeholm	Износостойкость	Коррозионная стойкость	Устойчивость к короблениям
ELMAX	██████████	██████	██████████
RIGOR	██████	██	██████████
STAVAX ESR	██	██████████	██████████

## Дополнительная информация

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



## 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)